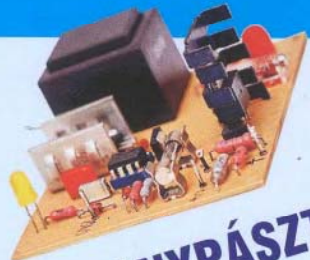
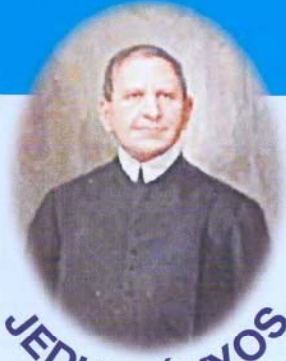


RÁDIÓ – TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2013



VILLANYPÁSZTOR



JEDLIK ÁNYOS

ALAN TURING YEAR



2012

skk

PIC



ELEKTRONKAPCSOLÓ



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

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

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

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

Weller®
szaküzlet
C+F BÍRÓ KFT.
www.weller.hu
1134 Bp. Angyalföldi út 38.
ISO által minősített kézi-
szerszámok kis- és nagy-
kereskedelme.
Tel.: 340-8456

zenekari
4 x GU50
erősítő



Csökkenő költségek, csökkenő fogyasztás a kvarckristály nélkül működő, 8 bites USB PIC® mikrovezérlőkkel

A 0.25% pontosságú belső órajel lehetővé teszi az USB kommunikációt külső kvarc nélkül is!



A Microchip legköltséghatékonyabb és legkisebb USB mikrovezérlői 14...100 lábszámmal az első 8 bites processzorok, melyek egyetlen tokban integrálják az LCD vezérlést, a backup telepes RTCC perifériát, és az USB interfészt.

A Microchip legújabb USB PIC® mikrokontrollereinek jellemzője a beépített, 0.25% pontosságú órajel forrás, mely külső kvarckristály nélkül is lehetővé teszi az USB kommunikációt. Ez az első olyan USB mikrovezérlő amely kombinálja a 14...100 lábszámot a nagyfokú perifériaintegrációval és a maximum 128 KiB méretű Flash memóriával. Az extrém kis fogyasztású (XLP) technológiának köszönhetően az áramfelvétel 35 μ A/MHz aktív és 20 nA alvó állapotban.

A legalacsonyabb költség és legkisebb méret

A PIC16F145X mikrokontrollerek USB csatlakozást és kapacitív érintésérzékelést nyújtanak gazdag perifériakészlettel, akár egy 4x4 mm méretű tokban is.

Nagy teljesítményű érintésérzékelés USB kapcsolattal

A beépített töltésidőmérő egységgel (CTMU) és az 1.8...5 V működési feszültségtartománnyal a hagyományos PIC18 processzorokkal lábkompatibilis PIC18F2X/4XK50 mikrovezérlők egyszerű migrációt biztosítanak a nagyobb teljesítmény felé.

USB csatlakozás, LCD vezérlés és RTCC periféria Vbat opcióval

A PIC18F97J94 család USB csatlakozást, LCD vezérlést és backup telepes naptáráramkört (RTCC) biztosít egyetlen, 8 bites PIC® mikrovezérlőbe integrálva.

További információkért látogasson el a www.microchip.com/get/eu8bitUSB oldalra

KEZDJEN 3 EGYSZERŰ LÉPÉSEL

1. Válasszon alkalmazásához illő perifériakészletet és lábszámot
2. Használja az ingyenes USB szoftverkönyvtárat és illesztőprogramokat a gyorsabb tervezéshez
3. Kezdje el a tervezést költségkímélő fejlesztőrendszerekkel

chipCAD
DISTRIBUTION

1097 Budapest, Könyves Kálmán körút 12–14.
Tel.: (+36-1) 231-7000. Fax: (+36-1) 231-7011.
www.chipcad.hu

MICROCHIP

Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless

A Microchip név és logó, az MPLAB és a PIC a Microchip Technology Incorporated bejegyzett védjegye az Amerikai Egyesült Államokban és más országokban. A PICDEM a Microchip Technology Incorporated védjegye az Amerikai Egyesült Államokban és más országokban. Az összes többi védjegy az illető cégek tulajdona. DS31039A, ME1049Hun09.12D

A
RÁDIÓTECHNIKA
ÉVKÖNYVE
2013

Szerkesztette:

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Írták:

Balás B. Dénes távközlési technikus, HA8BDE

Békei Ferenc okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Borody Huba okl. villamosmérnök

Bus László okl. villamosmérnök

dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök

dr. Kovács Győző okl. villamosmérnök

Lendvai Klára HA5BA

dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Némethy István YT3I

Pálkás Tibor gépészmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

dr. Sipos Mihály okl. villamosmérnök

dr. Tolnai János okl. hír.techn.-i

szakmérnök, HA5LQ

Vörös Tamás tanár

Tartalomjegyzék

Előszó	3
Híres léghajók rádióberendezései	
a két világháború között	4
FlexProg és MaxProg, a tanítható programozók	19
Hibrid végerősítő 4xGU50-nel, zenekari célra	38
Elektronkapcsoló kis szerviz oszcilloszkópokhoz	52
A villanypásztor – rendszerek, készülékek	64
Hangolásjelzők fejlődése az izzólámpától	
a varázsszemig	88
Varázsszem - varázsmérleg, alkalmazások	96
Technikatörténet – évszámokban	105
A villamdelejes forgony és a villamfeszítő.	112
Szubjektív szakmai életrajztöredékek – S. Gy.	125
Készítsünk tranzisztort, házilag!	128
Memória-fejlődés a nyolcbites PIC	
mikrovezérlőkben	140
2012 - az Alan Turing centenárius éve	158
Rádióképek retusálása Photoshoppal	172
Antennaközösítő szűrőkapcsolások	180
„Asztana Rádió-2006” rövidhullámú adó-vevő	194
Körkörösén polarizált antennák a 2 m-es sávra.	207
Cq de HA... Cq de HG... 2012.	214
Sok kis kapcsolat.	216
Akciós 2014-es évkönyv-rendelés	223
Hirdetések.	224

Kiadja:

Rádióvilág Kft.

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

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

Nyomás: AduPrint Kft., Budapest, 2012 www.aduprint.hu

Felelős vezető: Tóth Éva ügyvezető igazgató

HU-ISSN 0557-6229

© A könyvvel kapcsolatos minden jog fenntartva!

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

Bekaphatod Békei J. Mocskos komcsi privatizátor!

Előszó

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

A 2012-es évben, mikor is ezen évkönyvünket szerkesztettük, két 100 éves jubileumot is köszönthettünk. Az egyikről, az Alan Turing centenáriumról jelen évkönyvünkben dr. hc. *Kovács Győző* közöl egy figyelemre méltón információ gazdag írást. A másikkól, a budapesti Puskás technikum, a Gyáli úti alma mater centenáriumáról, reméljük, lapunkban olvastak a kedves Olvasók (RT 2012/10., és 11. szám).

Sipos Gyula okl. villamos szakmérnök még régebbre tekint vissza évkönyvünk ezen kötetében: Jedlik Ányos hihetetlenül eredményes tudományos és oktatói munkásságát mutatja be kiváló dolgozatában. Az írását követő „Szubjektív szakmai életrajztörödékek” sorozatcikkben pedig őt magát ismerhetik meg a kedves Olvasók. Legújabb évkönyvünkben nemcsak az elméleti, de a gyakorlati nosztalgia is helyt kapott. *Pálinkás Tibor* gépészmérnök a „Készítsünk tranzisztort, házilag!” c. cikkével tiszteleg a szilárdtest elektronika úttörőinek emléke előtt, – és nem melleleg házilag(!) előállít egy működőképes tranzisztort. Kontrasztként ki kell emelnünk *Vörös Tamás* tanár úr „FlexProg és MaxProg, a tanítható programozók”, illetve dr. *Madarász László* tanár úr PIC-es cikkét, melyekben napjaink technikáját mutatják be Olvasóinknak.

A 2011-es évkönyvünkben ismét jelentkeznek a szokásos állandó rovatok: az alkatrész-alkalmazás, a számítástechnika, a háztáji elektronika és az amatőr rádiózás.

Kedves Olvasóink! Legújabb kötetünk széles témaválasztékához kellemesen hasznos évkönyvfejlesztést kíván

A szerkesztőség

»Árfelezős előfizető« Legszebb karácsonyi ajándék! akciónk 2013-ra! RÁDIÓTECHNIKA

A 2013-ra szóló »**ÁRFELEZŐS ELŐFIZETŐ**« akciónban
Ön dönt, melyik kedvezményes lehetőséggel él!

1. LEHETŐSÉG: RÁDIÓTECHNIKA éves előfizetési díj **12.960 Ft** (12 x 1080 Ft),
és kevesebb, mint fél áron, **2100 Ft** + postaköltségért küldünk
majd Önnek 1 db 2014-es RT évkönyvet, 2013 novemberében.

2. LEHETŐSÉG: RÁDIÓTECHNIKA éves előfizetési díj **10.800 Ft**,
a normál 12.960 Ft helyett, azaz csak **10 db lap** árát kell kifizetnie.

Az »Árfelezős előfizető« akcióban most is lehetősége van

vagy **egyösszegben**, vagy **2 részletben** befizetni bármelyik fenti előfizetési díjat.

Rendeljen és küldjük a csekket! A csekket kérjük **OLVASHATÓAN** kitölteni!
Kérjük, jelezze, ha számlát is kér az előfizetésről.

Az előfizetési díjat 2012. december 15-ig kérjük befizetni!

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

14

Ne várjon! Csak jól járhat, bármelyik lehetőséggel él!

Híres léghajók rádióberendezései a két világháború között

Balás B. Dénes távközlési technikus, HA8BDE, bbdenes@freemail.hu

Ma, amikor egy utasszállító repülőgép néhány óra alatt átkel az Atlanti-óceánon, a XXI. század embere számára a léghajó nem más, mint hallomásból ismert, megmosolyogni való, óriás méretű technikai csodabogár. Átkelni az Atlanti-óceánon mindennapos dolog, de a harmincas évek elején csak hetekig tartó hajóúttal volt lehetséges. Az akkori léghajókisérletek és léghajós átkelések forradalmnak számítottak és a léghajókat minden korszerű eszközzel felszerelték. Rádióberendezéseik az akkor gyártott legjobbak voltak.

Előzmények

Az első világháborúban a hadviselő felek megpróbálkoztak a léghajók hadi

alkalmazásával. Rögzített léggömböket használtak tűzérési figyelőnek, kormányozható léghajókat felderítésre és bombázásra. Az ellenséges tűzérés és az ellenséges vadászgépek sikeresen lelőtték ezeket a léghajókat, így meglehetősen sok elpusztult belőlük.

A tucatszámra épített léghajókból a háború végére három fő típus alakult ki: a merevítés nélküli ún. puha, a félmerev és a merev szerkezetű változatok.

A puhatestű „léghajók” gyártása az I. világháború végén abbamaradt.

Az olaszok és a németek azonban nem akarták szélnek ereszteni a begyakorolt, kiváló szakembereiket, és továbbra is építettek léghajókat. Az olaszok félmerev típusokat, a németek

„Zeppelin” gyűjtőnéven, merev szerkezetű léghajókat gyártottak (1. ábra).

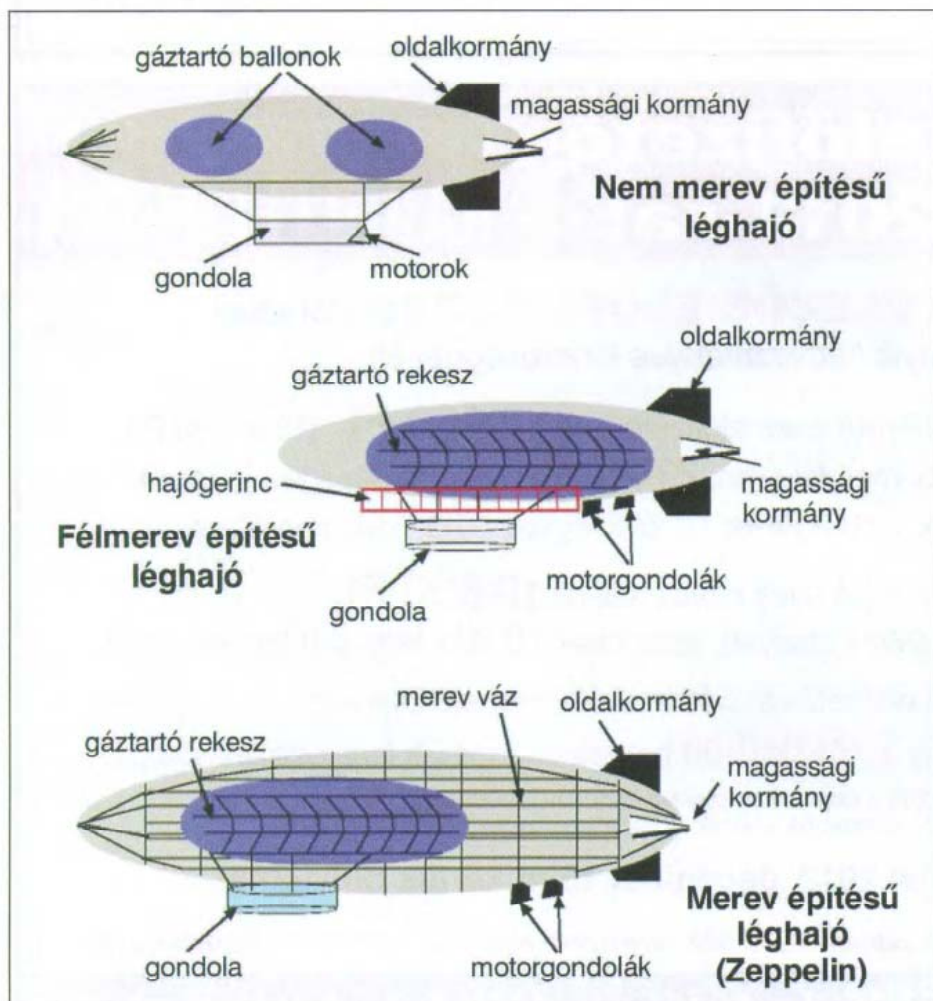
A légi járművek irányítása és helyzetének meghatározása a háborútól független igényként jelentkezett, melyre a szikratávírók alkalmazása jelentette a megoldást. Az áramforrások jelentős tömege miatt először a léghajókra építettek be szikratávírókat.

A hidrogénnel töltött léghajókon a szikrázó készülékek üzemeltetése meglehetősen veszélyes volt, bár a tűzérési találatokhoz képest ez a veszélyforrás elhanyagolhatóan bizonyult. A szikratávírók felszerelésével lehetőség nyílt különféle földi iránymeghatározó rendszerek igénybe vételére, amelyek a navigációt jelentős mértékben segítették.

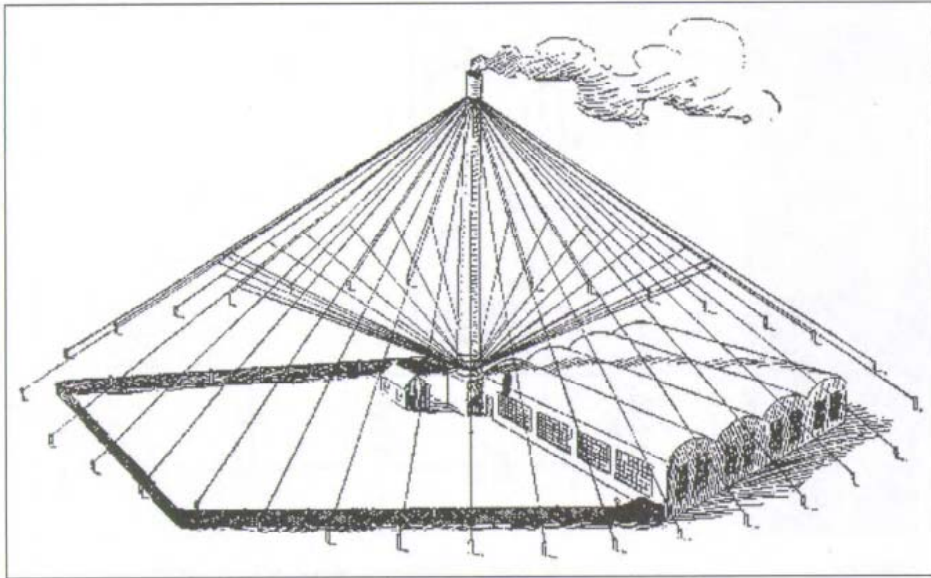
Ezek közül érdemes említeni a Telefunken navigációs rendszerét (2. ábra), amely a tengerparton egymástól pár száz kilométerre telepített, automatikusan működő rádió-adóállomásból állt, és a léghajó (vagy tengerjáró hajó) egy hagyományos vevőkészülékkel két ilyen adóállomásra ráhangolva (3. ábra), egy speciális stopperórával meghatározhatta mindenkori helyzetét. Az eljárást és a berendezéseket Artom mérnök tervezte, majd az ugyancsak Telefunkennél dolgozó Meissner mérnök módosította.

Az állomás meglehetősen terjedelmes, nagy antennarendszerét magas árbocra vagy gyárkéményre szerelték. Egy 200 méter átmérőjű körön – egymástól 22,5 fok távolságra – 16 ferde antennapárt helyeztek el, ezeket egy átkapcsoló (4. ábra) két másodpercenként kapcsolta a 30 kW-os ívlámpa-adóra. Látszólag ernyőantenna rendszert hoztak létre, a valóságban azonban az ernyő teteje és az alja egymástól szigetelt volt, és két külön rendszerben szolgáltak.

Az ernyő felső része körsugárzóként az állomás hívójelét vagy azonosító számát sugározta, továbbá egy időjelet az irányított antenna körkapcsolójának indításakor. Erre a jelre indították a léghajón a Telefunken-stopper. Egyidejűleg az antennakapcsoló is elindult, elsőnek az É–D irányú antennapárra,



1. ábra. Léghajótípusok



2. ábra. Telefunken iránymeghatározó szikratávíró adó különleges, összetett működésű antennarendszere tengeri hajók és léghajók számára

majd 30 másodpercen belül sorra mind a tizenhat antennapárra rákapcsolta az adót.

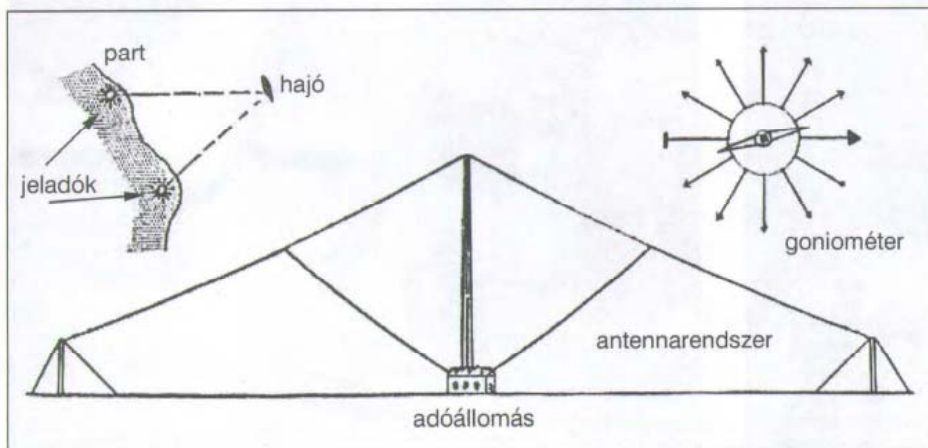
A Telefunken-stopperóra nem 60 másodperces, hanem 360 fokos skálával rendelkezett, mutatója átérte a teljes skála-kört, tehát középen volt a tengelyre rögzítve. A mutató nulla állásban pár fokkal nyugatra állt az É–D iránytól. Az indítás utáni első jelek az É–D irányú antennáról érkeztek. A navigátornak a vevőkészüléken hallgatva ki kellett választania azt a pillanatot, amikor legerősebben vagy leggyengébben hallja az adóállomást. (A leggyengébb jel iránya sokszor élesebben meghatározható, jobban észlelhető, mint a legerősebb.) A navigátor a leghangsabb jel észlelésekor megállította a stoppert. A skáláról ekkor leolvasott fok értéket térképre kellett rajzolni, az adóállomás ismert helyéről induló vonalként. Áthangolva a vevőt egy másik adóállomásra, a térképen egy újabb vo-

nalat lehetett berajzolni. A két vonal metszéspontja pedig megadta a léghajó helyzetét. Ezek az automatikus adóállomások szinte világítótornyként működtek és nagyban segítettek az éjszakai, vagy felhők feletti repüléseket.

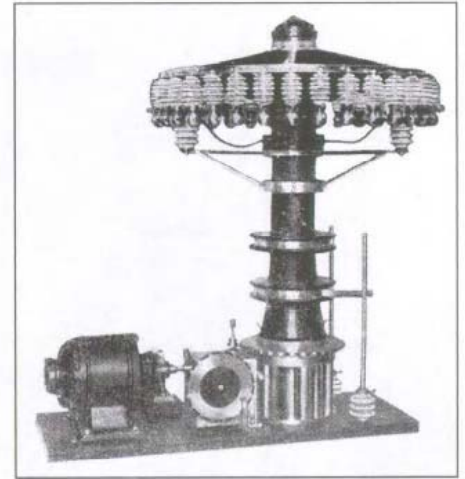
A módszer nem volt túl pontos, a 22,5 fokos osztás durvának tűnik. A stopper megállításánál is a figyelő szubjektív észlelése döntött, ezért az irányított adás helyett utóbb az irányított vételt kezdték alkalmazni. Ugyanezek az antennák az átkapcsolóval vevőantennaként is működőképesek voltak, jelezték a leggyengébb vagy legerősebb vétel irányát.

Az I. világháború alatt Magyarországon – a Temesvártól 12 kilométerre fekvő – Szentendrason létesítettek Zepelin kikötőt, iránymérővel felszerelve.

A léghajókkal kapcsolatot tartó adó azonban nem a repülőterről, hanem Temesvárról sugárzott. Egy 30 kW-os Poulsen rendszerű ívfényadó (5. ábra)



3. ábra. Helyzetmeghatározás a Telefunken adórendszer segítségével



4. ábra. A Telefunken iránymeghatározó adó antennarendszerének körkapcsolója

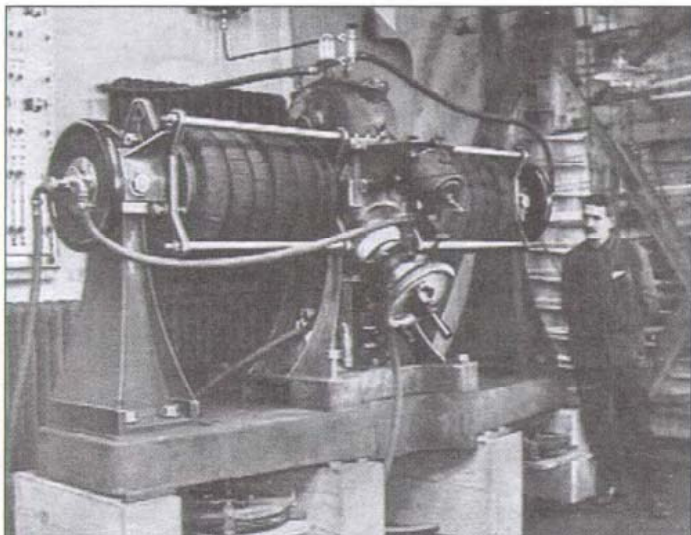
szolgált – többek között – erre a célra, 75 méter magas ernyőantennával.

A repülőteri iránymérők a léghajó által félóránként kisugárzott 10 másodperces folyamatos jelre állították be készülékeiket, ennyi idő állt rendelkezésükre a méréshez. A helyzetmeghatározáshoz szükséges második iránymérő állomás a bulgáriai Jamboliban települt, és természetesen összedolgozott a Temesvári állomással. Mindkét iránymérőnek percre pontosan tudnia kellett, mikor kezd jelet adni a léghajó.

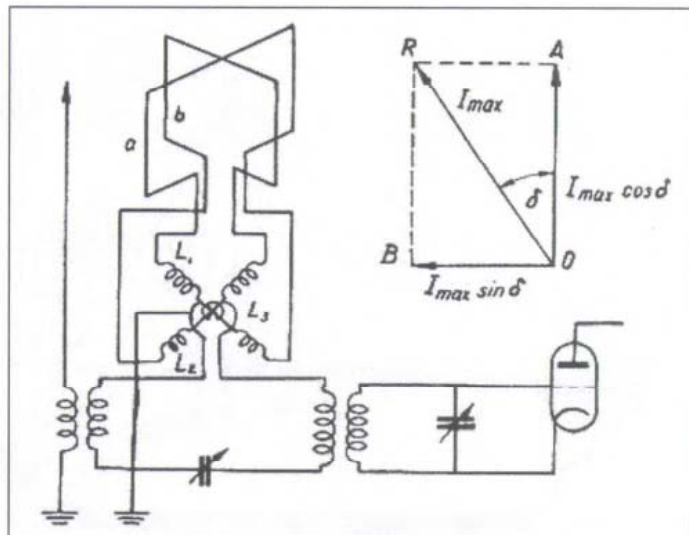
A durva fokozatok miatt hamarosan finomították a rendszert. Az elektroncsövek elterjedésével a vevőkészülékek érzékenysége rohamosan javult, lehetővé vált a keretantennás vétel és a forgatható keretantennák pontosabb, jobb eredményeket adtak, mint *Artom* mérnök rendszere.

A forgatható keretantennás iránymérés mellett még 1907-ben *Bellini* és *Tossi* kidolgozta a jóval kényelmesebb goniométeres iránymérési technikát, mely azon alapult, hogy négy ferde antennáról vagy két nagyméretű keretről a jeleket a vevőkészülék négy tekercsbe vezették és az így leképezett elektromágneses térben a forgatható kereső-tekercsrel végezték az iránymeghatározást. Az eljárást Párizsban szabadalmaztatták, később a francia tengerészet széles körben alkalmazta. A Marconi cég 1912-ben szerezte meg a szabadalmat (6. ábra).

Az I. világháború után még nem dőlt el a verseny a léghajók és a repülőgépek között, nem lehetett tudni, hogy a két légi jármű-fajtának milyen arányban lesz szerepe a légi közlekedésben, vagy egy újabb légiháborúban. A győztes hatalmak, mint fegyverzetet, óvato-



5. ábra. Poulsen rendszerű 30 kW-os ívfényadó



6. ábra. Goniométeres iránymérés

san kezelték a léghajókat, mindenesetre elkobozták ezeket a vesztes németektől, osztrákoktól és besorozták a saját légiflottájukba. (Így kerültek Zeppelin léghajók az USA-ba.) Pár évig azonban, vesztes és győztes oldalon egyaránt, a léghajógyártást, egyáltalán a hadianyaggyártást egy időre szüneteltették.

Az I. világháborús léghajók rádiótávközlése elsősorban szikratávíróval és detektoros vevőkészülékekkel működött, antennaként egy ólomsúllyal terhelt sodronyt eresztettek alá a léghajóból. Ezek a készülékek azonban nagytávolságú híradásra alkalmatlanok voltak.

A milanoi Technikai Múzeumban néhány ilyen eszközt sikerült megtalálnunk. A 7. ábrán egy léghajó szikratávíró készüléke és kezelő billentyűje, a 8. ábrán az ólomsúllyal terhelt, leereszthető antenna és hátul annak kézi felcsévéző szerkezete, míg jobbra a fehérre lakkozott szélgenerátor látható.

A léghajók navigálásában akkor következett be a legfontosabb változás, amikor az iránymérő vevőt sikerült a léghajóra szerelni, és a léghajó mért koordinátáit pontosabban lehetett meghatározni. Az ellenség előtt az adatok rejtve maradtak, természetesen csak addig, amíg a léghajó rádióadója csendben maradt. Adáskor az ellenség bemérhette őket.

A háború utáni időszakban néhány híres vállalkozó megkísérelte utasszállításra illetve földrajzi kutatásra használni a léghajókat.

Az R-34 angol léghajó

Utasszállítás céljára elsőként 1919 júliusában az angolok indítottak egy próbatutat. A tekintélyes méretű, 55 000 m³-es, merev (R = rigid) rendszerű, R-34 jelű léghajójuk (9. ábra) a skóciai East Fortune-ból indulva, a Long Island-i Mineolába érkezve, 108 óra alatt átrepült az Atlanti-óceánon. Út-

közben 18 alkalommal végeztek helyzetmeghatározó méréseket, de nem tudjuk, hogy ebből hány alkalommal a rádiogoniométerrel.

A forrásként szolgáló írásokban megemlítik, hogy a *Tiger*, a *Renown* cirkálók, illetve a *Canada* és a *Bally-Gally Head* nevű hajók irányát mérték, és azok rádiótávíron a pontos pozíciójukat közölték.

A rádiókabin két korabeli, feliratozott fényképéről (10. ábra és 11. ábra) hiányzik a rádiogoniométer (12. ábra). Másutt viszont konkrét leírást találtunk a Marconi 12A típusú rádiogoniométer használatáról. Ezek szerint a goniométer nem a rádiókabinban volt elhelyezve, hanem szokásos beépítési helye a navigációs tisztnál közelében volt.

A Marconi 12A típusú rádiogoniométert két érzékelő tekercssel alkalmazták (13. ábra) az R-34 fedélzetén, egyébként a készülék 1918-ban készült az olasz Marconinál, az Officine Radiotelegrafiche di Genova gyárban.



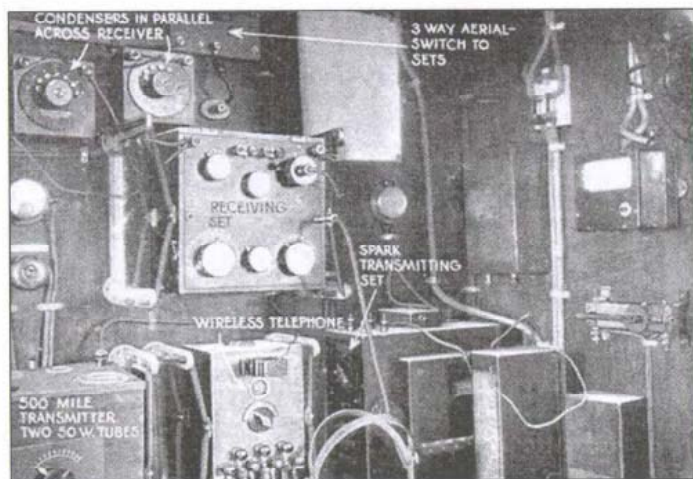
7. ábra. Egy léghajó szikratávírója a morzebillentyűvel



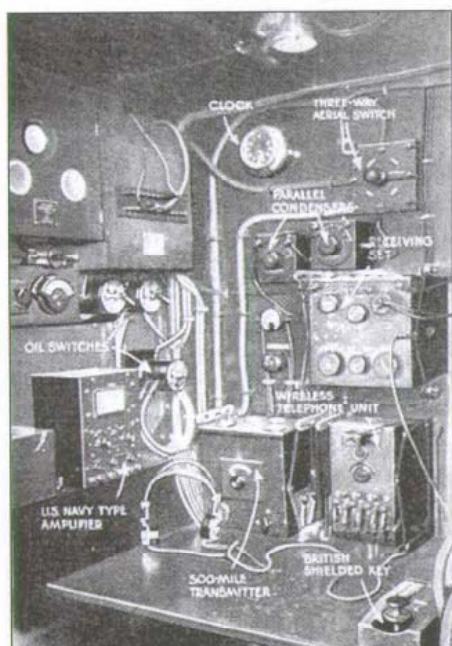
8. ábra. Az antenna a csörlővel, jobbra a szélgenerátor



9. ábra. Az R-34 merevtörzsű angol léghajó



11. ábra. Az R-34 rádiókabinja



10. ábra. Az R-34 rádiókabinja

R. F. Durrant hadnagy, rádiótiszt elmondása szerint a léghajó három rádióadóval volt felszerelve.

- Az első adó két darab 250 W-os csővel működött, melyeket a British Thompson-Houston cég gyártott. Lehetőség volt a teljesítmény szabályozásra úgy, hogy csökkentett teljesítménynél csak egyetlen cső volt bekapcsolva, míg teljes üzemben mindkét cső párhuzamosan. A csövek fűtése 3,6 áramot igényelt, míg az anódfeszültség 1000–3000V között változtatható volt. A készülék hatótávolsága 1200...1500 mérföldig terjedt, ez utóbbit azonban csak egy-két alkalommal érte el.
- A második adó ugyancsak kettő darab, de csak 50 W-os Thompson-Houston csővel működött, és 1200 V anódfeszültséggel

500 mérföldig volt használható. Érdekes, hogy az adókat nem a teljesítményük, hanem inkább a hatótávolságuk szerint emlegették, ez utóbbi volt az „500 mérföldes adó”.

- A harmadik rádióadó a repülőgépeken akkoriban használatos szikratáviró volt, 100 W teljesítménnyel, 600 méteres hullámhosszra.

A háromcsöves vevőkészülék 100 V feszültséggel, a 200...10 000 m közötti hullámhosszakon működött.

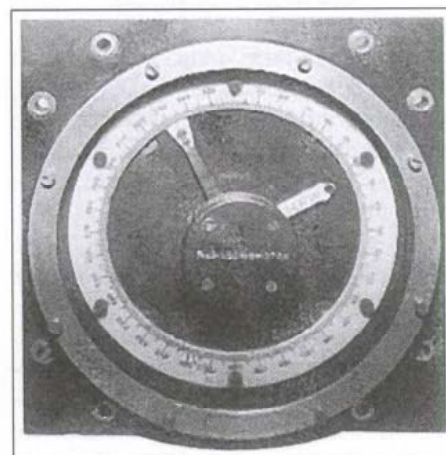
Egy negyedik rádiórendszert is beépítettek a kabinba, erről azonban nem közöltek semmi adatot, csak annyit, hogy rádiótelefon céljaira szolgált. Mivel kisméretű készülékről van szó, valószínű, hogy repülőtéren forgalmazásra használták.

Antennaként 450 láb (150 méter) hosszú 16 szálból font rézsodronyt lehetett kiengedni a léghajó alá. A fel- és letekerrelést kézzel hajtott motollával végezték. Az áramellátást és az akkumulátorok töltését szélgenerátor és külmotoros generátor segítette. A szélgenerátort egy nagy méretű fa légcsavarral a kabin elején helyezték el. Ez 40 amperes terhelhetőség mellett 12 V feszültséget szolgáltatott, de volt egy 1200 V-os kimenete is. (A szélgenerátor csak menetközben működött, mert a menetszél hajtotta.)

Az olasz N-1 léghajó

Az olasz légierő közel hatszáz fővel dolgozó, jelentős tapasztalatot szerzett léghajógyártó intézete az I. világháború után munka nélkül maradt. Léghajógyártásra a háború befejeződésével nem volt többé szükség, legfeljebb kísérleti példányok készülhettek. Az in-

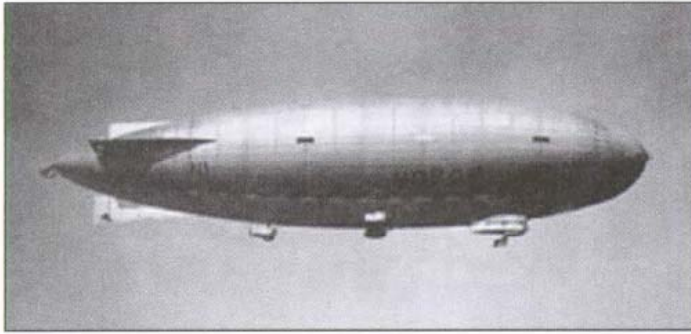
tézet parancsnoka és vezetője, *Umberto Nobile* mérnök-ezredes, megpróbálta együtt tartani a jólképzett szakembereket, és engedélyt szerzett egy kisebb léghajó megépítésére. Miután specialitása volt a félmerev léghajók tervezése és gyártása, a húszas évek kö-



12. ábra. A Marconi 12A típusú rádiogoniométer előlapja



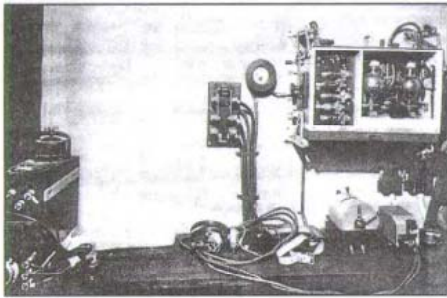
13. ábra. A Marconi 12A típusú rádiogoniométer állótekerce



14. ábra. Nobile N-1 lajstromjelű félmerev építésű léghajója



17. ábra. A Norge léghajó egy sarkvidéki felfedező útján



15. ábra. Az N-1 léghajó rádiókabinja a Marconi AD2 típusú elektroncsöves rádiókészülékkel

zépére kidolgozott, majd megépítettett egy közepes méretű kb. 19 000 m³-es, olcsó léghajót, amely hosszabb, több ezer kilométeres utazásokra is alkalmas volt. A léghajó az N-1 lajstromjelet kapta (14. ábra).

A léghajót Földközi-tengeri, partmenti utakra tervezték, ezért kis hatótávolságú, Marconi gyártású, AD-2 típusú rádiókészülékkel szerelték fel (15. ábra), amely a kis rádiókabinban éppen elfért, ellenben iránymérőt nem alkalmaztak.

A 600...900 méter (330...500 kHz) hullámhosszon dolgozó adókészülék 100 W teljesítménye 150...300 km távolságra biztosított kapcsolatot (16. ábra). Az adó két, a vevő öt csővel működött. Antennája motolláról leereszthető huzal volt, áramellátása légszavar hajtású generátorról történt.

Az N-1 Norge léghajó rádióberendezése

Az N-1 elkészültének időszakára esett a sarkkutatók technikájának változása, szánok és hajók helyett a kutatók repülőgépekkel próbálták megközelíteni a pólusokat.

Roald Amundsen norvég sarkkutató, aki előzőleg kutyaszán expedícióval a déli sarkon járt, 1926-ban – sikertelen németországi tárgyalásai után – az olaszokkal kezdett megbeszéléseket, majd a norvég Aero-klubbal megvásároltatta az olasz haditengerészet N-1 léghajóját.

A léghajót *Norge* névre keresztelte, és amerikai pénzből, olasz kezelő sze-

méllyzettel, „norvég” expedíciót szervezett az északi sarkra (17. ábra).

A léghajót Nobile tervezte, az általa irányított olasz üzem gyártotta és olasz személyzet segítségével az egész utazás alatt ő vezette. Gépészek, műszerészek és navigációs tisztek, összesen öt olasz segítette Nobile munkáját. Az olasz állam kétszer akkora összeggel támogatta az expedíciót, mint amennyit a norvégok fizettek érte.

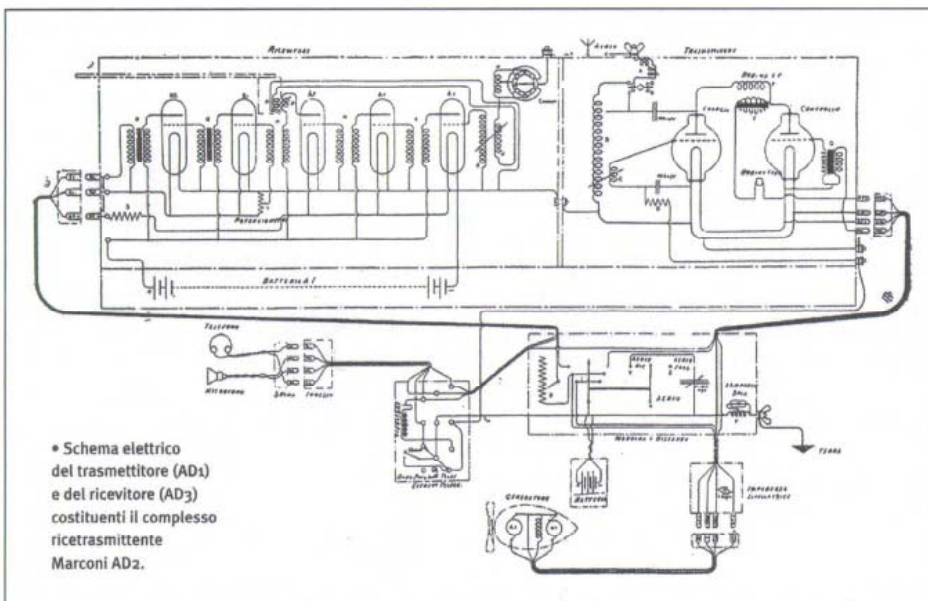
A léghajó előkészítése során az eredeti AD-2 rádiót leszerelték, és nagyobb teljesítményű, Marconi gyártmányú rádiókat építettek be.

A *Norge* léghajó rádióberendezésének beszerzésére B. L. Gottwaldt norvég tengerészkapitány kapott megbízást, aki egyébként rádióügyekkel foglalkozó mérnöki irodát vezetett.

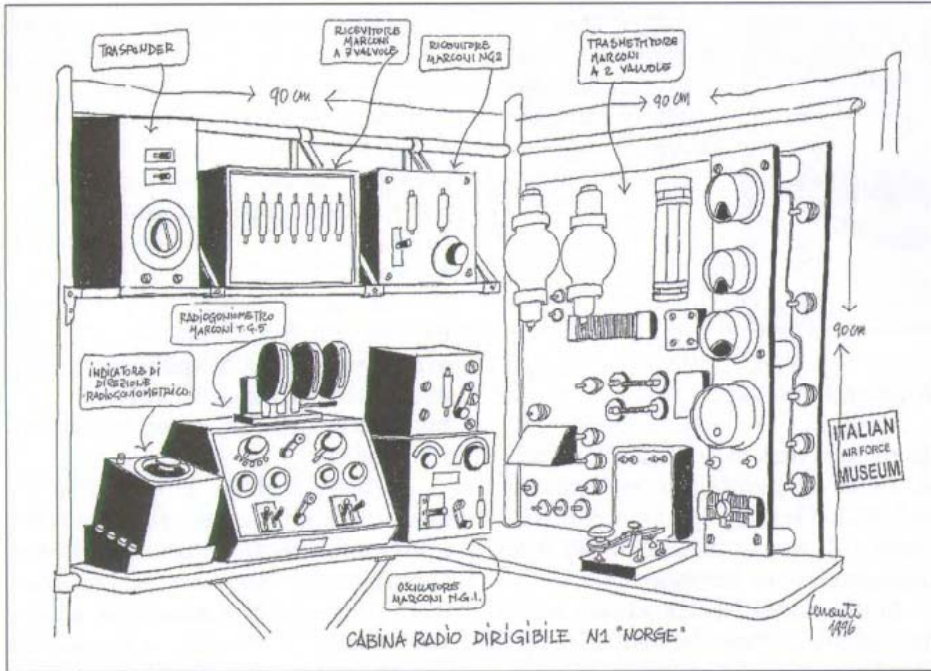
A készülékeket kivétel nélkül Angliából, az *angol* Marconi cégtől szereztek be, majd Rómában szerelték a léghajóba. A rádiófülke mérete nagyon szerény, 0,9 méter széles, 1,8 méter hosszú és kb. 2 méter magas volt (18. ábra), tehát gyakorlatilag kevesebb, mint négy köbméter befogadóképességű, a gondola jobb oldali, hátsó rekeszében. A kabin jobb oldalán két celluloid ablak eresztett be természetes fényt.

A kabin elején egy táviró asztal volt, míg az adókészüléket az asztal feletti falra szerelték fel. A bal oldali falon a vevőkészülékek állványra helyezkedett el. Az antenna bevezető szigetelőjét és az adó nyitott antennatekerceit (19. ábra) alul a távirász lábánál építették be. Ha a távirász a szűk helyen rosszul helyezkedett el, könnyen áramütés érte a térdét.

Az állomás áramellátó forgó generátorát a rádiókabin mögötti kis fülkében egy szekrényre szerelték fel. Hajtását a gondola oldalára szerelt keményfa légszavartól fogaskerék áttétel után, forgatótengelyen kapta. A légszavar csapágyazott agyrésze elforgatható volt, ezáltal a fordulatszámot szabá-



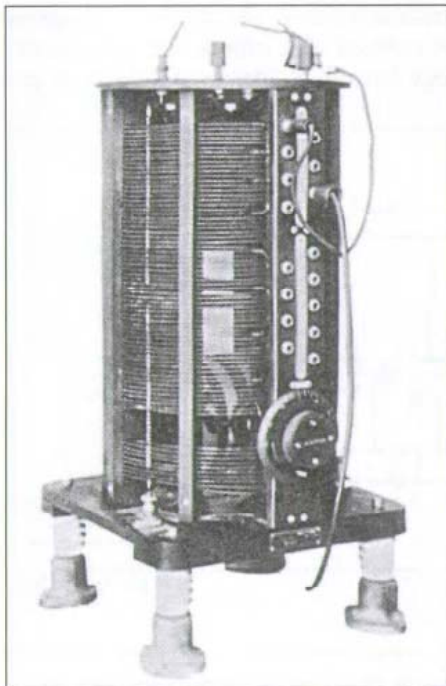
16. ábra. Az N-1 léghajó Marconi gyártmányú, AD2 típusú, elektroncsöves adó-vevő készülékének kapcsolási rajza



18. ábra. Az N-1 Norge léghajó parányi rádiókabinjának beépítési vázlatja az új rádióberendezésekkel

lyozni lehetett, sőt a légsavart ilyen módon meg is állíthatták.

A légsavár 1800-as fordulaton kb. 2 kW energiát tudott leadni. Ebből a generátor kétféle feszültséget szolgáltatott: 14 V feszültség mellett 400 W teljesítményt, továbbá a csövek anódfeszültséget a fordulatszám függvényében. Az anódfeszültség lassabb forgás esetén 1500 V-ot, míg teljes fordulaton 3,5...4 kV-ot ért el. 14 V-ra a 12 V-os akkumulátorteleg töltéséhez volt szükség.



19. ábra. Az adó antennatekerces

Kényszerleszállás esetére egy kéthengeres 3 LE-s benzinmotort lehetett rákapcsolni a generátorra. Ugyancsak a generátor-kabinban voltak az akkumulátorok és a nagyfeszültségű kondenzátorok is. A berendezések a következők voltak.

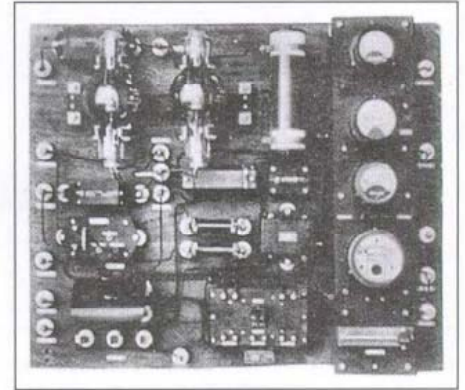
Hosszúhullámú adókészülék

Marconi AD-8 típus (20. ábra), üzemi hullámhossz: 600...1500 m (200...500 kHz).

Az adókészülék két darab 250 W-os, párhuzamosan kapcsolt adócsővel épült, Hartley oszcillátor kapcsolásban. A csövek fűtése közvetlenül az akkumulátorról történt. Az antennára jutó nagyfrekvenciás energia meghaladta a 200 wattot.

Üzemelése távíró (CW) és ún. hangzótávíró (ICW) módokban volt lehetséges. Ez utóbbi úgy jött létre, hogy a Morse-billentyűvel sorba kötöttek egy kis motoros szagatót, ennek frekvenciája a vevőkészülékben állandó hangot (pl. 600 Hz-et) hozott létre. A billentyűzés egyébként az adócsövek rácskörében történt. (B. L. Gottwaldt kapitány közlésében utalást találtunk arra, hogy rádiótelefon üzemmóddal is számoltak.)

Az adókészülék anódja és az antenna közé csupasz rézhuzalból antenna-hosszabbító tekercset kapcsoltak. Érdekesség, hogy Marconiék az 1920 körül épült adóberendezéseiknél (még a műsoradóknál is) az antennahosszab-



20. ábra. Az N-1 Norge Marconi AD8 típusú adókészüléke

bító tekercset mindig külön, a készüléknek kívül helyezték el.

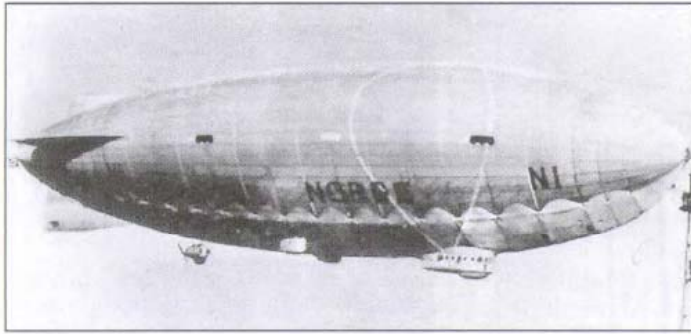
Antennaként 100 méter hosszú 2 mm átmérőjű foszforbronz huzalt használtak, alsó végén ólomsúlyval, amely segítette az antennát kiengedni a léghajóból. A huzal gyors felhúzására illetve leeresztésére (külön fékkel ellátott) tekercselőszerkezet (motolla) szolgált. Az adókészülék 600, 900 és 1400 méterre volt hangolva, leggyakrabban az 1400 méteres hullámhosszat használták, ritkábban a 900 métert. (Ezek 500 kHz, 333 kHz és 214 kHz frekvenciák.) Teljes hullámú (CW) adásmódban 1400 méter hullámhossznál 5,7 A antennáramot mértek, 600 méternél 1 amperrel többet.

Üzemi vevőkészülék

Marconi típus, amely két fő részből állt: egy 300...25 000 m hullámhossz között üzemelő hangolóegységből, cserélhető tekercsekkel, továbbá a hozzá kapcsolt hétlámpás „detektor”-ból, amelyet hangszűrő és kétfokozatú hangfrekvenciás erősítő követett. A vevőkészülék összesen 11 lámpából állt. Egy Marconi MG-1 típusú külön helyi oszcillátor (beat) szolgált a távírójelek hallhatóvá tételére. A hangoló készülék kivételével a berendezést át lehetett kapcsolni az iránymérő goniométerre, ezért annak nem volt külön detektor- és hangerősítő áramköre.

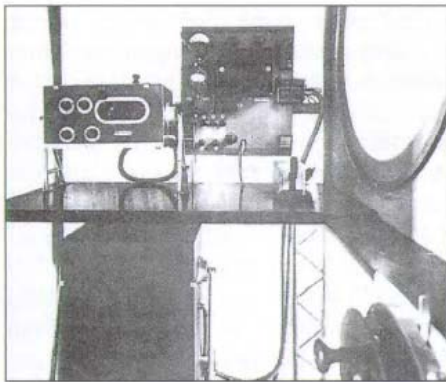
Goniométer

A Marconi TG-5 típusú goniométer, 600...18 000 m között volt hangolható. Keretantennái 2-2 menet szigetelt vezetékből álltak, amelyeket a léghajó törzsére tekercseltek (21. ábra), mégpedig úgy, hogy a két antennatekerces egymással 90 fokos szöget zárt be, tehát a léghajó tengelyétől (jobbra és bal-



21. ábra. A Norge N-1 a lég-hajó-testre teker-cselt keretanten-nával

ra) 45 fokban álltak. Egy-egy keret fe-lülete 400 m²-t tett ki, mely igen jó és pontos helymeghatározást tett lehető-vé. A goniométer indikátora (maga a te-kercskomplexum) egy különálló do-bozban, az iránymérőtől balra helyez-kedett el.



22. ábra. Az N-4 rádióberendezése. Az asztalon balra a vevőkészülék, jobbra a vezérlő tábla. Az RA8 adó az asztal alatt látható. A jobb alsó sarokban lát-szik az antennahuzal motollája

Rövidhullámú vevő

Magukkal vittek egy rövidhullámú két-csőves vevőkészüléket is, melyről csak annyit lehet tudni, hogy Marconi NG-2 típusú volt, sajnos még az út elején le-esett a polcra és összetört.

Mind az adókészülék, mind a vevők antennájának ellensúlyaként a léghajó fémváza szolgált. A szikrázás elkerülé-sére a léghajó összes fém alkatrészét hajlékony rézvezetékek segítségével összekötötték a fémvázzal.

A felszereléshez tartozott egy könnyű, 150 m hosszú, alumínium ve-zeték-ből készített szükség-antenna és egy hozzá konstruált, szekrényes szer-kezetű sárkány, amellyel az antennát fel lehetett emelni. Nincs utalás arra, hogy ezt használták volna.

A Rómától Kings Bay-ig terjedő úton mindenütt a helyi rádióállomások-kal voltak kapcsolatban. Leningrád előtt svéd, finn és észt állomásokkal ál-landó kapcsolatban voltak, de az orosz

állomások nem válaszoltak. Április 15-én sikerült a kronstadti rádióáll-mással kapcsolatba kerülni és inentől kezdve az oroszokkal is megfelelő volt a kapcsolat. Az út legkritikusabb ré-szén, az Északi-sarkon, egy ideig a Kings Bay-i, majd a jóval erősebb Svalbard-i parti állomással, Green Harbourral forgalmaztak. Meteorológi-ai jelentések és iránymérések céljából a transzatlanti forgalomra szolgáló nor-vég Stavanger (LCM) rádiótávíró áll-mással tartottak kapcsolatot. Ezt az áll-omást még a sarkon túlról, Alaszkából is hallották.

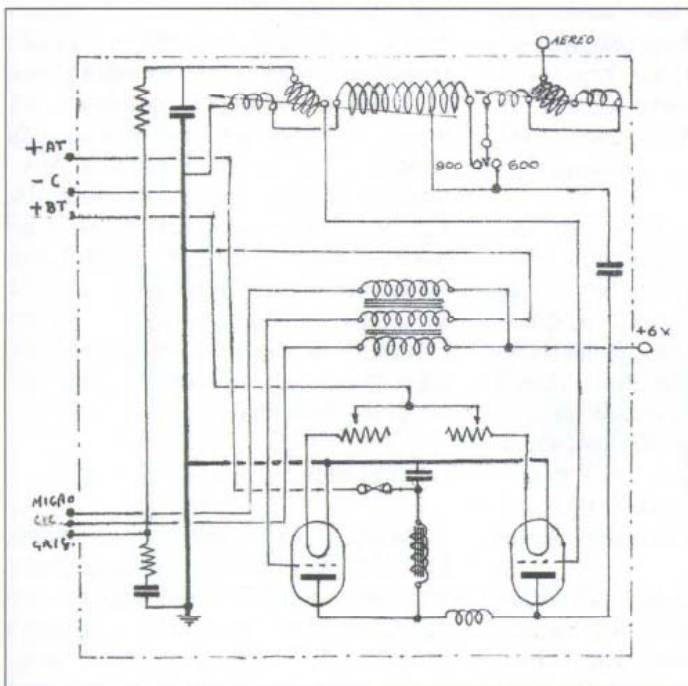
A Norge léghajó, a Spitzbergákról indulva átrepülte az Északi-sarkot, majd szerencsésen megérkezett Alasz-kába. Leszállás után a személyzet a lég-hajót szétszedte és előkészítette a haza-szállításra. A norvégok és az olaszok közötti szerződés értelmében az olasz államot illette meg a léghajó maradéka, amit végül Olaszországba szállítottak és hulladékként értékesítettek.

Az olasz N-4 léghajó

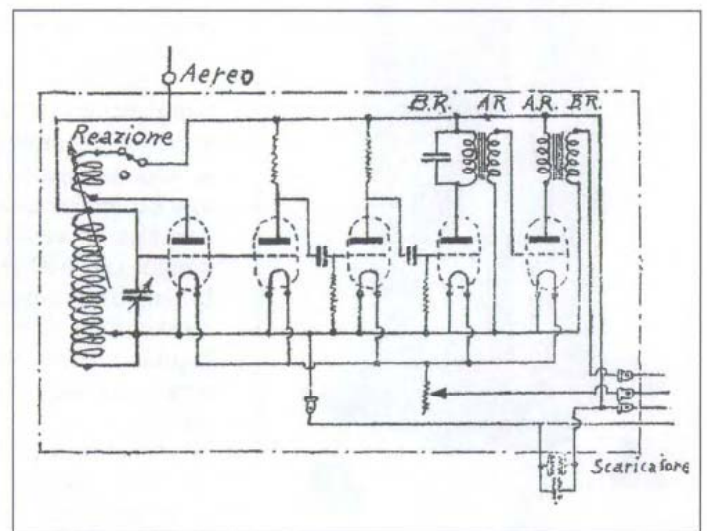
Nobile következő, híressé vált léghajó-ja, a Norge ikertestvére, az N-4 volt. Ez a léghajó az N-1-hez hasonlóan, elő-szőr egyszerű rádióberendezést kapott (22. ábra). A készülékek jellemzői a következők voltak.

Adókészülék

Marconi RA 8 típusú, 300 W teljesít-ményű berendezés, a 600...900 méteres hullámhosszra, két darab T250 típusú adócsővel (23. ábra). Az áramellátást egy Marelli gyártmányú, 600 W-os ge-



23. ábra. Az N-4 léghajó Marconi RA8 típusú adókészü-lékének kapcsolási rajza



24. ábra. Az N-4 léghajó Marconi gyártmányú, ötcsőves vevőkészüléke



25. ábra. Az N-4 léghajó vevőkészüléke. A plexi ablakon keresztül lehetett szabad szemmel is ellenőrizni a csövek fűtésállapotát

nerátor szolgáltatotta, az akkumulátorok 12 V 75 Aó és 120 V 1,5 Aó kapacitással rendelkeztek.

A generátor 2 kV 150 mA áramot és 14 V 14 A áramot szolgáltatott, ez utóbbit az akkumulátorok töltéséhez.

Az antenna 100 méter hosszú huzal volt, amelyet egy motolláról engedtek ki, a hullámhossznak megfelelő hosszúságban (22. ábra).

Vevőkészülék

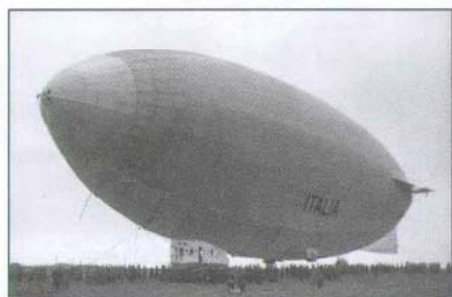
Egyenes rendszerű, ötcsöves, visszacsatolt készülék, a csövek egyforma triódák, MT1 típusúak (24. ábra). A csövek egy elliptikus plexi-ablak mögött láthatók, a fűtést így szabad szemmel lehetett ellenőrizni.

A vevőkészülék szerencsésen megmaradt, a Milanoi Technikai Múzeum tulajdonában van (25. ábra).

Az N-4 Italia léghajó

A *Norge* útja után két évvel, 1928-ban, hasonló méretű és ugyancsak félmerev léghajóval, teljesen olasz legénységgel Nobile ismét expedíciót vezetett az Északi sarkra.

A kutatóút céljára az időközben elkészült N-4 léghajót szerelték fel, *Italia* névre keresztelték és rádióberendezését kiegészítették (26. ábra).



26. ábra. Az N-4 Italia léghajó



27. ábra. Az N-4 Italia léghajót már egy Marconi DFP-2 típusú goniométerrel is felszerelték

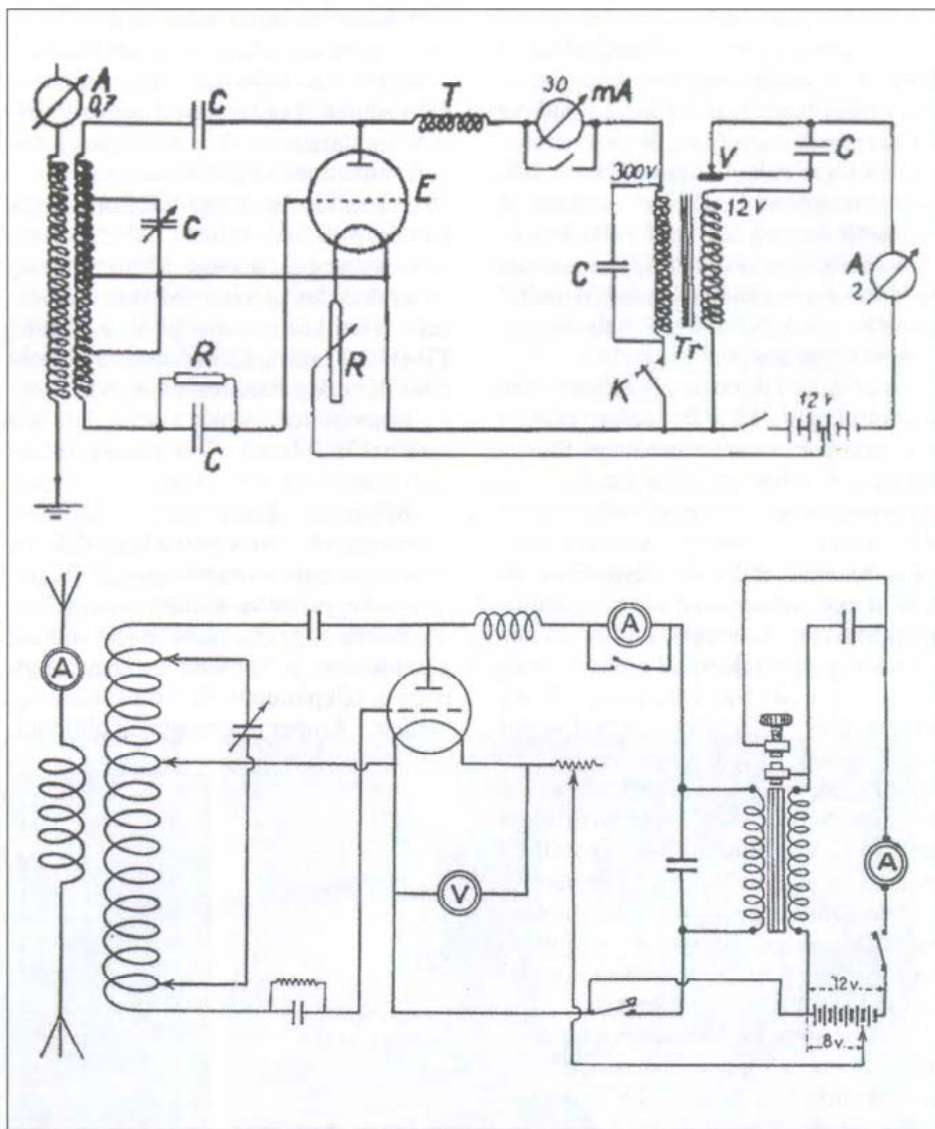
Az *Italia* üzemi rádióberendezéséről a forrásmunkákban nem esik szó. Ezek 900 méteren működő, hosszuhullámú készülékek voltak. Nyilvánvaló, hogy az N-4 eredeti rádiói maradtak használatban. A kiegészítés inkább arra vonatkozik, hogy a léghajót felszerelték egy Marconi DFP-2 típusú goniométerrel (27. ábra).

A Spitzbergákon található Király-öbölből kiindulva két kutatóutat

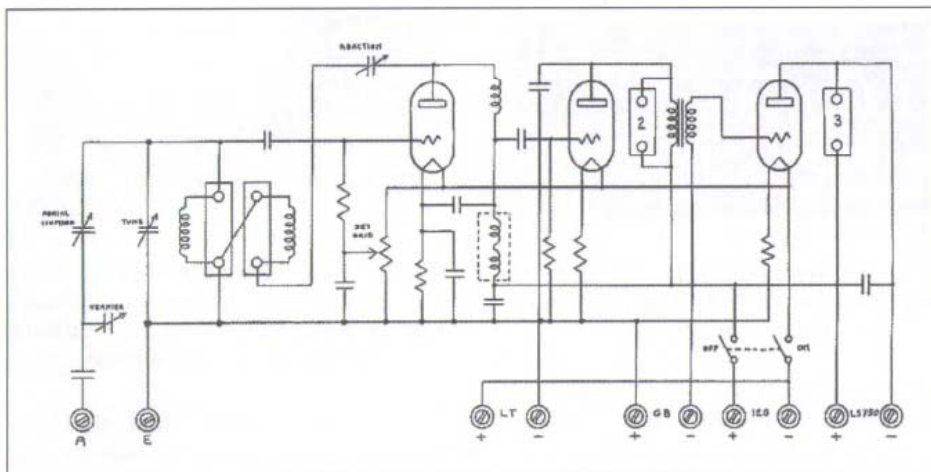


28. ábra. Az életmentő rövidhullámú készülékek egy 1947-es kiállításon. Balra a Burndept MK-IV vevő, jobbra az Ondina-S adó látható.

tettek a sarkvidéken, majd az Északi-sarkra vezető harmadik útjukra magukkal vittek egy olasz gyártmányú, 5 W-os, rövidhullámú rádióadót és egy Burndept gyártmányú rövidhullámú vevőt (28. ábra), abból a célból, hogy az Északi-sarkon jégre szálló kutatók és a léghajó között legyen kapcsolat. Az utolsó napon megváltoztatták a programot és kihagyták a tervekből a



29. ábra. A Nobile-expedíció rövidhullámú adójának kapcsolási rajza három, illetve négy műszerrel



30. ábra. A Burndept cég MK-IV típusú vevőjének kapcsolási rajza

sarki jégreszállást. Emiatt a rövidhullámú készülékek kissé kalandosan kerültek a léghajóra, végül Biagi távirászdöntötte el, hogy mindenképpen magával viszi. (Ezt a történetet bővebben megírtuk a 2008-as Évkönyvben.)

A léghajó ezen a harmadik útján, a Sarkról visszafelé repülve, a jégmezőnek ütközött, és kabinja kilenc emberrel leszakadt a hajótestről. Szerencsájükre a jégre zuhant kabinból működőképes maradt az 5 W-os rövidhullámú rádióadó és rövidhullámú vevőkészülék s később ezekkel sikerült kapcsolatba lépniük a bázisukkal. A kabin nélkül tovább repülő *Italia* léghajó elpusztult, még darabjai sem kerültek elő.

Az *Ondina S* nevű, egycsőves, 5 W teljesítményű, 30...50 méter közötti hullámhosszon hangolható rövidhullámú adókészülék az olasz La Spezia-i Haditengerészeti Arzenál rádiólaboratóriumának gyártmánya. Az olasz amatőrök kísérletezték ki a készüléket, az S-betű egy Salom nevű velencei rádióamatőrre utal. Összesen hat darab készüléket gyártottak ebből a típusból, az expedíció a No.3-at vitte magával. Az adókészülék működtető feszültségeit két 6 voltos akkumulátor szolgáltatta oly módon, hogy a csövet 3 celláról, 6 V-tal fűtötték, a 300 V anódfeszültséget pedig a 12 V-ról működő rezgő-átalakító, ún. vibrátor biztosította. Három műszer szolgálta a kezelést, ezek az antennaáramot, az anódáramot és a telepáramot mérték. Az előlap jobb szélén látható a beépített morzebillentyű.

A csehszlovák *Béhounek*, aki tudományos kutatói minőségben vett részt az expedícióban, könyvet írt az utazásról és a megmenekülésükről. Könyvében közreadott kapcsolási rajzon a harmadik árammérő a telepáramot

áram erősségét mérte (28. ábra), egy másik rajzon (*Pera* szerint) a harmadik műszer voltmérőként a cső fűtőfeszültségét mérte (29. ábra). Mindkét megoldás elképzelhető, de *Béhounek* ott volt, látta, és a rajzot is közvetlenül szerkezte be az expedíció valamelyik résztvevőjétől. A *Béhounek* féle rajzon a mért adatok is rajta vannak. Eszerint 30 mA anódáram és 0,7 A antennaáram volt a maximális beállítás lehetősége. A 30 mA anódáram a 300 V feszültséggel szorozva 9 W teljesítményt jelent, azonban ez az áramérték a transzformátor szekunder oldalán váltakozó áramként jelentkezett, amelyből a Philips TB-04/10 típusú adócső csak a pozitív félhullámokat hasznosította. Az effektív hasznos teljesítmény a valóságban csak a 9 W fele, (*R. Pera* szerint helyesen) mindössze 5 W volt!

Béhounek a könyvében 25 W-os teljesítményről ír, azonban a készüléknek nem az antennateljesítménye 25 W, hanem a fogyasztása, a fűtés- és anódteljesítmény együtt. *Béhounek* onnan gondolhatta a 25 Watt teljesítményt, hogy a telepáramot 12 Volt feszültség mellett 2 Amper nagyságúnak tüntették

fel a rajzon. A 2 A szorozva 12 V-tal 24 W-ot jelent, de ez túlzottnak tűnik.

A valóságban csak három műszer volt az előlapon, a fűtőfeszültséget a távirászdoboz voltmérővel ellenőrizte.

A rövidhullámú vevőkészülék háromcsöves, egyenes rendszerű, visszacsatolt készülék volt (30. ábra), a Burndept cég MK-IV típusjelű gyártmánya. Hullámkörzete 12...100 méterig terjedt, csövei Mullard S 525 típusú triódák voltak.

Az LZ 127 Graf Zeppelin léghajó

A németek nagy költséggel épült merev szerkezetű Zeppelin léghajói eleve nagyobb utakra készültek, s a gyártómű, valamint a léghajós utasszállításra alakult társaság, reklámozva a kényelmes és nagy távolságú légiutazás lehetőségét, hosszabb utakra küldte az 1928-ra Friedrichshafenben elkészült új léghajót (31. ábra).

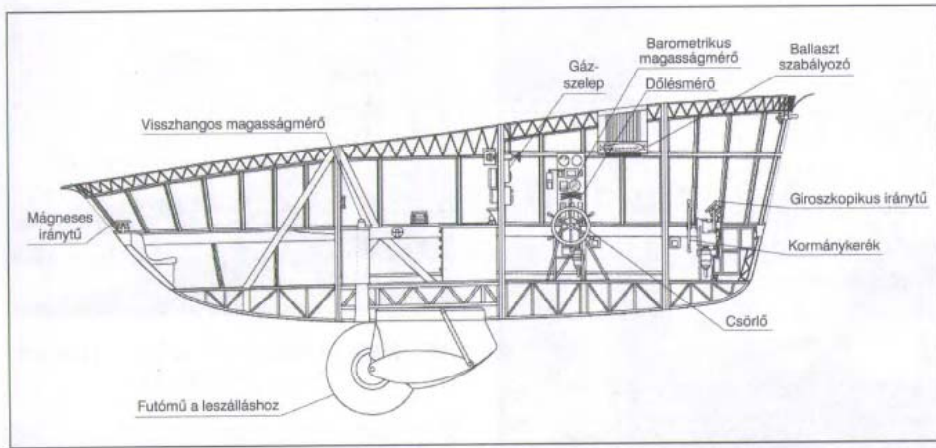
Az LZ 127 léghajó a *Graf Zeppelin* nevet kapta, mértékadó nagysága 105 000 köbméter, hossza 236 méter, a ballonburkolat átmérője 30,5 méter volt. Az üres léghajó mérése 30 tonnát mutatott, és képes volt 100 tonna hasznos terhet szállítani. Öt motorja egyenként 530 LE (összesen 2650 LE) teljesítménnyel a léghajónak 30,6 m/sec, azaz 110 km/óra sebességet biztosított.

Az LZ 127 léghajót a német DELAG társaság 1928. szeptember 18-án, *Dr. Hugo Eckener* parancsnokságával, utasszállítóként állította szolgálatba.

Duncke első rádiótiszt – utoljára a *New York* gőzös fedélzeti rádióállomásának főnöke – három rádiótávírásszal vette birtokba a léghajó rádióállomását, amelynek felszerelése – a német újságírók szerint – felülmúlt minden addig, amit a légiutazás a technikában megteremtett.



31. ábra. Az LZ127 jelű Graf Zeppelin léghajó



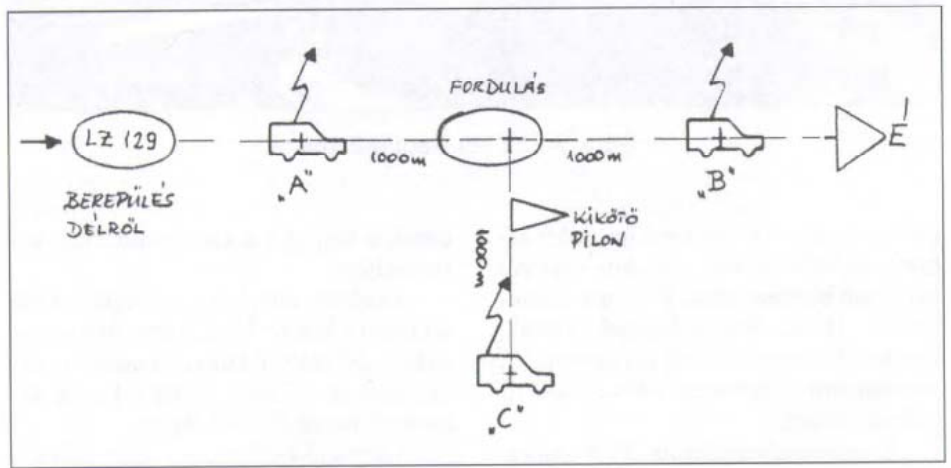
40. ábra. Az LZ129 Hindenburg navigációs gondolájának a metszetrajza

Nagyanyám 1950 körül úgy mesélte, hogy amikor a Zeppelin átrepült Buda felett, olyan alacsonyan jött, hogy szinte eltakarta az eget. Nagy élményként maradt meg az emlékezetében. B. D.)

Az LZ129 Hindenburg léghajó

Az LZ129 jelzésű léghajó (38. ábra) 1936-ban készült el, és testvérhajójával, az LZ 130-cal együtt minden idők legnagyobb léghajója lett. Próbaútja 1936 márciusában Friedrichshafenben történt, utána menetrendszerű DE-BEG-járatokban közlekedett Frankfurt és az USA között. Egy-egy útján 100 személyt szállított és összesen 10 utat bonyolított le sikerrel.

A léghajó 212 000 m³-es ballonmértével kétszer nagyobb volt a Graf Zeppelinnél. 245 méteres hossza csak 10 méterrel haladta meg az LZ 127-ét, de az átmérője jelentősen, 41 méterre nőtt. Hajtómotorjait a Mercedes-Benz



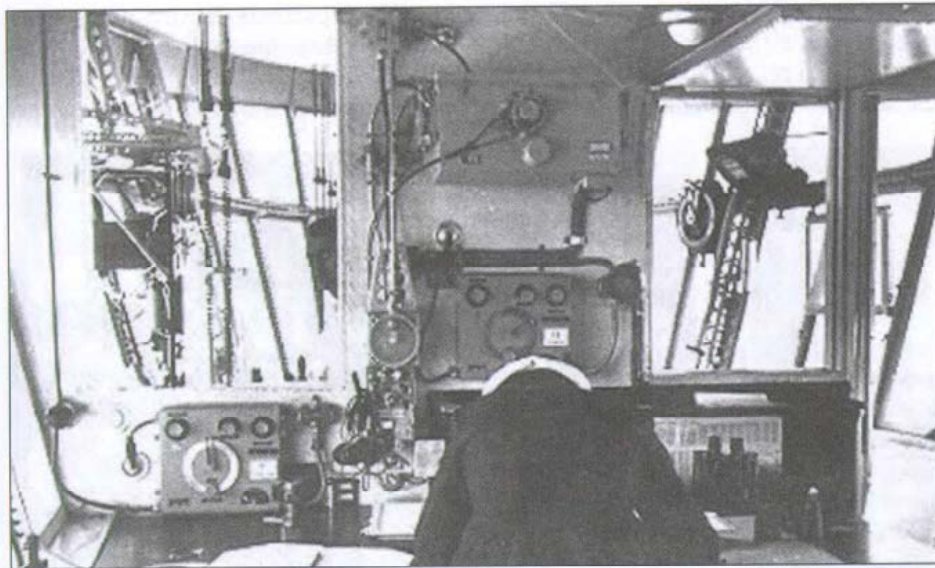
42. ábra. Leszállás irányadókkal

cég szállította, a négy motor egyenként 1200 LE-t teljesített és 125 km/ó utazósebességet tett lehetővé. A frankfurti utazási iroda úgy reklámozta, hogy két nap alatt átviszi utasait az Egyesült Államokba.

Három iránymeghatározó vevőkészülék szolgált a léghajó fedélzetén, a gondolában lévő navigációs fülkében (41. ábra). Az első, Telefunken E397N típusú „A” vevő a navigációt szolgáltatta ki a repülés alatt. A hajó fekvését állapította meg iránykereszteszés által, de használni lehetett ún. robotpilótaként is, követve egy rádiósugár indikált irányát. Hosszúhullámú tartománya 300 métertől 1800 méterig terjedt, és forgókeretét a navigátor helyéről bowdenhuzalokkal lehetett beállítani.

Ezen felül két másik irányító vevőkészüléket, a „B” és a „C” jelűt alkalmazták a rossz időjárásnál történő leszállás segítésére. (A 41. ábrán középen fent az „A” jelű iránymérő fővevő, a navigátor feje felett a „B” vevő, balra a „C” vevő látszik.)

A léghajó alján elől kompenzált mérőkeretet helyeztek el az „A” és a „B” vevők részére. Közvetlenül a kabin előtt volt a „C” iránymérő kerete az oldalirány meghatározás részére. Mindegyik készüléknek volt egy iránymutatója. Mindegyik mutató ellenőrzött egyet a három vevőkészülékből, ame-



41. ábra. A navigációs gondola belseje Lehmann kapitánnyal és a földi árboc megtalálását szolgáló iránymérőkkel (1936-os felvétel)



36. ábra. Az LZ127 vészhelyzeti RH adóvevője

kerce 14 V szabályozott egyenfeszültséget adott a fűtőakkumulátorok töltéséhez. Hasonló szabályozóval látták el, mint a gépkocsikon levő töltődinamókat. A generátor második tekerce az adócsövek részére 1500 V nagyfeszültséget szolgáltatott.

Egy második légáram-generátor a léghajó világítási telepét töltötte, egyidejűleg a tartalék aggregátor szerepét is betöltötte. A nagy akkumulátortelep szükség esetén a vezető-gondolába beépített benzinmotoros aggregáttal is fel lehetett tölteni.

Érdekesség, hogy a léghajóra beérkezett táviratokat *Luftschiff Graf Zeppelin D-LZ-127* feliratú nyomtatott távirat-úrlapra gépelték és így kézbesítették az utasoknak vagy a kapitánynak. Az első léghajós Amerika-utazás közben az állami összegezés szerint a rádióberendezések 484 magántáviratot



37. ábra. A csepeli rádióállomás 1 kW-os légiforgalmi adója

38. ábra. Az LZ129 jelű Hindenburg léghajó



közvetítettek 10 454 szóval, és 160 sajtótáviratot 8395 szóval. Ezen kívül ellátták a nagyon terjedelmes időjárás- és biztonsági szolgálatot.

A *The New York Times* 1928. október 16-án hozta le az írást: „Óceánjáróhoz hasonló rádió elhelyezve a Zeppelin-en” címmel. Az állomás és a felépítmény megtekintéséről az alábbi szavakkal írtak: „Szakértők szerint a felszerelés a *Graf Zeppelin*-en a valaha készült legjobb, és összehasonlítható egy modern transatlanti óceánjáróval.”

Ami a *Graf Zeppelin* léghajó 1929. évi világutazását illeti, jelentős eredmény a kapcsolattartás távolsága, amely legjobban hozta a tapasztalatokat. Erre az utazásra üzemi hullámhossznak a 35,4 méteres, a 25 méteres és a 16,5 méteres rövidhullámokat választották ki, de éjszakánként az 53 méteres hullámhosszat is használták. 27 és 30 méter között a vétel kedvezőtlen volt, ugyanis ezen a szélességi fokon erős helyi zavar volt észlelhető.

Rövidhullámú adóval képesek voltak éjszakánként nagy rendszerességgel 6000 km távolságra is kapcsolatot létesíteni. Rövidhullámú vétel szempontjából nem nyertek újabb tapasztalatokat, ugyanis hasonló nehézségek mutatkoztak a léghajón is, mint amelyeket akkoriban a repülőgépeken észleltek.

A helyi zavarok kialakulását elektromos és mechanikai okokra lehet vezetni. Ez magyarázható azzal, hogy a távolság a vevőkészülék és a legközelebbi robbanómotor között mintegy 30 méter volt. A gyújtászavart egy sokmenetű kisméretű tekeres csillapította, mint a repülőgépeken. A léghajón minden elektromos készüléket (zavarsűrítő) védőtekerccsel látták el a nagyfrekvenciás zavarok csökkentésére. A sok tekeres csak csekély súlygyarapodást okozott a léghajóban. Az akusztikai zavarok a repülőgéppel ellentétben nagyon alacsony szintűek voltak. Mint említettük, a motorok távol vannak a vevőkészüléktől és a rádiókabin akusz-

tikailag jól szigetelt falakkal épült (34. ábra).

1931 júliusában – szovjet-német együttműködési megállapodás keretében – a léghajó végigjárta a szovjet sarki területeket a Szevernaja Zemljáig és vissza. A repülés alatt a meghívott szovjet tudósok számos új szigetet fedeztek fel.

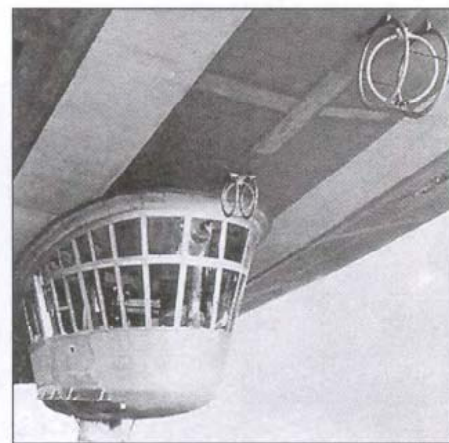
A rádiós személyzetet *Duncke* vezetésével, *Leo Freund* másodtiszt és *Ernst Krenkel* orosz távirász képezte. *Krenkel* tapasztalt sarkvidéki távirász volt, többször telet a sarkkörön túl.

1935 decemberig a *Graf Zeppelin* léghajó 1,35 millió kilométert hagyott maga mögött és összesen 12 000 utast szállított.

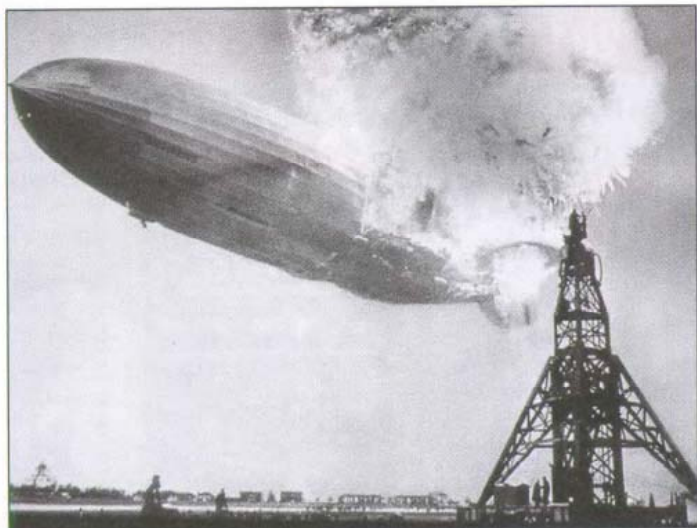
Az LZ 127 *Graf Zeppelin* léghajó 1931. március 29-én járt Magyarországon, és a repülése alatt folyamatosan kapcsolatban állt a Mátyásföldi repülőtér rádió-kirendeltségével.

A Budapest-Mátyásföldi repülőtér rádiószobájában egy érzékenynek jellemzett öt csöves vevőkészülék vette a jeleket, adásra pedig a csepeli rádióállomáson elhelyezett (a Posta Kísérleti Állomás által készített) 1 kW-os adót használták (37. ábra).

(*Nagyszüleim Budán, a Retek-utcában laktak, a későbbi Olaszfasorban.*)



39. ábra. Az LZ129 Hindenburg kis navigációs gondolája, előtte fent az iránymérő keretantennák



49. ábra. Az LZ129 *Hindenburg* katasztrófája Lakehurst-ban (USA)



50. ábra. A *Hindenburg* léghajó maradványai



51. ábra. Mai, héliumtöltésű séta-léghajó

másodperc beszéd-kimaradásnál már visszakapcsolt vételre. A rövidhullámú adó (az 43. ábrán balra) típusa Telefunken S 355 F volt, teljesítménye ugyanolyan, mint a másik adóé, és 4,3...17 MHz között volt hangolható. A sugárzója egy lambdanegyedes uszályantenna volt, a használt hullámnak megfelelő hosszúságban kiengedve. Az állomáson két egyforma, négycsöves, „minden hullámra” alkalmas, Telefunken E381H típusú vevőt használtak (44. ábra és 45. ábra), amely a 43. ábrán középen látható. A vevők 10 sávon, 15 kHz-től 20 MHz-ig voltak vételkészek. Utazás közben a léghajó képes volt olyan kapcsolatra, mint a z.B. Chatham Rádió / WCC-vel létesített 4400 tengeri mérföldes összeköttetés.

A szükséges villamos teljesítményt egy belsőégésű robbanómotorral hajtott generátor biztosította, szolgáltatva az elektromos energiát a léghajó világításához, a rádióberendezéshez és a fűtőáramot az elektromos konyha részére. A rádiók csövei a fűtő- és anódfeszültséget a szokásos átalakítók segítségével kapták. A vonalakon szűrőket helyeztek el, kiküszöbölve a zavarokat és az interferenciákat.

A vevők tápegységeit két akkumulátortelep képezte. Mindkét telep, az A és a B egy-egy vevőt táplált. Az akkumulátorok töltése repülés közben történt.

A léghajóban az utasok kényelmét igyekeztek az óceánjáró hajókéhoz hasonlóan minden lehetséges eszközzel biztosítani (46., 47. és 48. ábra).

Az LZ129 *Hindenburg* léghajó az Egyesült Államokban, Lakehurstban 1937. május 6-án történt leszállása so-

rán szerencsétlenül járt. A fedélzeten levő 97 személyből a baleset 36 áldozatot követelt. A léghajó érkezése akkora esemény volt, hogy számos fotó- és filmriporter tartózkodott a helyszínen. Több jó minőségű fénykép és filmfelvétel örökítette meg a tragikus eseményt (49. ábra).

Az új kutatások szerint a léghajó burkolatának festése statikusan feltöltődött. Egy szikrakisülés történhetett, talán a földi árboc kikötőkötélével érintkezve, és a léghajót állandóan körülvevő hidrogén-gázfelhő lángba borult. A hatalmas tűz után a léghajóból alig maradt valami (50. ábra).

A katasztrófa után a hidrogén töltésű utasszállító léghajók gyártását és utasszállító repülését a németek felfüggesztették. Az elkészült LZ-130-ra (*Graf Zeppelin II.*) már nem találtak békés feladatot. A német légügyi hatóság a hidrogéntöltet miatt még Németországban belül sem engedélyezte az utasszállítást. *Hermann Göring* légügyi marsall 1940 elején elrendelte az egykor nagyon sikeres LZ127, az elkészült LZ130, valamint a féligkész LZ131 szétszerelését. Valamennyi híres léghajót megsemmisítették.

Friedrichshafenben ma is lehet léghajóval repülni egy héliumtöltésű, biztonságos léghajóval, de az ottani séta-léghajó már nem igazi Zeppelin (51. ábra).

Felhasznált irodalom:

B. L. Gottwaldt : A Norge rádióállomása és a rádiószolgálat a léghajón. (Roald Amundsen: Az Északi-sark meghódítása c. könyvéből)

H. Busch: Az LZ 129 *Hindenburg* léghajó. (Fordítás: Balás Dénes) Fényképek: 1: DEBEG, 2: Trenkle Band I, 3. és 4: TV-Sender PHÖNIX

H. Busch: Az LZ 127 *Graf Zeppelin* léghajó (Fordítás: Balás Dénes) DEBEG és FTrenkle, Band II.

František Béhounek: Az Északi-sark Robinsonjai. Móra Ferenc könyvkiadó, Budapest, 1961.

Umberto Nobile: A Pólus, életem kalandja. Gondolat kiadó, Budapest, 1982.

Magyar Rádió Újság: Miért tévedt el a Norge? Budapest, 1926. május 29.

Otto Reuter: Tengeri rádió munkakör – Tapasztalatok – Problémák – Beszámoló HEFT 4/1967. Németország (Fordítás: Balás Dénes) Otto Reuter tapasztalt léghajó-távírást volt, az itt leírtakon kívül utazott a *Graf Zeppelin*en (LZ 127) és lényegesen korábban az LZ 8 (*Deutschland II.*, építési év és meghibásodás 1911) és LZ 9 (1911–1914) továbbá a Tengerészeti Szolgálat M-IV. léghajóján, amely a „Nagy vigyázó rendszer”-hez tartozott.

E. T. Krenkel: Hívójelem: RAEM Gondolat kiadó. Budapest. 1977. Kárpáti könyvkiadó. Uzsgorod.

Gasparik László: Töredékek, emlékezősek a magyar rádió szolgálat 10 éves múltjából (A csepeli rádióállomás 10 éves története). Kiadta: A m. kir. Posta csepeli rádióállomásának személyzete, Budapest, 1924.

Mende Jenő: A drótnélküli telegráfia. Dick Manó kiadása, Budapest, 1921.

Franco Soresini: Le radio del Generale Nobile. A.I.R.E. kiadása, 2003.

Francesco Ginerra: Radiogoniometro Marconi per uso di bordo. La Radio e la Guerra (szerkesztett kiadvány). Mose Edizioni, 2003.

Lloyd E. Darling : For the Radio Experimenter How Radio Aided the R-34. Popular Science Monthly, 1919 augusztus.

Il „Conte Zeppelin” e la strumentazione di bordo. Radio Technica, 1928. október 9.

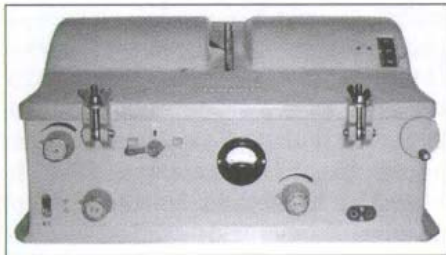
How the Zeppelin Raiders Are Guided by Radio Signals. Popular Science Monthly, 1918. április, 632-634 oldal



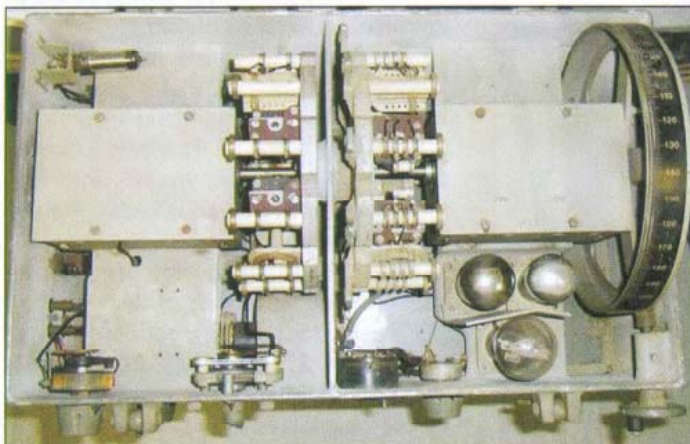
43. ábra. Az LZ129 Rádióállomása

lyek a leszállóhelyen lévő ún. földi árbocot (kikötő-pilont) néhány méterre pontosan beirányozták. Ezek a készülékek C 111/35 típusjelzésűek voltak, gyártójukat nem sikerült azonosítani, a használható frekvencia sáv 157...415 kHz-ig terjedt.

A kikötőhelyen három 20 W-os, teherautókra szerelt, hosszúhullámú adót alkalmaztak, amelyek egy-egy teleszkóp-antennával sugároztak. Ezek segí-



44. ábra. A Telefunken E381H vevő



45. ábra. A kidobozolt Telefunken E381H vevő

tették a léghajót a kikötőpilon megkeresésében.

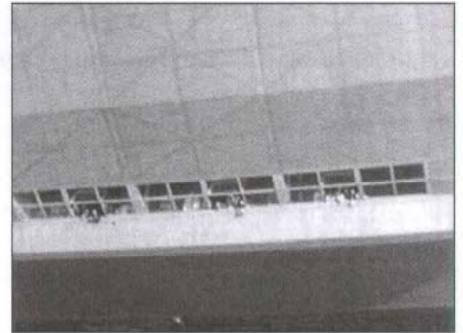
Az elsőt, vagyis az „A” adót a földi árbocból 1 km-re délre, a másodikat, vagyis a „B” adót 1 km-re északra, a harmadikat, a „C” adót pedig 1 km-re keletre állították fel (42. ábra).

A léghajó kikötési navigációja a következő módon történt. A léghajó először az „A” adónak repült, mégpedig pontosan délről. Miután az „A”-n áthaladt, pozíciója az „A”-tól 180 fok, a „B”-től 0 fok lett. A léghajó pontosan az A-B vonalon mozgott. Amikor 90 fokra észlelte a „C” adót, befordult keleti irányba és pár méterre megtalálta a földi árbocot.

A rádióállomást nem a gondolába, hanem a léghajótestbe építették be, közvetlenül a gondola felett, de a léghajótest hasi részén középen. Ez a tisztek szállásának közelében volt, a tenge-



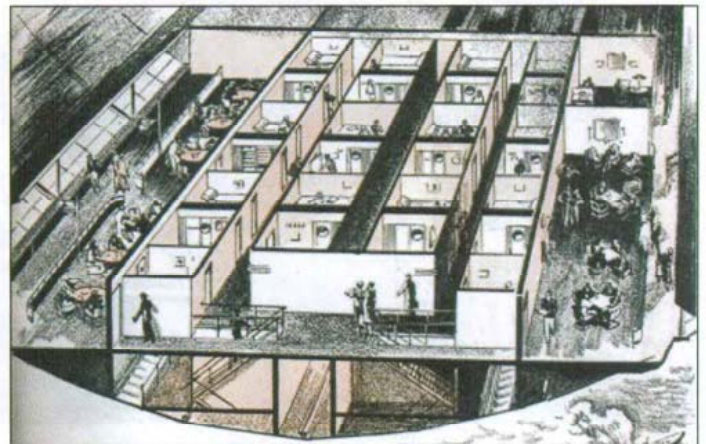
46. ábra. Ebédlő az LZ129 Hindenburg fedélzetén



47. ábra. Az LZ129 Hindenburg utasfedélzetének ablakai kívülről

ri hajókon is szokásos módon, s ahonnan a távirászás a mélybe engedhette az antennát.

A 43. ábrán háttal ülő Specht úr volt a rádióállomás vezetője. A képen jobbra levő hosszúhullámú adó Telefunken S 354 F típusú, 111 kHz és 525 kHz között folyamatosan (minden hullámhosszra) hangolható volt. Anódmodulációt használt. A1 üzemmódnál 200 W-ot, A3-nál 125 W-ot sugárzott az antennával. A sugárzó két huzalból álló, 120 méter hosszú antenna volt, egy motoros feltekerítő, illetve kieresztő csörlővel. Adónak és vevőnek ugyanazt az antennát használták, az átkapcsolás – amikor a mikrofonba beszéltek – automatikusan történt. A rendszer fél



48. ábra. Utasfedélzetek az LZ129-en

FlexProg és MaxProg, a tanítható programozók

Vörös Tamás tanár, adlerson@freemail.hu

A 2012 októberi és novemberi „Rádió-technika” hasábjain nagyvonalakban bemutatunk egy FlexProg-nak elnevezett sokoldalú, tanítható eszközt és szoftvert, amely nagy segítség lehet a különféle memóriák, IC-k programozásához vagy akár a fejlesztőmunkához. Az akkori terjedelmi korlátok nem tették lehetővé a részletes ismertetést, így a következőkben bővebben pótoljuk azt. Ezenkívül megismerkedhetünk a FlexProg nagytestvérével a MaxProggal, amely hasonló szoftveres „tudás” mellett jóval több kivezetéssel rendelkezik.

Általános ismertetés

A kisebbik modul elkészítésének ötletét egy rég elfeledett PROM áramkör programozásának szükségessége adta. Az adatlapja ugyan fellelhető volt, de programozót már nem lehetett találni hozzá. Mivel az ilyen eset elég sokszor előfordulhat – nemcsak a múltba, hanem a jövőbe tekintve is új eszközök esetén –, ezért született meg a tanítható programozó első példánya.

A komplett eszköz két egymástól jól elkülönülő részből épül fel. Az egyik rész a hardver, amely a tényleges fizikai kapcsolatot valósítja meg a programozandó alkatrészrel. A másik rész pedig a szoftver, esetünkben egy Windows XP alatt futó alkalmazás. Itt lehet a hardvert felkészíteni az alkatrész fogadására, itt tudjuk a betöltendő és a kiolvasott adatokat kezelni, megnyitni, elmenteni. Mindehhez csupán az adott alkatrész gyártója által kiadott adatlapra van szükség, amely részletesen, jelalak szinten tartalmazza a programozási metódust. A szoftver a „tanítás” után képes fájlba menteni a programozás eredményét, így legközelebb, ha újra ezt az IC-t kell kezelnünk, már csak meg kell nyitni az alkatrészfájlt, és a rendszer máris készen áll az adott alkatrész kezelésére, írására, olvasására. A hardver és a szoftver USB-n keresztül tartja a kapcsolatot egymással, így akár notebookról is teljesértékűen használható. Nincs szükség a gépen kívül soros meg párhuzamos portokat lét-

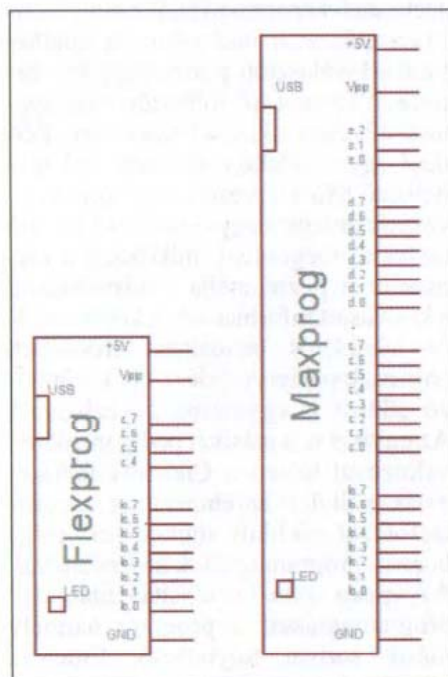
rehozó egyéb hardverekre, amelyekkel – főleg a soros illesztőkkel – a jelszintek tekintetében meglehetősen sok probléma akad. A szoftver szabványos illesztőt használ, így a kommunikációval magasabb verziós operációs rendszereken sem lehet gond. Tesztelve W2K és XP rendszereken lett.

Az alkalmazást futtató PC-vel kapcsolatban szinte nem is érdemes követelményeket megfogalmazni, mert az a tapasztalat, hogy amelyiken a W2K meg az XP jól működik, azokon a program is hibátlanul és gyorsan fut. A mai notebookokat tekintve pedig mondhatni az 1 GHz feletti órajel és a 256 MB feletti RAM már általános, sőt... A program megelégszik 4-5 megabájtnyi merevlemez területtel is. Akár pendrive-ról is elfut, de a stabil működés elérése érdekében érdemes a gépre telepíteni. Egy dolgot azonban mindenképpen meg kell fontolni: a nagyteljesítményű processzorok és a gigabájtos RAM-ok korában is a gép csak akkor lesz megbízható és pontos, ha a háttérben nem futnak – akár akarattunktól függetlenül is – jelentéktelennek tűnő, ámde az erőforrásokat alattomosan fel-

zabáló frissítésre figyelmeztető vagy egyéb, már rég elfeledett programok.

Elkészülte után azonban gyorsan kiderült, hogy a FlexProg nemcsak alkatrészek kezelésére alkalmas. Nagyon jól használható jelgenerátorként, akár néhány száz Hz-ig is, illetve logikai analízisrészként, vagy mérésiadat-gyűjtőként is megállja a helyét. Praktikus alkalmazása lehet egyszerre 8 vezeték logikai szintjének vizsgálata (data logger), persze nem túl nagy mintavételi sebességig.

A FlexProg 13 db szoftveresen vezérelhető kivezetéssel rendelkezik. Az első példány használata során jól érzékelhető volt, hogy ezzel a 13 lábbal gyakorlatilag a modulnak szánt feladatok 90%-a megoldható. A néhány speciális eset miatt készült el a MaxProg, amelynek már 28 db vezérelhető kivezetése van. A két hardver Eagle-lel készített alkatrészrajza az **1. ábrán** látható. Mindkettőben fő közös elem a „B” típusú USB csatlakozó és a modulokon elhelyezett LED. A PC-hez egy olyan USB kábelre van szükség, amelynek egyik felén „A”, a másik felén pedig „B” típusú dugó van. (Ez a kábel bármelyik modul és a szoftver megvásárlása esetén természetesen „jár” mindkét eszközhöz. -A szerk.) A modulokon elhelyezett LED alkalmas a működés nyomonkövetésére, de akár külön be és ki is kapcsolható szoftveresen is. A modulok másik fele egy-egy hüvelysáv, amelybe tükessort, vagy egyszerűbb felhasználás esetén csupasz huzalt dugaszolva már indulhat is az adatfolyam a külvilág felé. A modulok GND vezetéke össze van kötve az USB csatlakozó GND pontjával, a +5 V pedig közvetlenül kerül kivezetésre a portról. Innen egyszerűbb áramkörök nyugodtan elláthatók tápfeszültséggel. A modulok alap áramfelvétele milliamper nagyságrendű, a portot pedig nyugodtan terhelhetjük néhány 100 mA-rel is. Persze ilyenkor szokták azt kérdezni, hogy ez nem teszi-e tönkre a számítógépet? A válasz egyszerűen a nem, a kérdés pedig fel sem merül, mikor ugyanezek az emberek mobiltöltőként használják a portot vagy éppen egy kávémelegítő



1. ábra

MAXWELL digitális multiméterek

MX-25 500

4 digités, PC-kapcsolat



Hangnyomásszintmérés:

LO: 35...100 dB
HI: 65...130 dB
30 Hz...10 kHz
±3,5 dB pontosság

Megvilágításmérés:

0,01 lx...40 000 lx
±5% pontosság
Si fotodióda, szűrővel

Páratartalom mérés:

25%...95% rel. páratart.
±5% pontosság
6 perc érzékelési idő

Hőmérsékletmérés:

-20...+1400 °C
0,1 és 1 °C felbontás
±3,5% pontosság

Maxwell szoftver,
RS-232 kábel,
K-típusú hőmérőszonda

csak bruttó
16.990 Ft

MX-25 201

3 1/2 digités kijelzés



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

dióda-,
tranzisztor-
teszt,

szakadás-
vizsgálat

mérőzsinór,
hőmérőfej,
műanyag
védópapucs

csak bruttó
5.490 Ft

MX-25 303

3 3/4 digités kijelzés



automatikus
mérésátár-
váltás

DC: 1000 V,
10 A
AC: 750 V,
10 A
R: 40 MΩ
C: 100 μF
f: 10 MHz
T: -40...
+1000 °C

dióda-,
tranzisztor-
teszt,
szakadás-
vizsgálat

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

csak bruttó
8.990 Ft

Megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában: Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P: 9-14 óra.

Utánvétellel is megrendelhetők, a postai és csomagolási költségek felszámításával.

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

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

MX-25 304

3 1/2 digités kijelzés



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

dióda-,
tranzisztor-
teszt,
szakadás-
vizsgálat

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

csak bruttó
12.990 Ft

MX-25 404

in-circuit R-C-D mérő

csak bruttó
6.990 Ft

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



I AC: 0-200 A
(40-400 Hz)
Kimenet:
1 mV/A AC
Befogható vez.:
Ø 16 mm



A következő
MX-típusú
MAXWELL
DMM-ekkel
használható:

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

MC-25 691

AC lakatfogó adapter

csak bruttó
3.990 Ft

> Mastech <

MS-2101

AC-DC univ. lakatfogó műszer



I DC: 0,1-1000 A
I AC: 0,1-1000 A
U DC: ...1000 V
U AC: ...750 V
R: ...40 MΩ
C: ...40 μF
f: 100 kHz
T: -40...+750 °C.

4 digit. kijelzés,
dióda- és
szak.vizsgálat;
aut. kikapcs.,
adattartás;
hordtáska
+ mérőzsinór,
+ hőmérőfej

csak bruttó
17.990 Ft

Tartozékok a multiméterekhez:

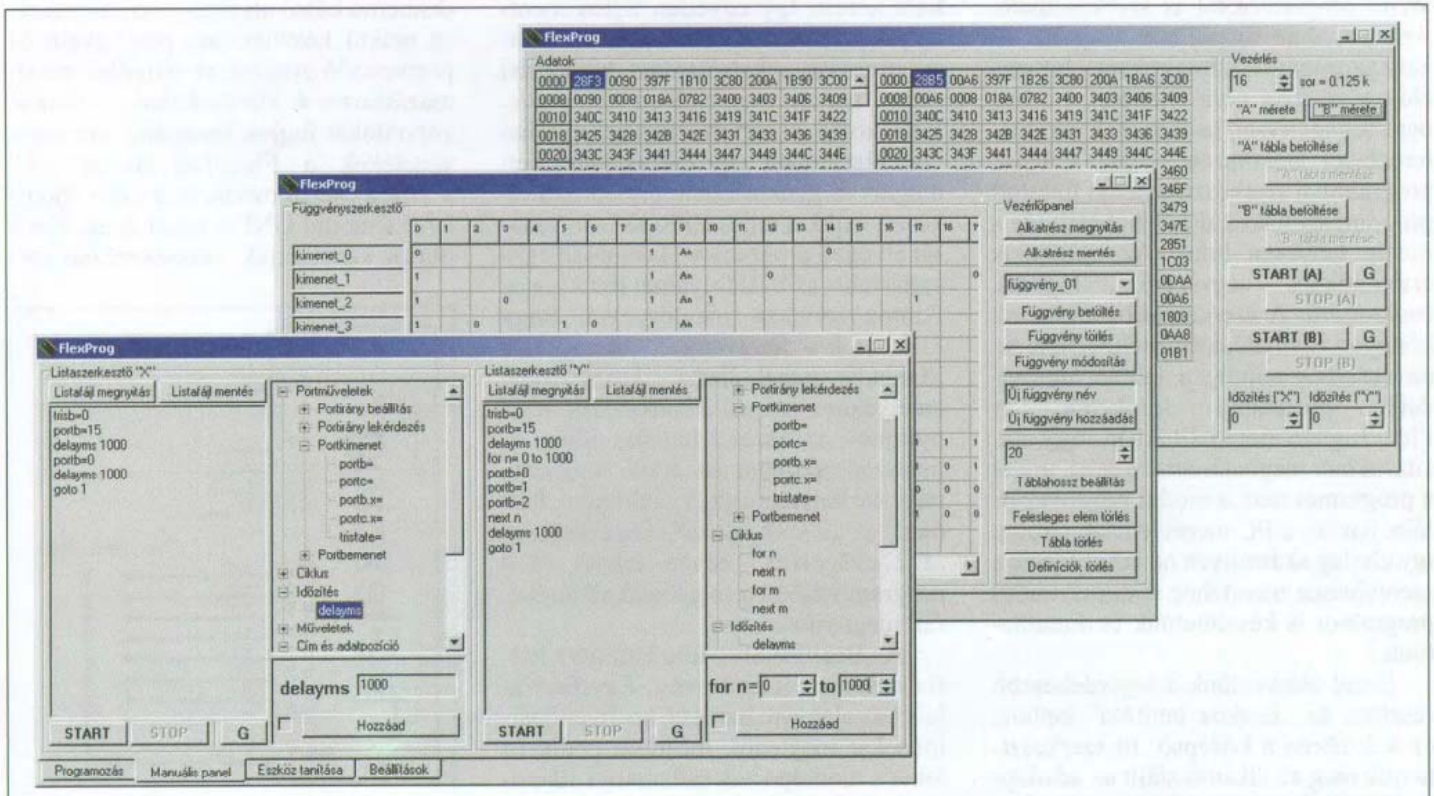
Tapintóhőmérő (K-típ.) MX-25 104, MX-25 201,
MX-25 303, MX-25 304 és MX-25 501-hez, á.: 1490 Ft.

Nézzük meg ezt egy példán keresztül! Tegyük fel, hogy egy 27C32-es EPROM-ot szeretnénk felprogramozni. Az EPROM adatlapjában fellelhető a pontos programozási procedúra folyamata, így a modul kivezetéseit a megfelelő sorrendben vezérelve egy adattábla tartalma az eszközbe tölthető. Az elkészített és tesztelt utasítássorozatot elmentjük egy fájlba. Amikor legközelebb egy ilyen 27C32-est kellene felprogramozni, csak megnyitjuk az utasításfájlt, majd betöltjük a felhasználói programba a beégetendő adatfájlt, a programozási folyamatot elindítjuk, és az adat betöltődik az EPROM-ba. Hasonlóképpen tehetünk az adattartalom kiolvasásánál is. Mivel a különféle eszközök programozási művelete eléggé eltérő lehet, az éppen használatos eszközhöz használatos „.pcf” fájl megnyitása után már programozható is az adott IC. Ezzel a módszerrel csaknem bármely manapság előforduló programozható eszköz, memória, mikrovezérlő kezelése megoldható.

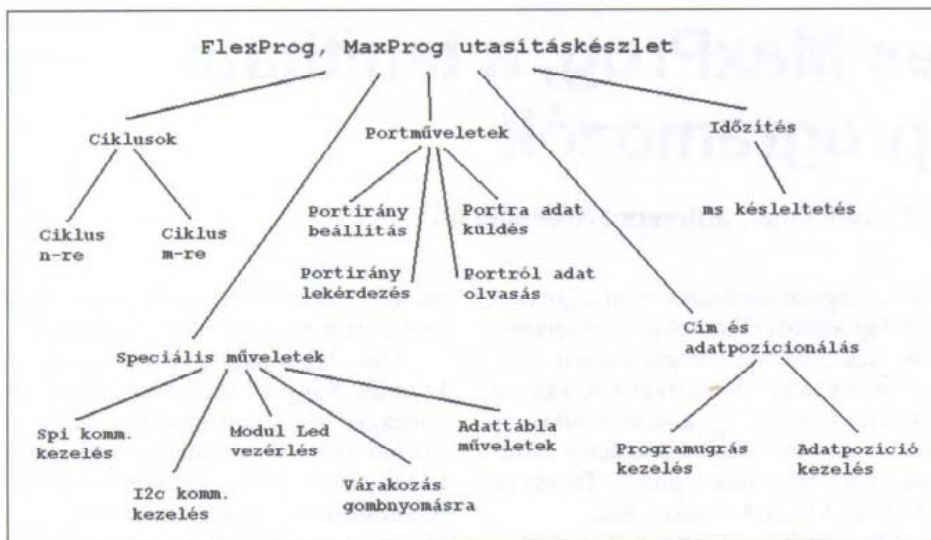
A modulokhoz tartozó alkalmazás nagyon egyszerű felépítésű. Mellőzve a bonyolult menürendszereket mindösszesen négy lapból áll, mint ahogyan az a **3. ábrán** látható. A lapok közti váltást a programablak bal alsó részén található fülek biztosítják.

A „Programozás” lapon – ábrán a leghátsó ablak - található adattáblákat „A”-val és „B”-vel jelöljük. A jobb oldali vezérlőpanelen felül beállíthatjuk mindkettő méretét, egymástól függetlenül is. A sorok számának megadásával azonnal megtudhatjuk az igényelt tárhely méretét is kbyte-ban vagy kwordben. A táblák adattal való feltöltése többféleképpen is lehetséges. A legegyszerűbb esetben az első sor első pozíciójába gépeljük valamilyen, legfeljebb négy karakterből álló hexadecimális adatot. Ez praktikus lehet „0000” vagy PIC esetében „3FFF”. Ezután az aktuális táblába jobb egérgombbal kattintva válasszuk a „Tábla kitöltése az első adattal” menüpontot. Ekkor az üres tábla megtelik az első pozícióban lévő adattal. A második mód egy külső adatfájl betöltése. A FlexProg és a MaxProg a *.bin, a *.hex és a *.csv kiterjesztésű fájlokat képes értelmezni. A bin fájlok egyszerű bináris formában tartalmazzák sorrendben az adatokat. Előnye ennek a formátumnak a relatív kis helyigény, hátránya viszont, hogy fájlsérülés esetén a megmaradt adatok pozíciója nem határozható meg egyértelműen. Semmiféle hibajavító eljárást nem használ a formátum. A hex fájlok szöveges formátumban tartalmazzák az adatokat. Egyértelmű hátránya a bin formátummal szemben a

nagyobb méret, viszont adatpozíciót és ellenőrző bájtot tartalmaz minden sor. Az adattábla tartalmának gyorsabb elő- és utófeldolgozásának érdekében a „csv”-formátum a megfelelő választás. Ezt a formátumot ugyanis egyszerűen felismeri a közkezdvelt Excel is. A csv-fájlban esetünkben pontosvesszővel vannak elválasztva az adattábla adatai, ráadásul a sor-oszlop szerveződést megtartva. Ezzel a megoldással egyszerűen végezhetünk műveleteket az egész adattáblán, majd visszatöltve a FlexProgba, máris az új adatokkal dolgozhatunk tovább. A használat során arra mindenképpen ügyeljünk, hogy az adattáblák minden sora nyolc adatszót tartalmaz, így ha a csv-fájlban csak mondjuk hat szó szerepel soronként, akkor az adattáblában is így lesz. A program természetesen az adattáblák tartalmát a kiválasztott formátumba menteni is tudja. Bár az adattáblák alapértelmezésben bjtot szerveződésűek, természetesen bjtokat is meg lehet jeleníteni bennük. Ekkor a bájttal kezdődő a „00”. Így például az „A5” bájttal az adattáblában „00A5”-ként fog megjelenni. Az utasítássorozat elindítására és megállítására szolgálnak a START és STOP gombok. A START gombok melletti G feliratú gombok az esetleges várakozás gombnyomásra utasítás feloldására szolgálnak. Az időzítés me-



3. ábra



2. ábra

csatlakoztatnak rá... Természetesen ügyelni kell a vezetékezésre, mert az USB táphazardot nem szereti a gép, de már szinte mindegyik alaplapon van védelem ilyen malőrök esetére. (Persze az alaplappal kapcsolatban tájékozódni érdemes.) Egy memória programozásához vagy néhány LED csatlakoztatásához minden bizonnyal problémamentesen felhasználható az USB. Használjuk tehát bátran, de nagy figyelemmel az „USB tápegységet”.

A FlexProg összesen 13 vezérelhető kivezetéssel rendelkezik, míg a MaxProg 28-cal. Az egyes kivezetések természetesen külön-külön is állíthatók, de nyolcasával buszként is kezelhetők. A FlexProg így „másfél buszt” bocsát a felhasználó rendelkezésére, míg a MaxProg hármat, és mellette még három lábát. A memóriaáramkörök (EPROM, FLASH stb.) programozásához általában szükség van egy +5 V-ot jelentősen meghaladó feszültségre is. Az esetek döntő többségében ez kb. +12 V. A modul ezt is generálja a vezérelhető Vpp lábán keresztül. Ez egy háromállapotú láb, de nem a klasszikus értelemben, mert csak kimenetként állítható be, a 0 V, +5 V és +12 V feszültség szintek valamelyikére. A kivezetésekkel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a Vpp kivételével kimeneti módban forrásként (source) és nyelőként (drain) működhetnek, kb. 10-20 mA-ig. Ez azt jelenti, hogy a kimeneteket 240 ohmos ellenállásokkal is nyugodtan megterhelhetjük. Bemenetként konfigurálva a CMOS áramköröknél megszokott bemeneti impedanciára számíthatunk. A lábak – a Vpp kivételével – a szokásosan előforduló hazardok ellen védettek. Ellenben +5,6

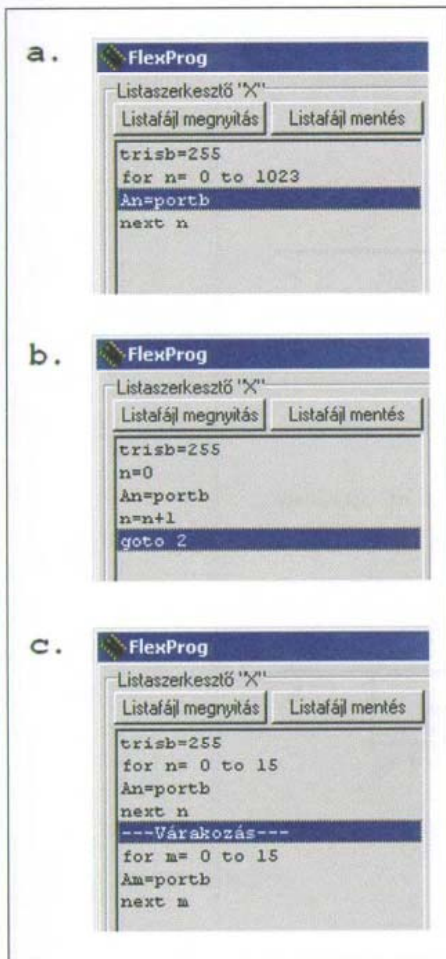
V-nál nagyobb szintek használatakor – soros ellenállás nélkül – természetesen könnyen tönkremennek. A Vpp láb kb. 20-30 mA-rel terhelhető, nagyobb terhelés esetén a feszültség értelemszerűen csökken.

A 2. ábrán a kétféle modul utasításkészlete látható. Az utasítássorozat elkészítése mindösszesen ötféle típusra vezethető vissza. A legfontosabb a „portműveletek” csoportja, mivel ezek segítségével kezelhetjük a modulok kivezetéseit. A portműveleteket négy alcsoportba sorolhatjuk: az egyes kivezetések adatáramlási irányát felhasználás előtt be kell állítani. A háromállapotú láb kivételével a kivezetések akár egyesével is konfigurálhatók bemenetnek vagy kimenetnek. A portirány természetesen lekérdezhető is. Az irány beállítása után akár már adatot is küldhetünk a kiválasztott portra vagy kivezetésre. Az utasítások többszöri végrehajtását célszerű ciklussal megoldani. Például egy 2 kilobájt adatterülettel rendelkező bájt szervezésű memória kiolvasását érdemes egy 0-tól 2047-ig futó ciklussal megoldani, miközben a ciklusváltozó pozicionálja az adattáblában a kiolvasott információt. A kétdimenziós adatelérés biztosítása érdekében (sor-oszlop szerveződés) két különböző ciklust is egymásba ágyazhatunk. Az egyiket n, a másikat pedig m ciklusváltozóval léptetve. Ciklusok felhasználása nélkül is létrehozhatjuk az utasítássorozatot ciklikus működésűvé, meg hozzá a programugrások használatával. Az éppen aktuális utasítás után egy programugrással a program bármely másik sorban folytatható. Érdemes azonban a programugrásokkal vigyázni, mert könnyen végtelenített prog-

ramfutás érhető el. Az adattáblában éppen érvényes pozíciót is módosíthatjuk, azaz bárholnan olvashatunk és bárhová írhatunk a táblán belül, nem szükséges az olvasott vagy írandó adatokat sorban elhelyezni. Ez praktikus az „n” és „m” adatpozíciót meghatározó változók értékének szinte tetszőleg megadását jelenti. Ahhoz, hogy a program futását láthatóvá tehesük, le kell azt lassítani. Ezt tehetjük meg a késleltető utasítás kiadásával. Ez nem okoz a modul és a felhasználói program között adatforgalmat, az időzítést teljes egészében a PC felügyeli. Akkor is szükség lehet a késleltetésre, ha az adott feladathoz a modulok sebessége túl nagy bizonyul. 20-30 ms-os késleltetésekkel az egyes utasítások között a program futása szépen lassítható.

Aki az eddigieket át tanulmányozta, annak úgy tűnhet, hogy a FlexProg és a MaxProg csupán a párhuzamos elérési eszközöket támogatja. A kis és közepes sebességű adatátvitelben a soros elérési eszközök szinte egyeduralmuk a kevés lábszám és az egyszerű áramkörü környezet igénye miatt. Gondoljunk csak az I2C vagy a SPI EEPROM-okra vagy akár az SD kártyára, de ide sorolhatjuk a mikrovezérlők jó részét, többek között a PIC-eket is. A modulok utasításkészlete tartalmaz összetettebb parancsokat is, mint például az I2C-, illetve a SPI-buszra írás vagy arról olvasás. Ezekkel a magas szintű utasításokkal már akár PIC programozót is készíthetünk mindösszesen két darab külső ellenállás felhasználásával (ne feledjük, a +12 V elérése adott a modulon!). A speciális műveletek között megtaláljuk még a panelel lévő LED be- és kikapcsolásához szükséges utasításokat is. Ezek általában összetettebb programok esetében használhatóak leginkább, visszajelzési céllal. A program futását szakaszokra is bonthatjuk, a továbbhaladást pedig a felhasználói program egy gombjára kattintáshoz köthetjük. Ezt a funkciót is csak a PC felügyeli, adatforgalmat nem generál a modul és a számítógép között.

A rendszer működésének alapelve tehát a következő: a FlexProg vagy MaxProg moduljának utasításkészletéből a felhasználó építi fel az aktuálisan kezelendő IC által igényelt utasítássorozatot. Ezt a tulajdonképpeni programvezérlést egy fájl formájában akár el is lehet menteni a számítógépre „pcf” kiterjesztéssel. Ezt a fájlt a későbbiekben megnyitva újra elvégezhetjük az adott alkatrészen a kívánt műveletet.



5. ábra

tekkel), de az egészet egy buszként is. Ekkor egy bájtnyi hely szükséges a teljes portinformáció tárolására. A kivezetéseket normál felhasználás esetén nem szükséges külső védelemmel ellátni, de aki biztosra szeretne menni, beépíthet soros 1 kohmos ellenállásokat a bemenetek elé és 100 ohmokat a kimenetekhez. A modulokat működtető mikrovezérlők kivezetései közvetlenül csatlakoznak a hüvelysávhoz, így bizonytalan külső feszültség szintek használatakor azért fontoljuk meg a soros 1 kohmokat. Lássuk először a „data logger”-t. A működtető programot több formában is elkészítettük. Az **5. ábra** felső, **a)** részletén négy sorban megírt programnak akkor vesszük hasznát, ha előre tudjuk, hogy mekkora számú adatot fogunk begyűjteni. A program első sora rendkívül fontos, mert itt adjuk meg, hogy a „B” port teljes egészében bemenetként funkcionáljon. Maga a szintaktika ismerős lehet a Basic nyelvből. A trisb regiszter bájt szervezésű, így például ha csak a 7-es meg a 2-es portlábat szeretnénk bemenetként látni, a többit pedig kimenetként, akkor az 10000100 bináris számot kell a regisz-

terbe tölteni, ami esetünkben 132-t jelent. A regiszterek értékeinek megadásánál használhatunk mindenféle előtét nélkül decimális számot, vagy „S” előtéttel hexadecimális alakban megadott számot. A programban található 255 helyett tehát a „\$FF” is helyes lenne. A következő három sorban egy ciklust szervezünk 0-tól 1023-ig. Ez azt jelenti, hogy a „for” és a „next” kezdetű soros közötti ciklusmagot összesen 1024-szer fogja futtatni a program. Az n jelű ciklusváltozót a ciklusmagban felhasználhatjuk, de értékét nem változtathatjuk meg. A ciklusváltozó jól jöhet az adattáblába írandó adatok pozícionálásához, amint az a ciklusmag egyetlen sora jól mutatja. Ehhez a sorhoz érve a program a „B” port pillanatnyi értékét kiolvassa és a „Programozás” lapon található első adattábla n. helyére írja. Ha a másik adattáblát is szeretnénk használni, akkor itt a Bn-et kell megjelölni célként. A „next” utasítás növeli eggyel a ciklusváltozót és ha az még nem nagyobb a megadott maximális értéknél, ismét lefuttatja a ciklusmagot. Ha a változó az inkrementálásnál meghaladja a megadott értéket, a programfutás a „next” után következő sorra ugrással folytatódik. Mivel a programfutás során a „for” és „next” kezdetű sorok értelmezésekor nem történik kommunikáció a modullal, átlagos utasításidővel számolva (4 ms) kb. $(1 + 1024) * 4 = 4100$ ms, azaz kicsit több, mint 4 másodperc alatt a program végére érünk. Eközben 1024 db adat gyűlt össze az első adattáblában, ez 128 sort jelent. A program futtatása előtt ügyeljünk arra, hogy ennyi sor rendelkezésre álljon, mert kevés hely esetén a program nem ad hozzá újakat automatikusan az adattáblához.

Az **5.b ábrán** egy „végtelenített” verziót láthatunk. A kezdősor a már megismert portirány beállítására szolgál. Ezután beállítjuk az „n” változó értékét 0-ra. A következő sor futásának eredményeképp a baloldali adattábla n. sorszámú mezőjébe kerül a portról éppen kiolvasott információ. Ezt követően az „n” értékét növeljük eggyel. E sort kihagyva az éppen kiolvasott adat mindig az adattábla kezdő pozíciójába kerülne, a következők pedig mindig felülírnák. Az utolsó sor szerint pedig a program egy feltétel nélküli ugrás után a 2-es sorban folytatódik tovább, vagyis újra lekérdezi a port állapotát... A programfutást a STOP gombra kattintva persze bármikor megállíthatjuk. A program futtatása előtt itt is győződjünk

meg arról, hogy elég nagyra választottuk-e az adattábla méretét, mert másodpercenként 200-as nagyságrendű adattal számolva elég gyorsan telik a tábla. Fontos megjegyezni, hogy az „n” változó értékadása meg a programugrás a cikluskerethez hasonlóan nem fogyaszt modulidőt, vagyis adatforgalom ezek futása közben nem keletkezik a modul és a szoftver között. Ezen utasítások felügyeletét teljes egészében a FlexProg látja el. A programsorok számozása a „számítástechnikai józan ész” követve 0-ról indul, így például a 2-es sorra ugrás a „hétköznapi józan ész” szerint már a harmadikat jelenti.

A harmadik verzió az **5.c ábrán** látható. A kezdősorban ismét a portirányt állítjuk be, majd ezután jön két különböző ciklus. A ciklusok a már megismert módon szerveződnek, viszont ugyanarra a helyre mentik adataikat. Mindegyik 16 db adatot ír a bal oldali adattáblába, ugyanoda, de különböző ciklusváltozókkal. Ha közvetlenül egymásután lefutna a két ciklus, akkor a sebesség miatt csak a második által hozott adatokat látnánk. A két ciklus közé bekerült a „—Várákozás—”, utasítás. Ideérve a programfutás szünetel. A szünetet a „Programozás” vagy a „Manuális panel” megfelelő G jelű gombjára kattintás oldja fel. Esetünkben lefut az első ciklus, megcsodáljuk az adatokat, kattintunk a G gombra, majd ezután jön a következő 16 adat. A szünet természetesen több helyre is, akár ciklusba is betehető, így a programok futását szétzabdalva, azok működése valós időben is jól megfigyelhető. A szünetből a STOP gombra kattintva is kiléphetünk, ekkor azonban a program futása is megszakad.

Jelgenerátor

A következő példa egy jelgenerátor működését mutatja be. Itt is háromféle megoldást közlünk. A **6.a ábrán** látható a legegyszerűbb program. A kezdősorban a portirányt kimenetnek állítjuk, méghozzá a teljes „B” porton. Ezt követően a portb.0-ra először alacsony, majd magas logikai szintet vezérlünk. A feltétel nélküli programugrással pedig megint alacsony, magas... szinteket kapcsolunk. Ezzel folyamatos négy-szögrezgést kapunk az adott kivezetésen. A keletkezett jel amplitúdója éppen 5 V, mivel ekkora a modul tápfeszültsége. Persze, ha a háromállapotú Vpp-t kapcsolgatnánk, ott meg 12 V-os jelet kaphatnánk. Mivel időzítés nincs a

zökben beállítható az utasítássorozat egyes elemei közötti alapkésleltetés. Ezt minden esetben a PC vezérli, hatása olyan, mintha az utasítások közé mindenrovára betettünk késleltető parancsokat. Az „X” és „Y” jelölések a listaszerkesztőket jelölik.

A „Manuális panelen” két egymástól független listaszerkesztőben építhetjük fel az adott eszközműveletet a modulok utasításaiból. Az elgépelésből adódó szintaktikai hibák kiküszöbölésére az egyes utasításokat csak ki kell választani, majd utána megparaméterezni. A „Hozzáad” gomb előtt található kis jelölőnégyzetet kipipálva a hozzáadandó utasítás a listaszerkesztőben éppen kijelölt elé kerül be, míg alapértelmezésben a lista végéhez adódik hozzá. A programban egyszerre két különböző utasítássorozat is szerkeszthető, illetve megnyitható, de egyidőben persze nem futhat mindkettő. A programlista alatt található START, STOP és G gombok megegyeznek a „Programozás lap” START, STOP és G gombjaival. Az utasítássorozat futtatása közben az éppen futó utasítás a listaszerkesztőben kék háttérrel látszik, így futás közben valós időben is nyomon követhető a program. Az utasítássorozatokat pcf-formátumban kezeli a program, így tudjuk elmenteni és megnyitni is. A pcf-formátum itt egyszerű szöveges fájl jelent, akár Notepad vagy Write programokkal is szerkeszthető. Arra azonban figyeljünk, hogy az alkatrészprogram szintaktikáját futtatás előtt a szoftver nem ellenőrzi – mivel nem begépeléssel, hanem csak paraméterezéssel keletkezett -, így a külső programmal szerkesztett, majd futtatott program szintaktikai hibánál leáll, de a hibáig helyesen lefut. Az utasítások szintaktikája egyszerű, logikus, basic-szerű. A szerkesztett programok könnyen átláthatóak és értelmezhetőek, de érdemes mindig a lehető legrövidebb programra törekedni. A FlexProban nincs bájtokban vagy utasításokban meghatározott korlát, mivel a programot nem a modul mikrovezérlője, hanem a PC merevlemeze tárolja, így elvileg akármilyen hosszú (persze a merevlemez méretéhez alkalmazkodó) programot is készíthetünk és futtathatunk.

Ezzel elérkeztünk a legérdekesebb részhez, az „Eszköz tanítása” laphoz, ez a 3. ábrán a középső. Itt szerkeszthetjük meg az alkatrészfájlt az adatlapban fellelhető jelalakok alapján. FlexProg esetében 13 sora, míg

MaxPrognál 28 sora van a lap közepén látható táblázatnak. Minden egyes hozzáadott oszlop egy újabb utasítással növeli az alkatrészprogramot, azaz a jelalak egy újabb részét adhatjuk hozzá. A jobb oldalon látható Vezérlőpanel alsó harmadában található a táblahossz beállítására szolgáló gomb és szerkesztőmező. Ha az ábra szerinti 20-at adjuk meg, akkor 0-tól 19-ig lesznek a táblázat oszlopai megszámozva. A táblázat előtti oszlop (baloldalt) tartalmazza a modulok kivezetéseinek neveit. Itt van lehetőség a kivezetések egyedi elnevezésére, ami a jobb átláthatóság kedvéért indokolt lehet. A megadott nevek az alkatrészfájlból mentésre kerülnek, így legközelebb, amikor megnyitjuk az alkatrészfájlt, a már ismerős nevekkel találkozhatunk. Ezek a megadott egyedi nevek nem jelennek meg a listaszerkesztőben, csak itt. A táblázat kitöltése meglehetősen egyszerű, mert az adott cellába bal egérgombbal kattintva azt kijelöljük, majd ugyanitt jobb egérgombbal egy felnyíló menüből választathatunk. Természetesen van lehetőség billentyűzetről gépelésre is, de nem ajánlott, mert akkor bevihetünk szintaktikailag helytelen karaktereket is. Egy alkatrész természetesen többféle funkcióval is ellátható, azaz egy memória esetében használhatunk írás vagy olvasás műveletet is. Ezeket a szoftver az adott alkatrészen belüli függvényként kezeli. Így egyetlen fájlba menthetjük például a 27C32-höz tartozó írási, olvasási, alkatrésztípus kiolvasási rutint, persze megfelelően elnevezve. Ezek közül az éppen szükségeset a listaszerkesztőben egy ciklus keretében meghívva gyakorlatilag pár sorban elkészíthetjük a teljes EPROM kiolvasását elvégző programot. Hasonlóan egyszerű lehet az írási folyamat futtatása is. Fontos azonban megjegyezni, hogy csak azok a függvények érhetőek el a Manuális panel listaszerkesztőjében, amelyekhez tartozó alkatrészfájlt megnyitottuk az Eszköz tanítása fülön. A listaszerkesztőben az adott függvény neve elé kell tenni az „f_” előtagot. Például a „27c32 olvas” függvény az „f_27c32 olvas” néven érhető el a programlistában a megfelelő alkatrészfájlt megnyitása után.

A „Beállítások” fülre kattintva kétfunkciós lap jelenik meg. Egyrészt itt lehet az alapvető hardver-szoftver beállításokat megtenni, másrészt pedig itt lehet a modulportok pillanatnyi állapotát megnézni, illetve megváltoztatni. Itt egyszerűbb esetben egérekattintással bi-

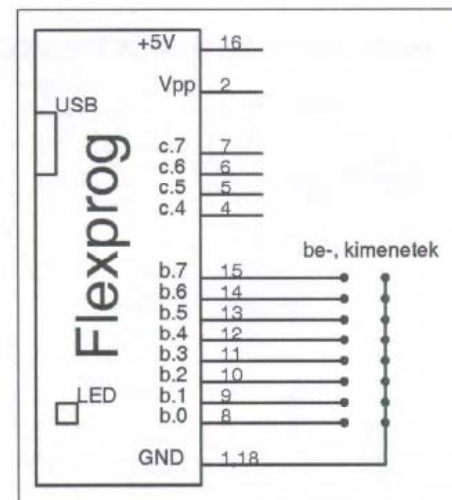
tenként is beállíthatók az egyes portállapotok. Ez a funkció akkor jöhet jól, ha nem szükséges programot írni egy feladathoz vagy éppen csak kísérletezgetni szeretnénk.

A modulokat csatlakoztatva a számítógéphez a beépített LED háromszori felvillanását kell látnunk. Ezután néhány másodperc szükséges, míg az USB vezérlő üzemműködés állapotba kerül és felismeri a PC is. Ezután indíthatjuk a FlexProg vagy MaxProg alkalmazást. A bekapcsolási folyamat sorrendje fontos, mert a modulokat csak indításkor keresi a program.

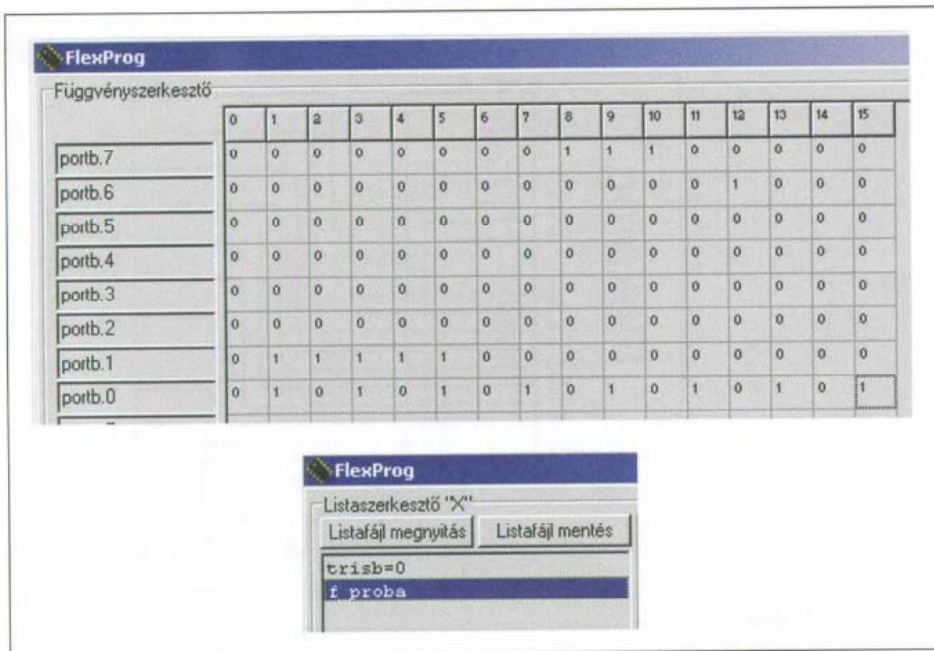
Az általános ismertetés után következzenek a példák, amelyek áttekintése során nyilvánvalóan látszani fog, hogy mennyire egyszerű feladat a FlexProg vagy a MaxProg birtokában egy memóriát vagy más IC-t programozni. Az alkalmazási példák nehézségi foka folyamatosan nő. A legegyszerűbbek közé tartozik az egyszerű portfigyelő és a LED-sor vezérlő program, míg a későbbiekben már céláramköröket is vezérlünk a modulok segítségével. Ilyen IC lesz majd az LTC6904, a DAC5571 és a talán már sokak által ismert AD9850.

Egyszerű portfigyelő és portvezérlő

Csak a modulok alkalmazásával mindennemű külső alkatrész csatlakoztatása nélkül készíthetünk portfigyelő és portvezérlő programot. Mindkét alkalmazáshoz a 4. ábrán látható csatlakozópontokat fogjuk használni. Az adatvezetékek a FlexProg modul „B” portjára csatlakoznak, míg közös pontként a modul GND-t használjuk. Ezt a portot kezelhetjük vezetékenként (bi-



4. ábra



7. ábra

ki a modul portjára. A megadott tábláértékekkel a program melletti jelalak generálható a modul kimenetén. Ezzel meg is érkeztünk a memóriák programozásának kapujához, ha a két adattáblát ugyanabban a programban használjuk. Ekkor ugyanis az egyik táblába betöltjük a memóriába beírni kívánt adatokat (tipikusan ez egy adatfájl), a másik táblába, vagy a programkódba pedig a memória egyes vezérlőállait „mozgató” adatokat (CE, OE, WE stb.). A programot lefutattva az adattábla tartalma bekerül az IC-be. Ha azonban nem tekintünk ilyen messzire, akkor kb. egy perc alatt írhatunk közlekedési lámpa szimulátor programot, vagy tetszőleges LED-es programozható fényjátékot, és még sorolhatnánk az egyszerű alkalmazásokat. A pontosság kedvéért megjegyzendő, hogy a

modulport bájt szélességű (8 vezeték) az adattábla meg 16 bites, így az ottani adatok ún. alsó bájtja fog kiíródni a modulportra. Ezért például a 0081 és a 5E81 adat ugyanazt a kimenetet eredményezi.

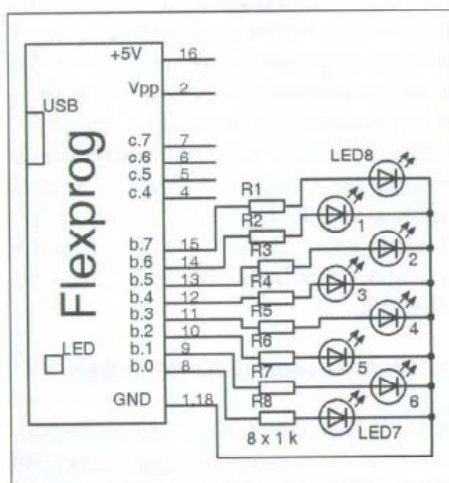
Az előbbi jelgenerátort megvalósító program elkészíthető mindösszesen két sorban is. Ehhez azonban az „Eszköz tanítása” lapot kell a FlexProgban előhívni. A 7. ábra szerint a függvényszerkesztőben „megrajzoljuk” a jelalakot 0-kból és 1-ekből, elmentjük egy alkatrész egyik függvényeként, majd ezt meghívjuk a listaszerkesztőben, ahol a programot írjuk. A kész táblázat pontos mása az előző ábra kétsoros adattáblájának. Az egyszerűség kedvéért itt nem használtunk adattáblahívást (An, Am, Bn, Bm), de természetesen az is megtehető. Figyelni kell azonban a függvények hívására, mint ahogyan arról volt már szó a szoftver ismertetésekor. A fenti néhány egyszerű példán keresztül már jól láthatóak a FlexProg képességei mind szoftveres, mind pedig hardveres tekintetben. A továbbiakban már külső alkatrészeket is igénylő alkalmazásokat fogunk megnézni, első sorban a programok oldaláról.

LED sor vezérlése

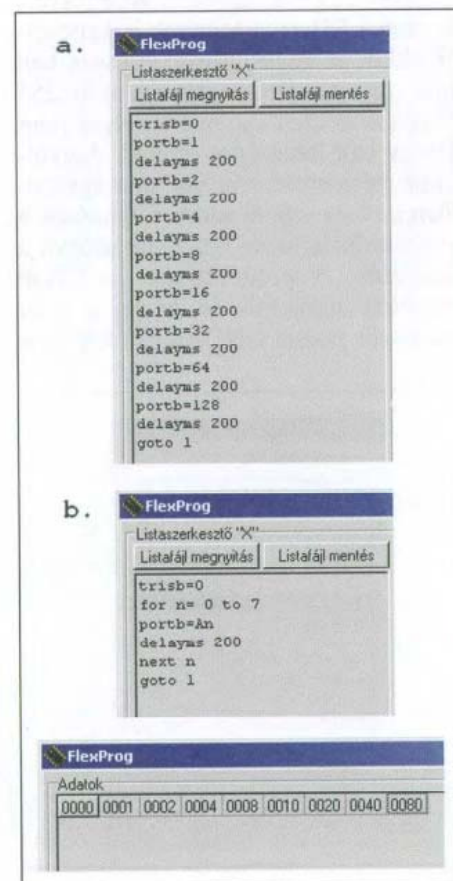
Többször hallani, hogy a LED-ek vezérlését bizonyos helyeken – finoman szólva – mennyire jelentéktelennek tartják, a kezdők lépéseit csak „ledvillogatós” programozásnak titulálják. Nem szabad azonban elfelejteni,

hogy a LED – alkalmas helyen be-, illetve kikapcsolva - vizuálisan jelezheti egy programrészlet helyes vagy helytelen futását, így egyszerűbb esetekben felér egy szoftverhiba-keresővel. A programozás során persze nem szabad leragadni a LED-eknél. A LED-eken könnyen kitapasztalható egy rendszer működése, mert látjuk, hogy mi történik az áramkörben. A továbbiakban természetesen nem hagyjuk ki a LED sorral történő ismerkedést sem, ahogyan azt a 8. ábra is mutatja. A FlexProg modul „B” portját fogjuk ismét használni. A LED-eket 1 kohmos előtétellenállásokon keresztül kapcsoljuk a modul kivezetéseire. Ez egy átlagos 3 mm-es LED-en néhány milliampere nagyságrendű áramot eredményez, a fény már jól látható, viszont csak 20-30 mA többletterhelést jelent az USB portnak. A működtető program két változatban készült el, az első csak listaszerkesztős, a másik pedig adattáblás változat.

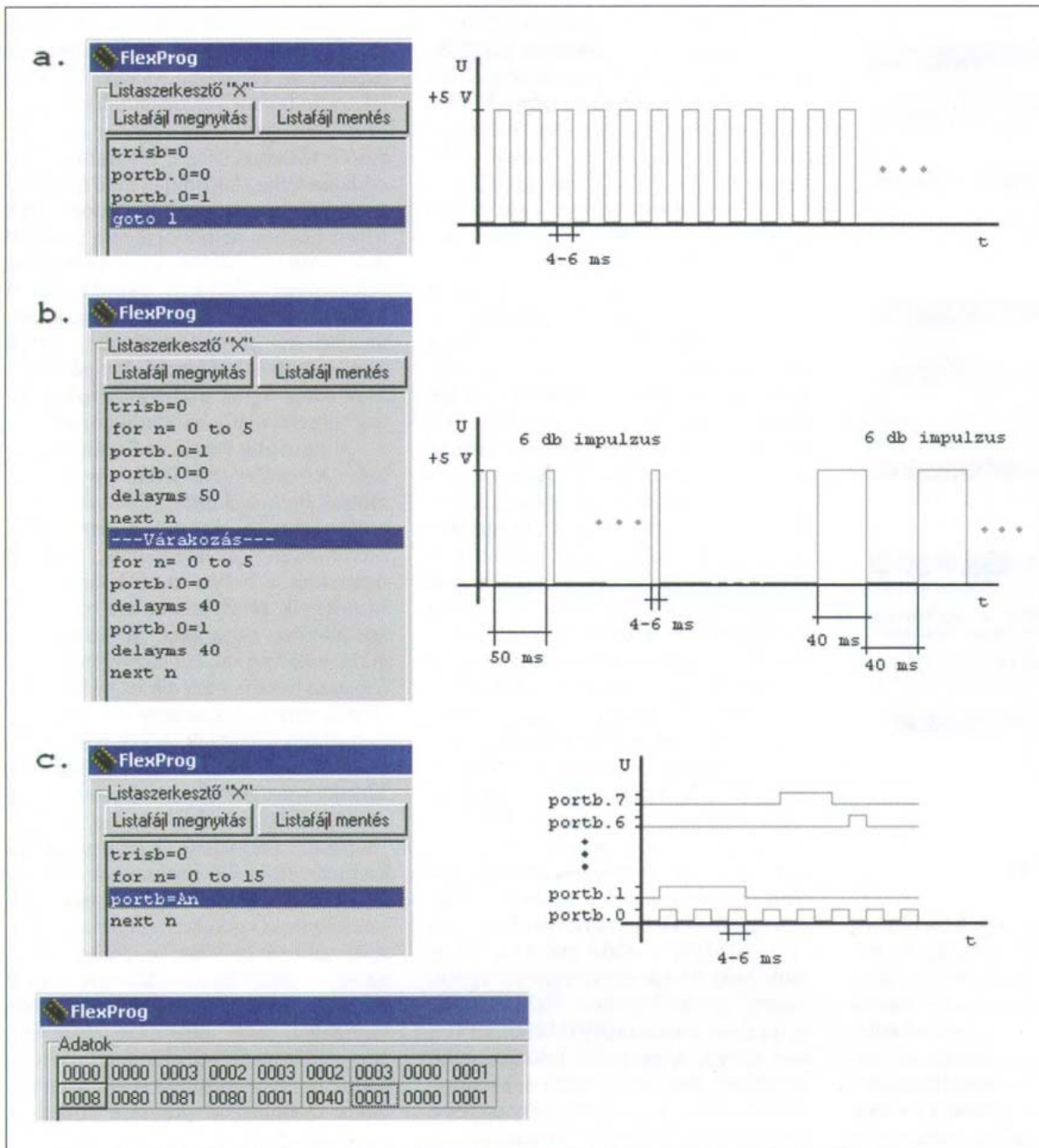
A két program a 9. ábrán látható. A felső ábrarészleten egy igen egyszerű megoldás látható. A program alapkonceptiója az, hogy a listaszerkesztőben határozzuk meg a fényjáték mintázatát. Ennek módosításához persze át kell írni a programot elég sok helyen. Az első



8. ábra



9. ábra



6. ábra

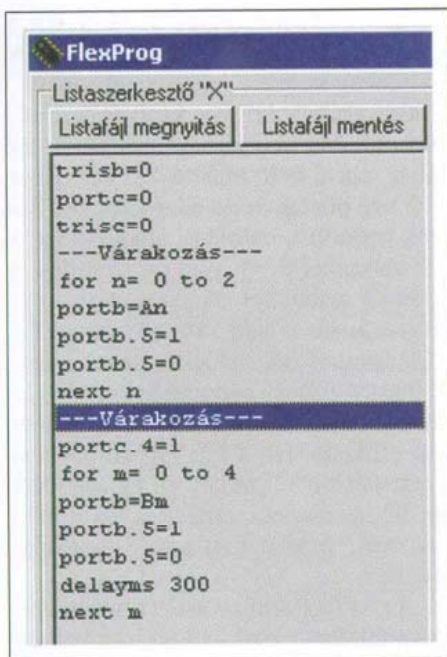
programba írva, így a modul maximális sebességen üzemel. Az így nyerhető négyzögjel periódusideje kb 10 ms, azaz kb 100 Hz a frekvenciája. A jel fel- és lefutása rendkívül rövid idő alatt történik meg, mivel a modulban lévő mikrovezérlő órajele 20 MHz. A szintváltáshoz mindössze négy órajelre van szükség, ami esetünkben hozzávetőlegesen 200 ns. A program futása a STOP gombbal szakítható meg.

A 6.b ábrán egy impulzus-generátor programot találunk. A portirány beállítása után először hat kis kitöltési tényezőjű, majd felhasználói beavatkozás után hat szimmetrikus impulzust kapunk, amint azt a program melletti jelalak mutatja is. Itt használunk először a

programok során időzítést. A „delays” utasítás argumentumát megadva milliszekundumban érünk el késleltetést. Ezt egész típusú változóként kezeli a FlexProg, megadhatunk akár több másodperces vagy még hosszabb várakozást is. Az időzítés pontossága a PC-n múlik, azaz főleg attól, hogy milyen a gép terheltsége. Hosszú időzítésknél nincs túl nagy jelentősége, de pár ms-os időzítés kiadása után egy leterhelt gépnél biztosan meglepődünk. Az időzítő szál prioritása „time critical”-ra van állítva a programban, de ez a tapasztalatok szerint a pontosságra nem nyújt semmilyen garanciát, ezért csak csinján a rövid időzítések hosszú ciklusba szervezésével... A

programban található 40 és 50 ms-ok már pontosan elérhetők egy 1,5 GHz-es „tiszta” gép esetében, így azokra már lehet számítani a programozás során.

Az előző két esetben csak a listaszerkesztőn keresztül lettek megformálva a kimeneti jelalakok. Az igazi csemegét az adja, amikor a programot összekombináljuk az adattáblával. A programban csak az adatok nélküli táblakiolvasó rutin található, a kívánt jelalakokat pedig az adattáblában tároljuk. Erre nyújt elegáns megoldást a 6.c ábra. Maga a program végtelenül egyszerű, semmilyen kiküldendő adatot nem tartalmaz, mindösszesen egy ciklusból áll. Az alatta lévő adattáblában elhelyezett 16 adatot olvassa ki és küldi



13. ábra

összesen egy külső 4,7 kohmos potenciométert igényel a kijelzőkontraszt beállítására. A 44780 vezérlő klasszikusnak mondható az alfanumerikus LCD-k viszonylatában, egyszerű kezelni, rendelkezik belső ascii kódtáblával és még rajzolhatunk is bele néhány extra karaktermintát is (sajnos ezek kikapcsoláskor elvesznek). A kijelzőnek van egy bájt szélességű adatportja (D0-D7) és van egy vezérlőportja (R/W, E, RS). Az alkatrész működéséről már elég sok írás jelent meg, így azt itt nem részletezzük. (A kedves Olvasó figyelmébe ajánljuk a 2010-es RT ÉK-ban megjelent, grafikus LCD-kel is foglalkozó cikket.) Néhány alapvető dologra azonban érdemes odafigyelni. A 44780 képes kurzorléptetésre, villogatásra is, ezeket vezérlőutasításokkal adjuk tudtára, de szintén az adatporton keresztül. Annak kiválasztására, hogy éppen karakterkijelzést vagy vezérlő beállításokat szeretnénk-e bevinni, az RS vezérlőbemenet

szolgál. Ezt mindenképp a FlexProggal kell vezérelni, mert bekapcsoláskor mindenképpen be kell vinni néhány kijelzővezérlő utasítást. Az adatok és utasítások bevitelét az E kivezetésen keresztül kezdeményezhetjük, így ezt is használnunk kell. A kijelzőből regiszteradatokat is kiolvashatunk, az adatport irányának beállítására szolgál az R/W bemenet. Ha nem olvasunk regisztereket, csak írunk a kijelzőre, akkor ezt a bemenetet egyszerűen GND-re kapcsolhatjuk. Ha a 44780 adatportját 8 bites módban használjuk, akkor a FlexProg modul teljes „B” portját e célra kell lekötöni, így a két vezérlőlábat már a „C” portra kell kapcsolni.

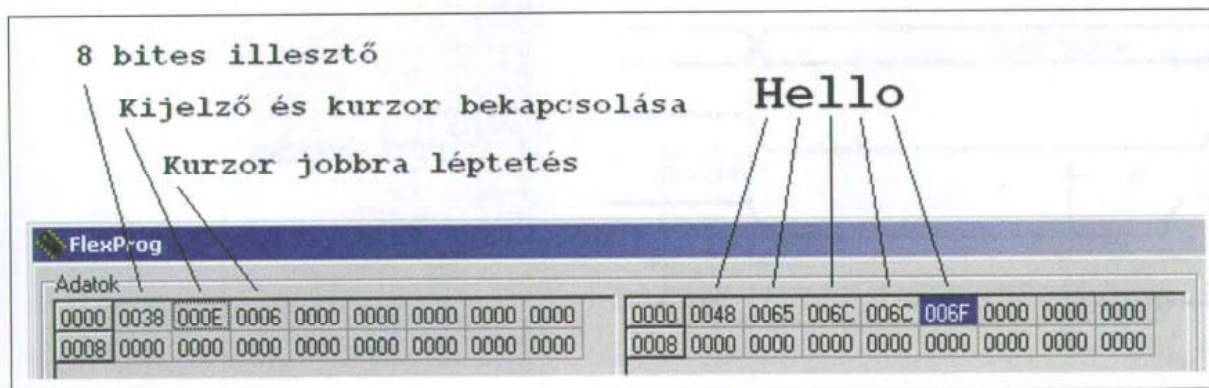
A működtető programot a 13. ábrán találjuk, a hozzá tartozó adattáblák pedig a 14. ábrán kaptak helyet. A program elő három sorában a portirányokat és a kezdőértékeket állítjuk be. Mindkét portot kimenetként fogjuk használni, de a „C”-t még nullázní is kell, nehogy esetleg az LCD E lábára +5 V jusson bekapcsolás után. A program fontosabb részeit elláttuk a már megismert „---Várakozás---” utasítással, így a programfutás könnyebben nyomon követhető. A LCD vezérlő utasítások kódjai a bal oldali adattáblában találhatóak, az első ciklussal ezeket visszük be a 44780-ba. Ha ez a rész lefutott, ismét szünet következik, újabb G gombra kattintás után a „Hello” szövegnek kell megjelennie a kijelző első sorának elején betűnként, egyesével, 300 ms-onként. Ha esetleg nem látjuk, nem kell csüggedni, állítgassuk a kontrasztfszültséget a potméterrel, de egyszerre mindig csak kicsit elfordítva. Ezek után a jobb oldali adattábla tartalmát a 44780 ascii táblázatából tetszőleges szöveggel feltölthetjük a kívánt szövegek megjelenítéséhez. Persze ne feledjük, hogy a második ciklus lefutásának számát a pillanatnyi négyről az éppen aktuálisra kell átírni. Láthatjuk,

hogy valójában milyen egyszerűen és kevés külső alkatrészsel készíthetünk szöveget kijelző alkalmazást úgy, hogy közben egyetlen mikrovezérlőt sem kellett programoznunk, csak a 44780 adatlapját kell elolvasnunk.

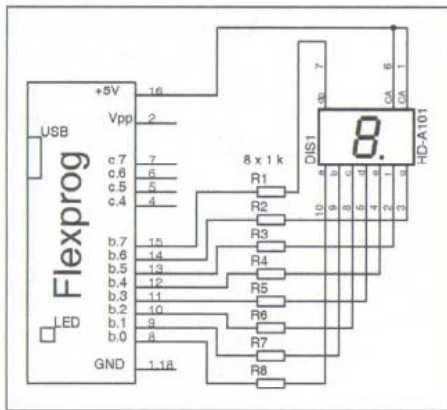
27C32 EPROM programozása

Elérkeztünk ahhoz a részhez, ahol már végre előkerülhetnek a memóriák, EPROM-ok, meg a különféle céláramkörök. A 15. ábrán egy 27C32 EPROM programozó kapcsolását láthatjuk. A választott EPROM rendelkezik egy adatbusszal, ami 8 bites és egy címbusszal, ahol 12 vezetékkel kell kezelni, ezenkívül még találunk rajta egy OE és egy CE vezérlőlábat is. Ez összesen 22 kivezetés, míg a FlexProg-nak csak 13 van. Ha a címbusz kezeléséhez egy 4040-es bináris számlálót használunk, akkor a 12 helyett csak kettőre van szükség (törlés és órajel), így összesen 12 láb szükséges. Még marad is egy a modulon üzemmódjelző LED számára. A 27C32adatlapjából kiderül, hogy nemcsak írni és olvasni lehet a memóriatartalmat, hanem az A9-es címvezetékre +12 V-ot adva, az OE-t meg GND-re kapcsolva még az eszközkódot is kiolvashatjuk. Ezért megéri az S2 jelű kapcsolót beépíteni. Akinek nincs szüksége az eszközkódra, a kapcsoló mellőzésével egyszerűsítheti a kapcsolást.

A továbbiakban tekintsünk egy felprogramozott EPROM-ot és olvassuk ki a tartalmát. A 16. ábra bal oldalán láthatók a gyártó által ajánlott olvasási folyamat jelalakjai. A folyamat kezdetén a CE és az OE lábakra is magas logikai szinten kell lenniük. Ezután a címbuszra ráadjuk a címet, ahonnan egy bájtot olvasni szeretnénk, majd a CE és OE lábakra lehúzzuk GND-re. Ekkor az adatbusz tartalmát kiolvassuk, majd a CE és OE lábakra ismét magas szintre kapcsoljuk. Ezt ismételtget-

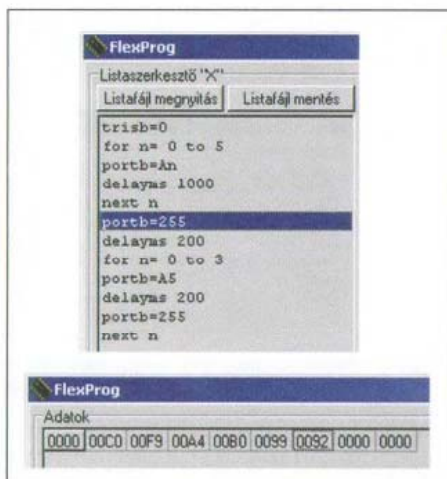


14. ábra

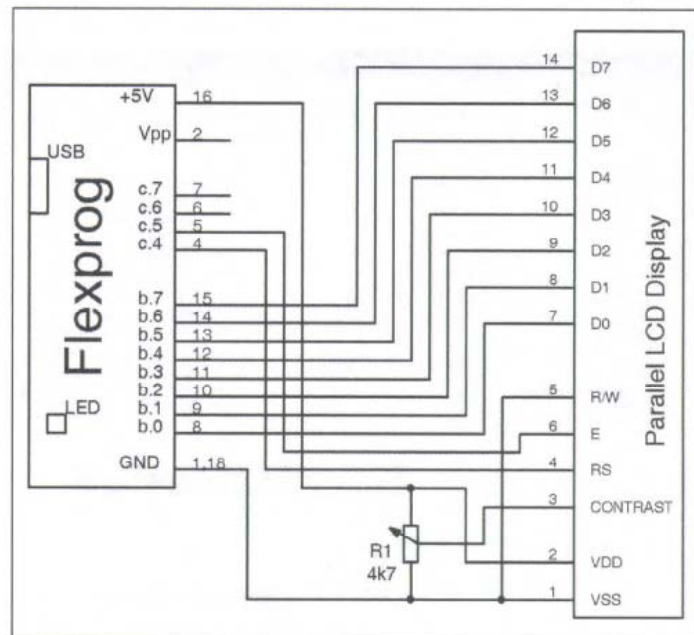


10. ábra

sorban a „B” port minden kivezetését kimeneti irányba állítjuk. Ezután a portb=1 utasítással bekapcsoljuk az első LED-et, majd a fényjáték jobb láthatósága érdekében egy 200 ms időtartamú késleltetés következik. A következő sorban bekapcsoljuk a második LED-et, majd újra 200 ms késleltetés jön, és így tovább... Minden egyes LED-hez tartozik egy érték, ami a modulporton elfoglalt helyét jelzi. Ez a programban egy kettőhatványként jelentkezik, amelynek kitevője éppen az aktuális portvezeték száma. A portvezetékek 0-7-ig számozottak, így az egyes LED-ekhez tartozó értékek rendre: 20 = 1, 21 = 2, 22 = 4 ... Ha egyszerre több LED-et szeretnénk bekapcsolni, akkor az egyes értékeket össze kell adni, így mindenképpen egy 0 és 255 közé eső számot kapunk, amelyek pont az egy bájt lehetséges értékei. A nyolcadik késleltetés lefutása után egyszerűen az 1-es számú sortól folytatódik a programfutás, azaz kezdődik előlről a fényjáték. A programfutást a STOP gombbal állíthatjuk le. Mivel a LED sor közös pontja GND-re van kapcsol-



11. ábra



12. ábra

va, így a fény bekapcsolása 1-es logikai szinttel történik. Ha megcseréljük a LED-ek kivezetéseit és a közös pontot +5 V-ra helyezzük, akkor természetesen a 0 logikai szint eredményez fényt.

A 9.b ábrán egy elegánsabb megoldást láthatunk. Itt már a baloldali adattáblában tároljuk a fényjátékot, míg a listaszerkesztőben „csak” a kiolvasó rutin kapott helyet. Egyrészt rövidebb és tömörebb lett a program, másrészt ugyanazt a programot többféle fényjátékhoz is felhasználhatjuk. A fényjátékokat egyszerűen *.bin fájlban is tárolhatjuk, vagy *.csv esetén Excel-függvények segítségével pillanatok alatt létrehozhatunk összetettebbeket is.

Hétszegmenses kijelző

A 10. ábrán, a LED-eknél maradva, egy hétszegmenses kijelző működtetését figyelhetjük meg. A választott típus közös anódos, így az egyes szegmensek kivezetéseit GND-re kell húzni a bekapcsolt állapot elérése érdekében. A „B” port 0-6. lábaira csatlakoztattuk a számkijelzőt, a 7-es lábra meg a tizedespontot. A kijelző lábával sorosan kapcsolt ellenállások értéke nem kritikus. A gyártó által kiadott adatlap szerint a kijelző már 1 mA-es szegmensenkénti árammal is beéri, így használhatunk 1 ... 4,7 kohmig bármekkora értéket. Az USB portot így 8 és 40 mA közötti maximális többletterhelés éri, amelyet biztonsággal teljesít is.

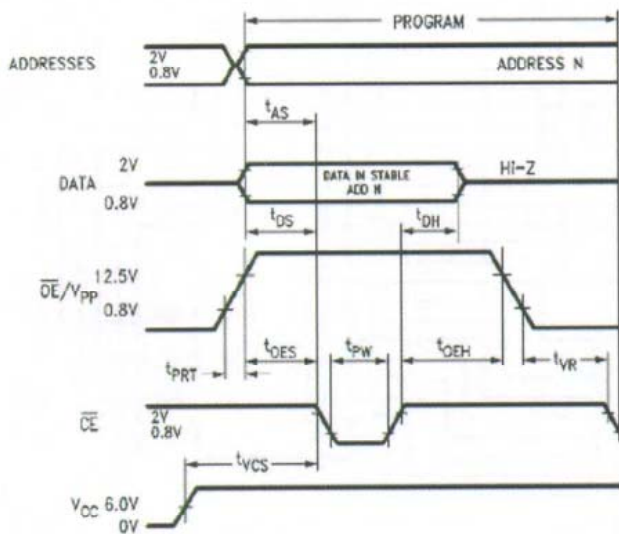
A 11. ábrán látható programmal 1-től 5-ig számolást valósítunk meg másodperces léptetéssel, majd az 5-höz érve azt háromszor megvillogtatjuk

200 ms késleltetéssel. Aki az előző néhány programot figyelmesen áttanulmányozta, annak biztosan nem okoz gondot a működés megértése. A kezdősor már szokásosnak mondható, majd utána következik a két ciklus. Az első a számláló, a második a villogtató. A kijelzendő számoknak megfelelő mintázatot ismét a bal oldali adattáblában tároljuk. Csak az első hat adat fontos, de a nyolcas szerveződésű sorok miatt az utolsó két adat is megjelenik. A tárolt minták a következők: 0, 1, 2, 3, 4, 5. A szegmensek jelölése fentről indul, ez az „a” jelű, majd az óramutató járásával megegyező irányban ér körbe az „f”-fel, a „g” pedig a középső. Egyedi mintázat készítésekor ügyeljünk arra, hogy minden adatot negáljunk a közös anódos működés miatt. A két helyen is megtalálható portb=255 utasítások nagyon fontosak, egyrészt, mert ezek biztosítják a villogtatást (a 255 esetén a modulport mindegyik kivezetése magas logikai szinten van, így nem folyik áram a szegmenseken), másrészt pedig a programfutás végén kikapcsolják a szegmenseket. A program „magától” véget ér, nincs benne goto programugrás, így nem kell a STOP gombot használni a végén. Ha a „C” portot is felhasználjuk, akkor több kijelzőt multiplexelve hosszabb számokat is kiírhatunk.

Alfanumerikus LCD kezelése

A továbbiakban a FlexProg segítségével üzembe helyezünk egy HD44780 alapú LCD-t. A kapcsolás a 12. ábrán látható. Az egész összeállítás mind-

27c32 írás jelalakok adatlap szerint



```

FlexProg
Listaszerkesztő "X"
Listafájl megnyitás Listafájl mentés
trisa=0
portc.4=1
portc.5=0
portc.6=0
trisc=0
portc.5=1
portc.5=0
---Várakozás---
portc.7=1
for n= 0 to 4095
portb=An
tristate= +12 V
portc.4=0
portc.4=1
tristate= 0 V
portc.6=1
portc.6=0
next n
portc.7=0
    
```

17. ábra

gond a folyamat során. Mindenekelőtt tehát a CE lábat kell magas szintre húzni. A program szokványos kezdősorát követően ez meg is történik a portc.4=1 utasítással. A kezdeti alapállapotok elérése után itt is beiktattunk egy várakozást, amit feloldva (G gomb) indul a tényleges programozási folyamat. A LED-et itt is a folyamat jelzésére használjuk, a várakozás feloldása után kapcsoljuk be. Következik egy 4096-os ciklus, amelynek magja hét lépésből áll. Először az adattábla megfelelő értékét kiírjuk a modul „B” portjára. Ezután bekapcsoljuk a háromállapotú Vpp lábón a 12 V-ot, majd következik a CE impulzus. Ekkor indul el az EPROM belsejében az írási folyamat. A Vpp lábat visszahúzzuk GND-re, majd a 4040-es számláló léptetése következik, és a folyamat indul előlről. A ciklusmag egyszeri lefutásához 7 FlexProg utasításidő fogy el, ami kb 30 ms-ot jelent. Ez elsőre elég hosszú, 122 másodperces programozási időt jelent, de ha az OE állítgatását kivesszük a ciklusmagból és a program elején +12 V-ra állítjuk, akkor nyerhetünk 2 utasításidőt, így már csak 82 másodperc kell a teljes EPROM programozásához.

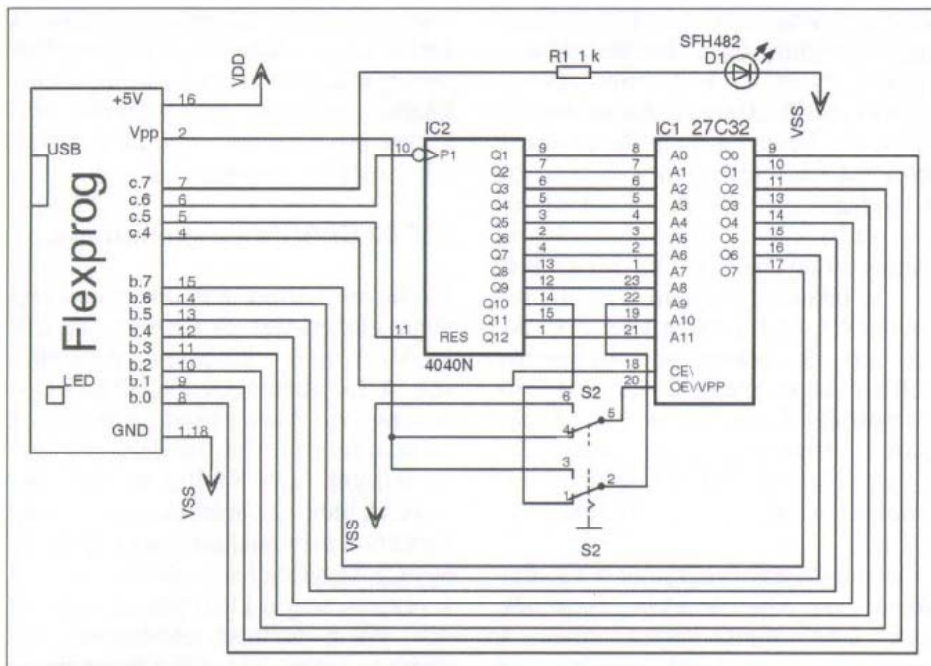
Az EPROM-ból kiolvasható a gyártó kódja és az eszköz kódja is. Az adatlap szerint ehhez a következőket kell tenni: az A9-es címvezetékét +12 V-ra kell kapcsolni, miközben az A1-A8 és az A10-A11, továbbá a CE és az OE lábat GND-re kell húzni. Ha eközben az A0 címvezetékén alacsony logikai szint van jelen, akkor a gyártó kódját, ha magas szint, akkor pedig az eszköz kódját tudjuk az adathuszárról kiolvasni.

A kapcsolót, amelyet a 15. ábrán beépítettünk, most át kell váltani. Így az EPROM OE lába fixen GND-re kerül, az A9-es címvezeték meg a modul Vpp csatlakozójára. Az érdekesség kedvéért ezt a funkciót nem a listaszerkesztővel, hanem egy függvény formájában tekinthetjük át a **18. ábrán**. Itt látható igazán, hogy milyen egyszerű a jelalakok alapján gyakorlatilag „grafikusan” egy programot elkészíteni. Az elkészített függvényt elmentjük egy alkatrész alá, így meghívható lesz a listaszerkesztőben, ahol egyszerűen csak egy „f_” előtaggal hozzáadjuk a nevét és kattintunk a START gombra. A jelalakok „rajzolásakor” csupán arra kell

ügyelni, hogy a FlexProg alaputasításokra fogja felbontani a függvényt. Ez csak akkor végezhető el, ha egy oszlop (időszel) nem tartalmaz egyidőben el nem végezhető utasításokat. Az első időszelben a teljes „B” portot bemenetnek konfiguráljuk. A modul Vpp kivezetésére GND-t kapcsolunk, ami megjelenik az EPROM A9-es címvezetékén. Ezután beállítjuk a „C” port alapállapotát, majd kimenetként konfiguráljuk azt a 3-as számú időszelben. A 4-es és 5-ös szelben reseteljük a 4040-es számlálót, így minden GND-n van, kivéve az 27C32 CE vezetékét. Az A9-es lábra 12 V-ot kapcsolunk, majd a 7-es időszelben a CE-t is GND-re

FlexProg		Függvényszerkesztő														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
portb.0	in									A0*			A1*			
portb.1	in									A0*			A1*			
portb.2	in									A0*			A1*			
portb.3	in									A0*			A1*			
portb.4	in									A0*			A1*			
portb.5	in									A0*			A1*			
portb.6	in									A0*			A1*			
portb.7	in									A0*			A1*			
Eprom CE			1	out					0						1	
4040 RESET		0	out	1	0											
4040 CLK		0	out								1	0				
portc.7			1	out												0
Eprom OE/Vpp		V00							V12					V00		

18. ábra



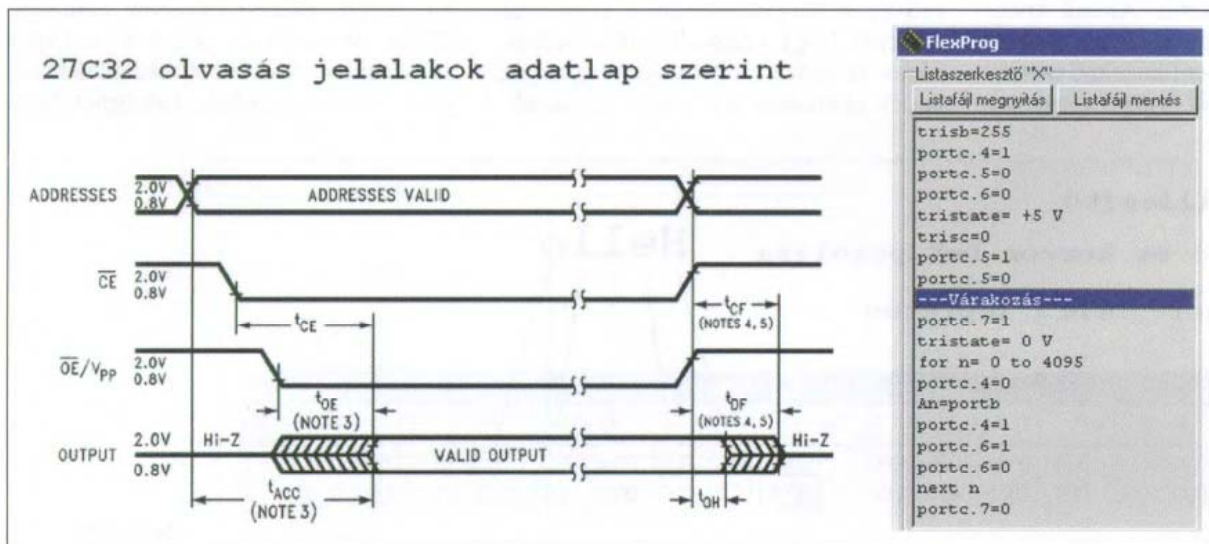
15. ábra

ve a cím folyamatos léptetésével az EPROM tartalma megszereshető. A dolgot lehet még egyszerűbben is megoldani: ha biztosak vagyunk abban, hogy az adatbusz mindig valamilyen bemenethez kapcsolódik a kiolvasás alatt, az OE lábat tarthatjuk folyamatosan GND-n, ezzel aktív állapotban tartva a kimeneteket. A 16. ábra jobb oldalán találjuk a kiolvasóprogramot, amely vezérli a 4040-es számlálót, és a bal oldali adattáblába tölti a 27C32 memóriáját. Lássuk a program működését: a kezdősorban a modul „B” portját bemenetnek konfiguráljuk, így az már kész is az adatok fogadására. Az EPROM CE lába +5 V-ot kap, míg a számláló CLK és RST lába is GND-re kerül. Az EPROM OE lábát +5 V-ra húzzuk a

háromállapotú Vpp-n keresztül. A „C” port irányát csak ezután állítjuk kimenetre, így az összes eddigi beállítás egyszerre aktiválódik. Ezután következik a 4040-es resetelés, majd várakozás a G gombra kattintásra. Az eddigi részben csak annyi történt, hogy alapállapotba hoztuk az elektronikai környezetet a memória olvasásához. A várakozás feloldásával kezdődik az igazi kiolvasó rutin. A portc.7=1 utasítás bekapcsolja a LED-et, amelyet csak a kiolvasás végeztével kapcsol ki a program. Az OE lábát GND-re húzza a modul és megkezdődik az olvasási ciklus. A 27C32 jelöléséből kiolvasható, hogy 32 kilobit adatot tartalmaz, ez bájtban kifejezve pont a nyolcada, azaz 4 kilobájt. A ciklusmagnet így összesen

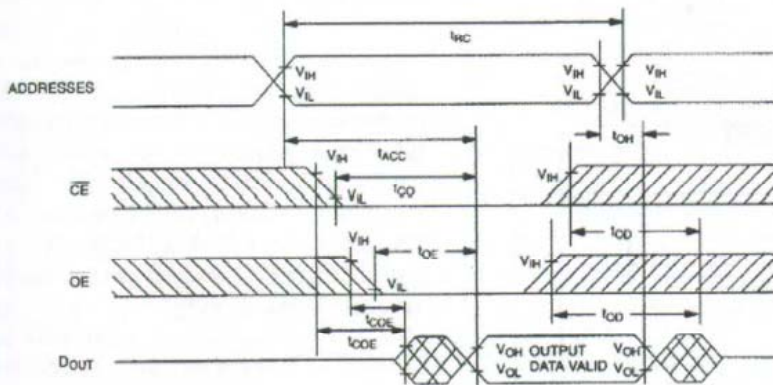
$4 \times 1024 = 4096$ -szor kell futtatni, hogy a teljes adatterületet kezelni tudjuk. A ciklusmag kódját a lehető legrövidebbre kell szabni, hogy a kiolvasás értelmes idő alatt befejeződjön. Először tehát a portc.4=0 utasítás a CE lábát GND-re húzza, majd az adatbusz állapota bekerül a baloldali adattáblába, a CE visszakerül +5 V-ra és léptetjük a 4040-es számlálót. A ciklusmag egyszeri lefutása ebben a formációban $5 \times 4 = 20$ ms alatt fejeződik be. Ez azt jelenti, hogy a teljes kiolvasáshoz 4096×20 ms-ra, azaz csaknem 82 másodpercre van szükség. Ha a CE láb állítgatását „megspóroljuk”, akkor ez az idő csak kb. 50 másodperc, ami nem tekinthető rossznak, persze van ennél gyorsabb olvasó is.

Az EPROM írását a 17. ábra bal oldalán található jelalakok szerint kell elvégezni, a gyártó szerint. A programozás alatt a tápfeszültséget elvileg 6 V-ra kellene emelni. Az eddig programozott példányokon 5 V-os táp mellett is helyesen lefutott a folyamat. Ha mégis szükséges lenne az emelt tápfeszültség, akkor azt vagy egy külön tápegységgel, vagy a Vpp 12 V-jából lehet előállítani. A programozási folyamat során nagyon fontos szerep jut a CE kivezetésnek. Vegyük észre, hogy a programozás előtt az OE kivezetés akár GND-n is lehet, ami az EPROM kimeneteinek aktiválódását jelenti. Ha ekkor a CE is GND-n van, akkor hazard lép fel a FlexProg modul „B” portjával és az erősebb győz, a másik meg halvány füst- és amperszag kíséretében megadja magát... A programozási folyamat közben csak akkor szabad a CE lábát GND-re húzni, amikor az OE lábón már javában ott van a +12 V. Ha erre az „apróságra” ügyelünk, akkor nem lesz



16. ábra

DS1270 olvasás jelalakok adatlap szerint



```

FlexProg
Listaszerkesztő "X"
Listafáj megnyitás Listafáj mentés
trisb=255
tristate= +5 V
portc.4=0
portc.5=0
portc.6=1
portc.7=0
trisc=0
portc.4=1
portc.4=0
---Várakozás---
for n= 0 to 2097151
tristate= 0 V
An=portb
tristate= +5 V
portc.5=1
portc.5=0
next n
    
```

20. ábra

ram csaknem megegyezik. A különbség még a várakozás előtti részben keresendő, itt állítjuk be ugyanis a kivezetések alapállapotát. A kapcsolás szerint a portc.7-en van az OE, míg a portc.6-ra került a WE láb. Íráskor az OE magas, míg a WE alacsony szintre kerül. Természetesen íráskor a modul „B” portját kimenetnek kell konfigurálni a trisb=0 utasítással.

24C04 kezelése

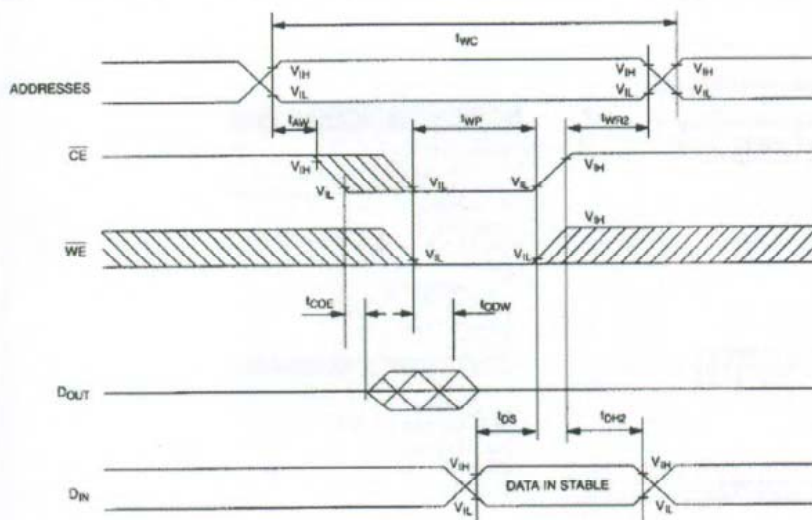
A párhuzamos EPROM memóriák kezelése nem nevezhető bonyolult feladatnak, de a FlexProg utasításidő azért behatárolja a még hatékonyan kezelhető maximális memóriaméretet. A soros elérésű memóriák, például a közkedvelt I2C-s 2404 vagy társai programozása a szükséges headerek utasításigénye miatt még a kis tárterületek eseté-

ben is viszonylag hosszú időbe telne. Ezért a FlexProg tartalmaz egy I2C- és SPI-buszokat is támogató modult. Ennek használata csaknem a 20-ad részére csökkenti a buszra írás időigényét a bitenkénti vezérléshez képest, ezenkívül még az órajelet is automatikusan kezeli.

A 22. ábrán egy 24C04 páros kezelésére alkalmas összeállítást látunk. A két EEPROM ugyanarra az adatbuszra csatlakozik, így csak a címvezetékek által különböztethetőek meg egymástól. Az IC-k meghajtása csupán két darab 10 kohm körüli ellenállást igényel, no meg persze egy FlexProg modult. Az SCL jelöli az I2C órajelet, amelynek iránya mindig az EEPROM felé mutat, az SDA pedig az adatvezeték, amelyen kétirányú adatáramlás is lehetséges. Ezen okból kifolyólag a hazardok elkerülése végett a 24C04

csak nyitott kollektoros kimenettel hajtható meg, viszont az IC-ben is ilyen van. A tápra húzás miatt szükséges a 10 kohmos ellenállás. Elvileg az SCL nem igényel felhúzóellenállást, a FlexProg azonban ezt a lábat is nyitott kollektorosan kezeli. Az A0, A1 címvezetékek együtt állíthatók a „B” portról, az A2-k közül az egyik GND-re a másik pedig tápfeszültségre csatlakozik. A WP (write protect) jelű kivezetékek is a modul „B” portjára kapcsolódnak, az eEPROM írhatóságát hivatottak beállítani, esetünkben nem kapnak jelentős szerepet. A 23. ábra bal oldalán láthatók a 24C04 megszólaltatási lehetőségei. A memória felprogramozásakor és kiolvasásakor általában az elsőt és az utolsót használjuk, így nem kell folyton címezgetni, a címszámláló automatikusan minden művelet után lép egyet. Ezek a jelalakok valószínűleg meg a leg-

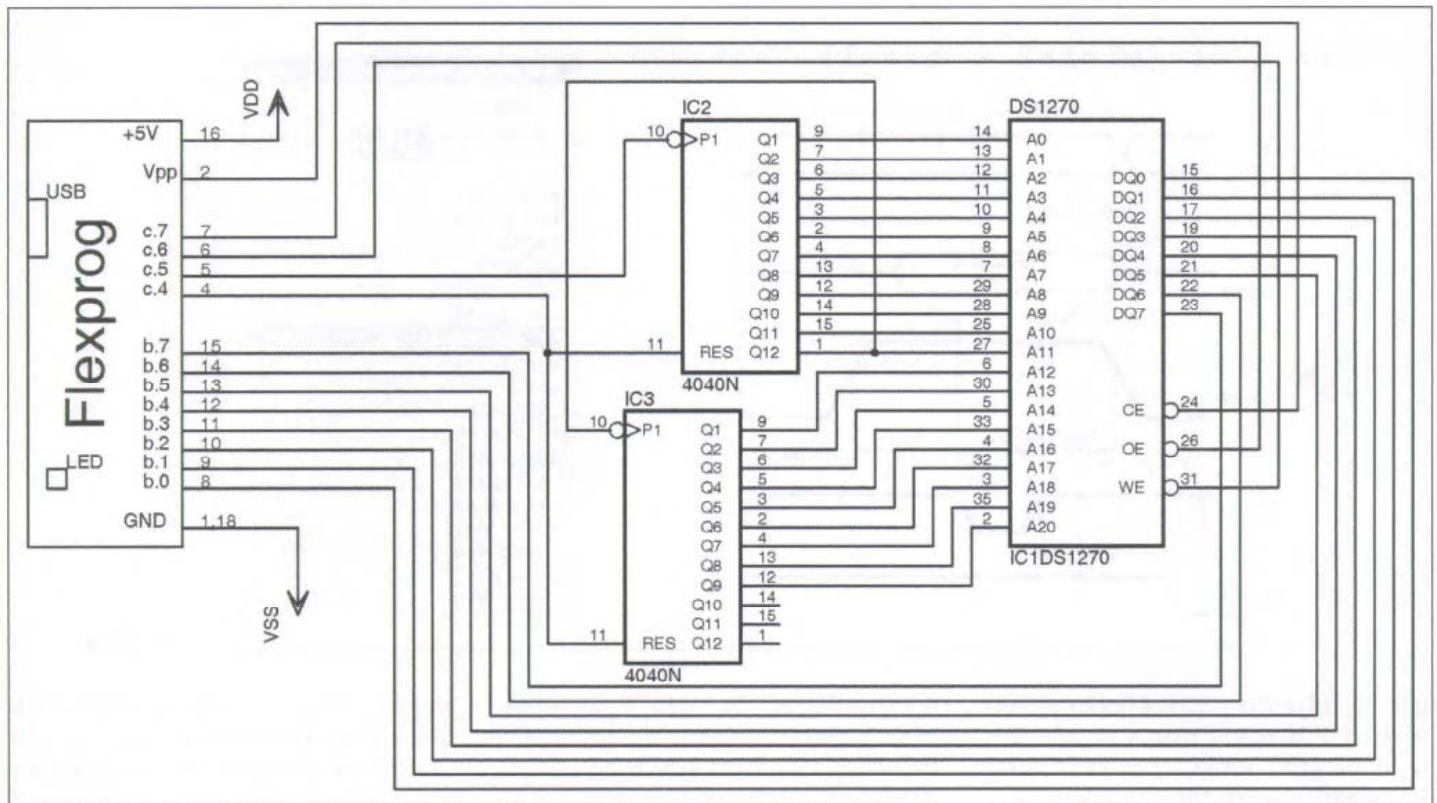
DS1270 írás jelalakok adatlap szerint



```

FlexProg
Listaszerkesztő "X"
Listafáj megnyitás Listafáj mentés
trisb=0
tristate= +5 V
portc.4=0
portc.5=0
portc.6=0
portc.7=1
trisc=0
portc.4=1
portc.4=0
---Várakozás---
for n= 0 to 2097151
tristate= 0 V
portb=An
tristate= +5 V
portc.5=1
portc.5=0
next n
    
```

21. ábra



19. ábra

húzzuk. Ekkor az adatbuszon megjelenik a gyártó kódja, amit rögtön a baloldali adattábla kezdő pozíciójába másolunk. Ezután a 9-es és a 10-es időszelvényben léptetjük a számlálót, ezzel az EPROM A0 vezetéke +5 V-ra kerül, az adatbuszon pedig megjelenik az eszköz kód. Ezt bemásoljuk az adattábla következő helyére, majd rendezzük az A9 és a CE állapotát és ezzel a folyamat készen is van. A portc.7-en mindeközben a LED világitott, majd azt is lekapcsoljuk.

DS1270 SRAM

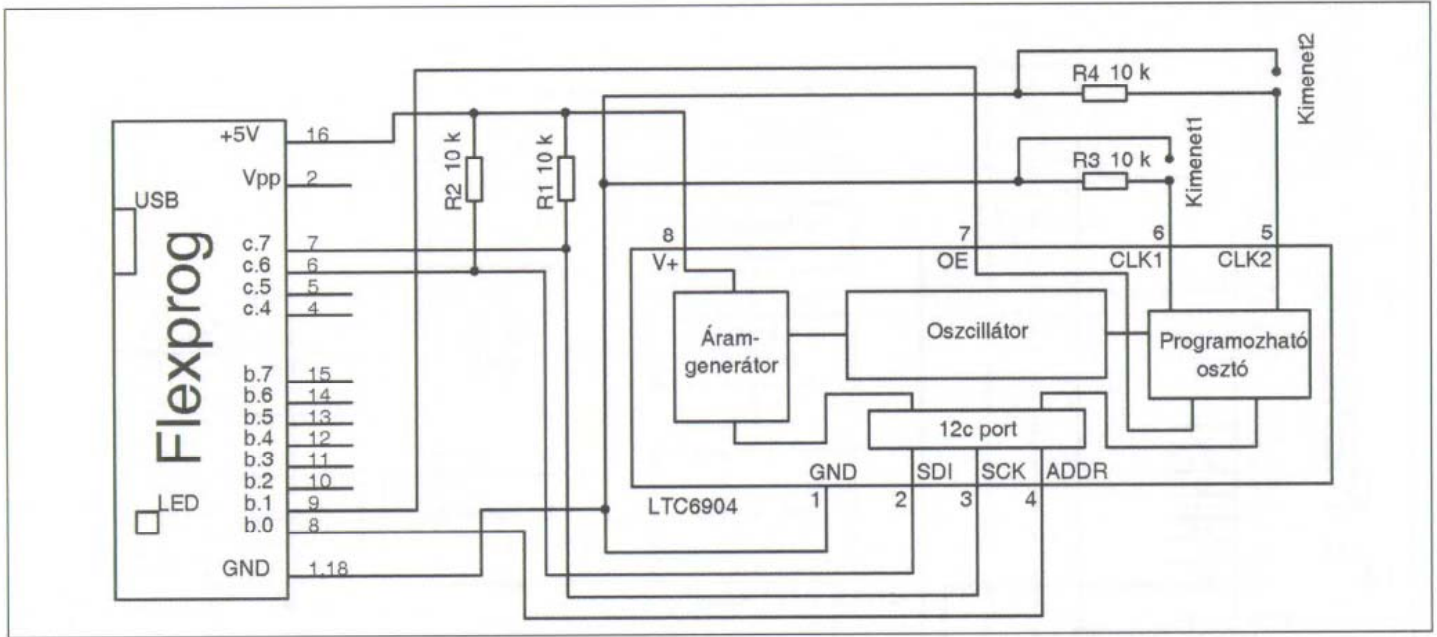
A következő példánk egy SRAM kezelése lesz, típusa: DS1270. Ez az IC tartalmaz belső telepet is, így a tápfeszültség lekapcsolása után sem felejt el a tartalmát. Memóriaterülete 16 Mbit, azaz 2 megabájt, hozzáférési ideje mind írás, mind pedig olvasás esetén 70 ns. Az eszközzel építhetünk gyors datloggert is, amellyel a megahertzes jelek is elcsíphetők. (Persze nem olcsó, ára 117 dollár. De, ahogy egy ismerős mondta: „Még szerencse, hogy lehet kapni!”) Az eredeti eszközben, amelybe beépítésre került, a teljes tárterületnek csak a felső, néhány száz tíz bájtos részét kellett kívülről programozni, itt foglaltak helyet a konfigurációs beállítások. Régi pénzvizsgálókban használ-

ták előszeretettel ezt a megoldást, mivel az elem kimerülése után – ami néhány évre tehető – az egységet vagy javítani kellett a gyártóhoz visszaküldve, vagy pedig venni egy újat. Ez persze csak az első egység kimerülése után derült ki, így rohamléptékben dolgozva a probléma persze elhárítható egy hozzáértő és gondos szervizes kolléga segítségével. A példa kedvéért azonban nézzük meg a teljes IC kezelésére alkalmas hardvert és szoftvert. A DS1270-esnek 21 címvezetéke, 8 adatvezetéke és három (CE, OE, WE) vezérlőlába van. Ez összesen 32 láb. Sajnos egy darab 4040-essel csak 12-es buszt lehet címezni, így kettő kell belőle, amint azt a 19. ábra mutatja. A második számlálónak csupán a háromnegyedét használjuk ki. Az ábra szerinti bekötéssel a FlexProg modul összes kivezetését felhasználjuk. A memóriából olvasás és az abba írás művelete roppant egyszerű, nem igényel speciális feszültségeket, +5 V-os tápfeszültséggel mind egyik megoldható.

Az olvasási folyamat jelalakjai a 20. ábra bal oldalán láthatóak. Ez a gyártó által ajánlott, adatlapból nyerhető változat, amelyet persze a gyakorlat egyszerűsít egy picit J. Az eredeti ajánlás szerint mindenképp a címet kell az IC-re adni, miközben a CE és az OE lábak magas szinten vannak. Persze ne

felejtjük el, hogy olvasni fogunk, így természetesen a WE-n is magas szintet illik tartani. Ha a cím megvan, akkor a CE és az OE lábat GND-re húzva aktiválni kell, ezután az adott címen lévő adat megjelenik az IC kimenetén. A folyamatot egyszerűsíthetjük, ha olvasás alatt az OE lábat folyamatosan aktív állapotban tartjuk, és csak a CE-t kapcsolgatjuk. Ennek a megvalósítását mutatja a 20. ábra programja. A program közepén található várakozásig csak a port- és buszvezetékek alapbeállítása zajlik. A várakozás feloldása után indul a kiolvasóciklus, amelynek magja a 2 megabájtjának megfelelően 2 097 152-szer ismétlődik meg. Ez alatt megtelik az „A” jelű adattábla. A ciklusmag egyszeri lefutása kb. 20 ms-ot vesz igénybe, így összesen $2097152 \cdot 20 \text{ ms} = 11,6 \text{ óra}$ időt igényelne eljutni a program végéig. Ha a CE lábat is fix GND-re kapcsoljuk a kiolvasás alatt, akkor ez az idő a 60%-ára csökken, amit még mindig nem érdemes kivárni. A program persze eredetileg az IC kiszeletének programozására készült, ami pár másodperc alatt le is futott.

Az írási folyamat hasonlóan egyszerű, amint az a 21. ábráról látszik is. A különbség mindösszesen annyi, hogy az OE jelet felcseréljük WE-re. Mivel a program ciklusmagjában csak a CE vezetéket kapcsolgattuk, így a két prog-



24. ábra

végzi, de vegyük észre, hogy ez 256-tól 511-ig fut, mert ezzel biztosítható, hogy az adattáblában az értékek a helyükre kerüljenek. Ha a program lefutott, már nincs is más dolgunk, csak elmenteni a kapott tartalmat a kívánt formátumban.

A beépített I2C utasítások ideje is kb. egy utasításidő, ami azt jelenti, hogy a teljes olvasási folyamat $(3 + 256 + 3 + 256) \cdot 20 \text{ ms} = 10 \text{ másodperc}$ alatt végbemegy. Ha írást is tervezünk a memóriába, akkor feltétlenül vegyük figyelembe, hogy EEPROM-tól függetlenül kb. 10 ms írási idővel számolhatunk, ami a memória felépítésének fizikájából ered.

LTC6904 programozása

Egy másik, aránylag kevésbé ismert, ámde nagyszerű, I2C-buszon keresztül elérhető áramkör alkalmazását mutatjuk be a továbbiakban. Ez az IC a Linear Technology által gyártott LTC6904. Ezzel a kis nyolclábú alkatrészrel 1 kHz-től 68 MHz-ig állíthatunk elő négyszögjelet, órajelet. A frekvencia beállítása digitálisan történik, pontossága pedig 0,5%-os.

Egyetlen hibáját, az MSOP tokozást a tudása biztosan feledtetni. Beforrasztá-

sához nagyító és kis teljesítményre állított páka feltétlenül szükséges. Az IC lelke tulajdonképpen egy feszültségvezérelt oszcillátor (VCO), amelynek bemenőadatát egy DA konverter adja, pontosságát pedig egy precíziós áramgenerátor határozza meg. Az alaposzcillátorhoz kapcsolódik egy programozható osztó, amelyhez csatlakoznak a 6904 kimenetei.

A FlexProg moduldal történő összekapcsolása mindössze két 10 kohmos ellenállást igényel az I2C-buszra, a kimeneteit pedig a helyes működés érdekében érdemes kissé megterhelni, amire még két 10 kohm pont alkalmas.

A teljes kapcsolás a 24. ábrán található. A 6904-nek van még egy kimenet-aktiváló OE lába, meg egy eszköz-cím-kiválasztó kivezetése (ADDR). A két kimenet közül a 6-os lábba menő az adatlap szerinti fő órajel kimenet, az 5-ös lábbon pedig a pótkimenet találjuk.

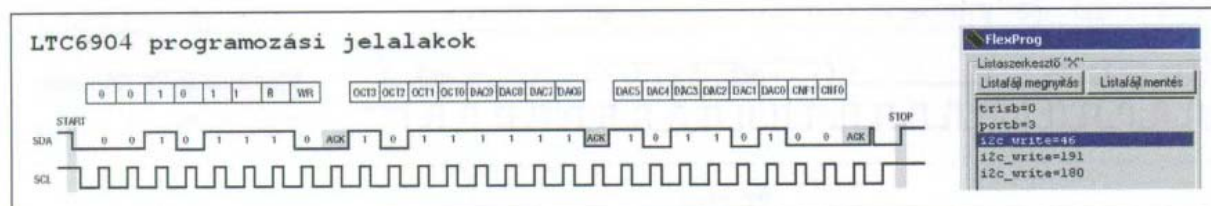
Mindkét kimenet funkciója az I2C-buszon keresztül beállítható. A modul „B” portjáról fogjuk az OE és az ADDR lábakat vezérelni, az I2C-busz pedig a „szokásos” helyen, a portc.7 (SCK) és a portc.6 (SDA) lábakon kapott helyet. A kimeneti frekvenciát

Hz-ben a következő képlet alapján számíthatjuk ki:

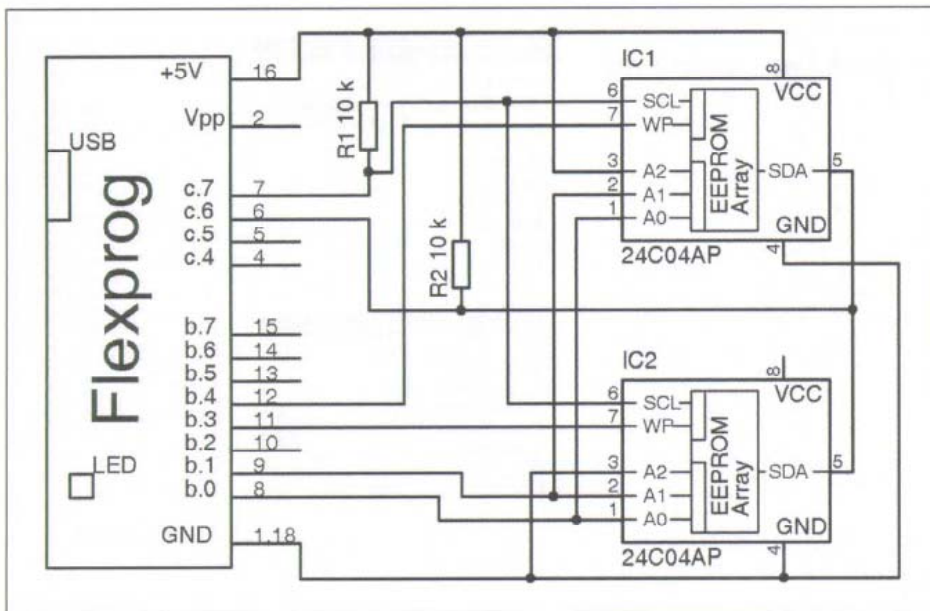
$$f = 2^{\text{OCT}} \cdot \frac{2078}{2 - \frac{\text{DAC}}{1024}}$$

ahol a DAC a belső DA konverter 10 bites regiszterét, míg az OCT a belső osztó 4 bites regiszterét jelöli.

Az IC-t igen egyszerű működésre bírni, mert nem kell mást tenni, csak a 25. ábra szerint három bájtot beküldeni a buszon keresztül, no meg persze a kimeneteket aktiválni. A frekvencia váltásakor is ezt az adatstruktúrát kell követni. Az első bájtt tartalmazza az eszközre általánosan jellemző adatokat, ezért is szokták ezt slave address-nek hívni. Az első négy bit (0010) jelöli az eszköztípust, a következő kettő mindig 1, majd az IC ADDR lábára kapcsolt szint (esetünkben 1) következik, végül pedig az írást jelző WR bit. Mivel csak egy bit van fenntartva az eszközcím beállítására, így csak két 6904 fér el egy I2C-buszon. A második bájtt első fele az osztó beállítását tartalmazza (OCT regiszter), a másik fele, meg a harmadik bájtt jó része pedig a belső DA konverter feszültségét állítja be (DAC). A megmaradt két



25. ábra



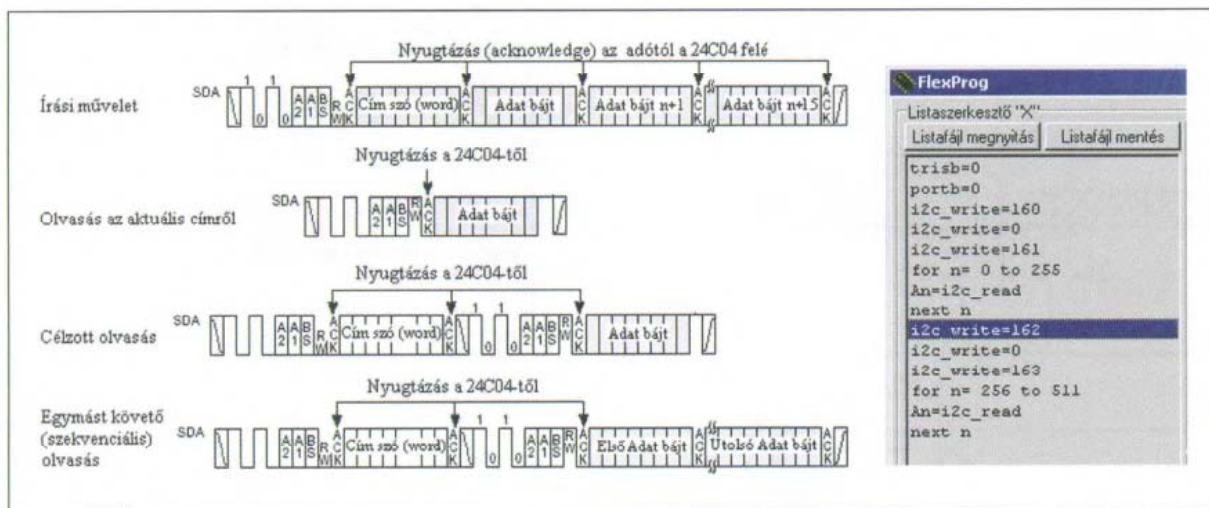
22. ábra

rövidebb hozzáférést a memória tartalmához. Az I2C-busz esetünkben mindig nyolc bites adatfolyammal dolgozik, és általában utána a kilencedik órajelre nyugtázás következik (ack = acknowledge). A kommunikáció során a kezdőbájt átvitele tartalmazza az aktuális slave I2C eszközzel kapcsolatos beállításokat is. Az első négy bit mindig a slave típusát jelzi, esetünkben ez 1010, ami EEPROM-ot jelöl. Ezután meg kell adni annak az eszköznek az A1 és az A2 eszközcím-vezetékeire adott szinteket, amellyel szót szeretnénk váltani. Így lehetséges ugyanarra a buszra több eszközt is kapcsolni. Az A1, A2 lehetséges kombinációinak száma négy, így összesen négy darab 24C04 lehet jelen egyszerre az SDA vezetéken. A 24C04 elérhető adatterülete 4 kilobit, azaz 512 bájt. Az egyszerűbb és rövidebb kommunikáció érde-

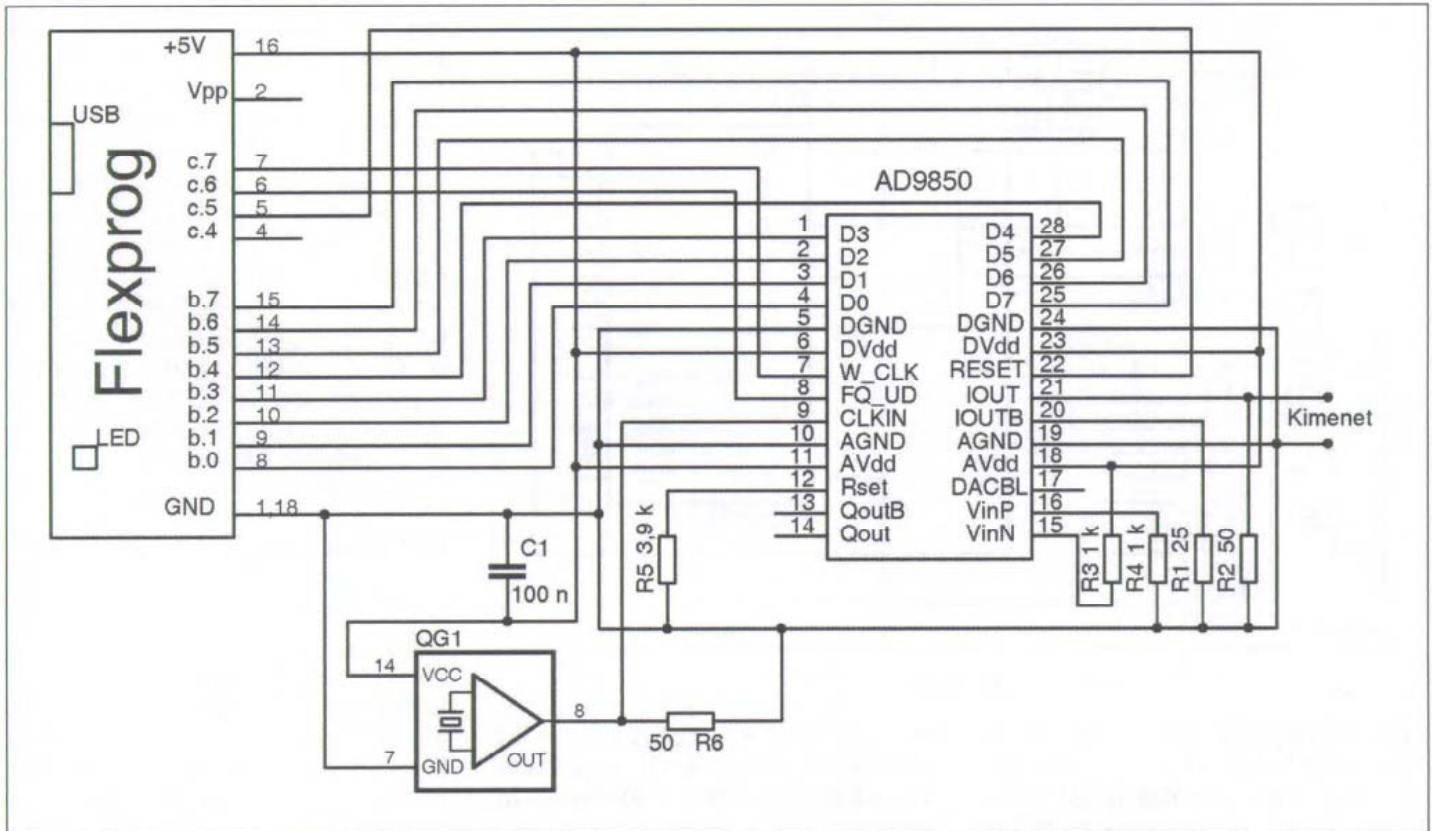
kében a memóriaterületet két 256 bájtos lapra osztották gyárilag. Az, hogy melyik lapon végzünk műveletet, az első átküldött bájt BS (bank select) bitjén múlik. A teljes adattartalom kiolvasásakor memórialapot kell váltani. Az utolsó, RW jelű bit pedig azt jelöli, hogy a következő bájt(ka)t a master olvasni fogja-e a buszról, vagy írni fogja-e oda. Írásnál 0, olvasásnál a bit értéke 1. Ennyi bevezető után lássuk a programot!

A FlexProg az i2c_write és az i2c_read utasításokkal tudja kezelni a buszra kapcsolt alkatrészeket. A portra küldendő értékeket minden esetben nekünk kell meghatározni az adatlapok és leírások alapján. Íráskor az egyenlőségjel után a buszra küldendő adatot kell megadni, olvasáskor pedig először az adattábla pozíciót, majd egyenlőségjelet, végül az olvasóutási-

tást. A 23. ábra jobb oldalán láthatunk egy komplett tartalomkiolvasó programot. A 24C04-ből kapott bájtokat az „A” adattáblába tölti be. Összesen tehát 512 helyet tegyünk elérhetővé a táblában, ami pontosan 64 sort tesz ki. A program kezdősorában a modul „B” portjának vezetékeit kimenetnek állítjuk. Ezután mindegyik vezetékre 0 V-ot kapcsolunk. Ezzel tehát eldőlt, hogy mindkét EEPROM A0, A1 illetve a WP kivezetése is GND-re kerül. A „C” porton lévő I2C vezetékeket a modul automatikusan konfigurálja, így azok irányának állítgatásával nem kell törődnünk. Elsőként egy 160-as decimális értéket küld ki a program, ami binárisan 10100000. Az adatfolyam első négy bitje (1010) az EEPROMot azonosítja, míg a többivel (0000) egyrészt a kapcsolási rajz alsó IC-jét szemeljük ki, másrészt a BS=0 a kezdőlapot jelöli ki, harmadrészt az RW=0 pedig azt mutatja, hogy ismét a master, azaz a FlexProg modul fog a buszra írni. A következő sorban a buszra küldött 0 érték az EEPROM belső címszámlálóját 0-ra, azaz a kezdőértékre állítja. A harmadikként kiküldött 161-es decimális érték a 160-tól csak az RW bit értékében különbözik, így ezzel tudatjuk a 24C04-gyel, hogy ezután már tőle várjuk az adatokat. A kezdő memórialapról 256 bájt kiolvasását a következő ciklus végzi, ami egyben az adattáblába is tölti azokat. Ezzel a folyamat első fele készen is van. A továbbiakban a buszra írt 162 binárisan 10100010, így a BS bit értéke 1, ami a következő memórialapot jelöli ki. Az RW=0 további master adatot jelent, ami a 0 kiküldött értékkel meg is valósul. Ekkor a belső címszámláló megint alaphelyzetbe áll, így a 163 kiadása után kezdődhet a második lap olvasása. Ezt is egy ciklus



23. ábra



28. ábra

tunk a kimeneti feszültségen. A kívánt feszültség szinteket adattáblában tárolva egyszerűen építhetünk kis sebességű analóg jelgenerátort.

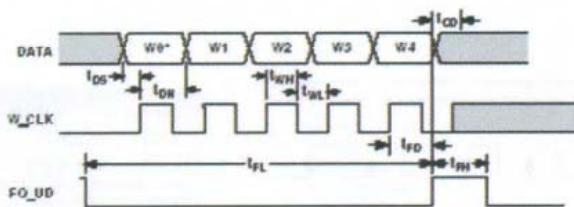
AD9850 DDS

Az Analog Devices gyártja a legkönnyebben kezelhető DDS áramköröket. Kellően magas órajellel üzemeltet-

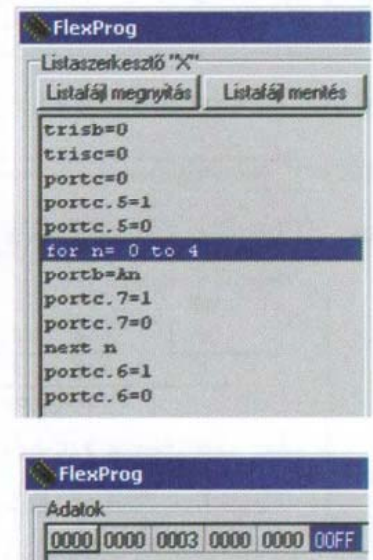
ve ezeket az IC-eket több 10 MHz vagy akár 100 MHz-ig terjedő tartományban állíthatunk elő velük gyakorlatilag szinuszos rezgést. Ha az alaposzcillátor kristálypontosságú és kellően stabil, akkor még 15-20 MHz-es kimenetnél is tized hertz pontosságú jelet kaphatunk. Ez több, mint megfelelő az otthoni műhelybe, kalibrálási célokra vagy saját építésű rádió esetén VFO-nak.

A 28. ábrán egy AD9850-est kapcsoltunk a FlexProg modulhoz. A DDS órajelét egy 125 MHz-es fémtokozású kompakt oszcillátor adja, ilyen elfogadható áron kapható a kereskedelemben, nem érdemes diszkrét elemekből megépíteni. Az oszcillátor kimenő jelét egy 50 ohmos ellenállással terheljük, majd közvetlenül bevezetjük a 9850-esbe. Néhány külső ellenállás

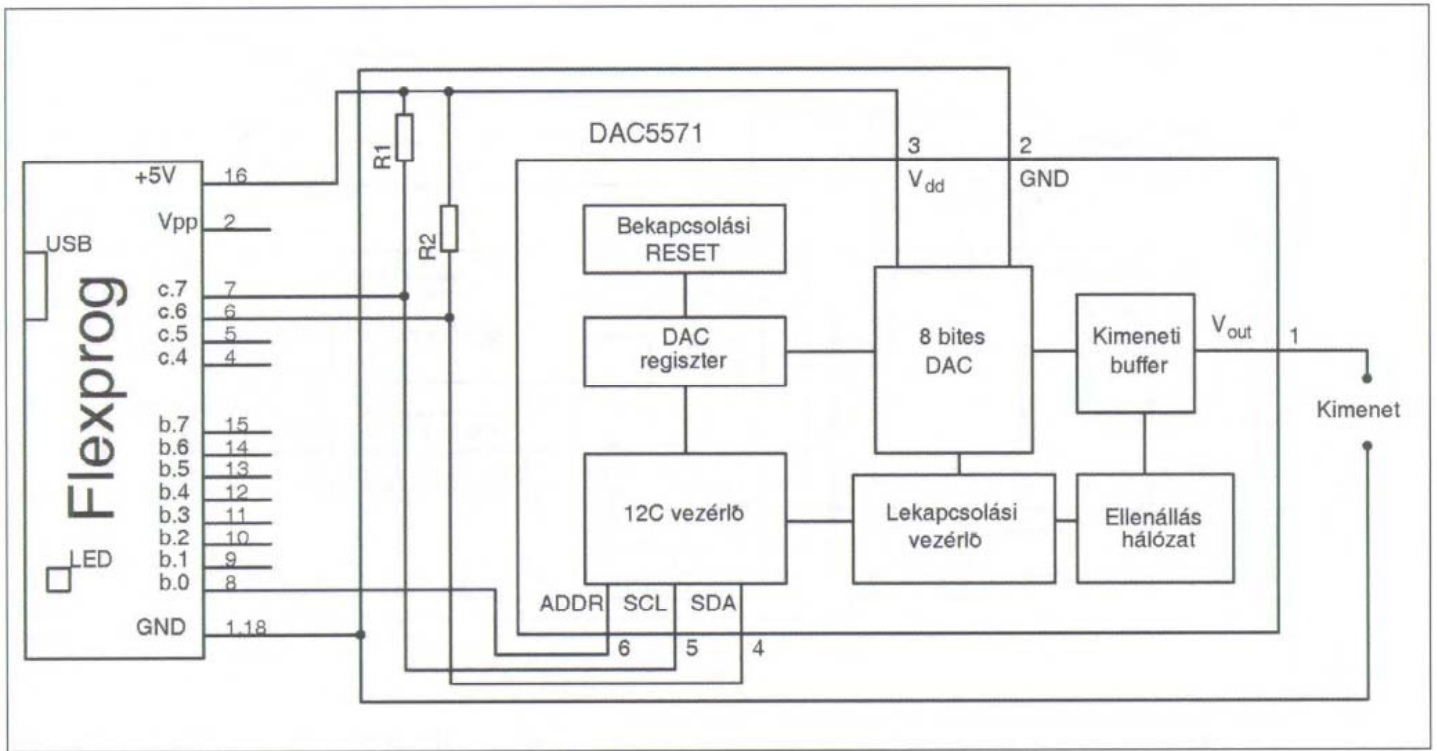
AD9850 jelalakok adatlap szerint



Word	Data[7]	Data[6]	Data[5]	Data[4]	Data[3]	Data[2]	Data[1]	Data[0]
W0	Phase-b4 (MSB)	Phase-b3	Phase-b2	Phase-b1	Phase-b0 (LSB)	Power-Down	Control	Control
W1	Freq-b31 (MSB)	Freq-b30	Freq-b29	Freq-b28	Freq-b27	Freq-b26	Freq-b25	Freq-b24
W2	Freq-b23	Freq-b22	Freq-b21	Freq-b20	Freq-b19	Freq-b18	Freq-b17	Freq-b16
W3	Freq-b15	Freq-b14	Freq-b13	Freq-b12	Freq-b11	Freq-b10	Freq-b9	Freq-b8
W4	Freq-b7	Freq-b6	Freq-b5	Freq-b4	Freq-b3	Freq-b2	Freq-b1	Freq-b0 (LSB)



29. ábra



26. ábra

biten (CNF1, CNF0) a kimenetek konfigurálását lehet elvégezni. Ha mindkét bit 0, akkor a két kimenet között 1800-os fáziseltolást mérhetünk, egyszerűen szólva a CLK2 negáltja a CLK1-nek. A 01 kombináció a CLK1 kimenetet lekapcsolja, csak a CLK2 lesz aktív. Az 10 ennek pont az ellenkezőjét teszi, míg az 11 mindkét kimenetet lekapcsolja. Az ábra szerint beállított regiszterekkel a kimeneti frekvencia értéke 4 178 218 Hz. A pontosságot is belekalkulálva 4,17 MHz-es rezgésre számíthatunk. A CNF bitek beállítása szerint (00) a jel mindkét kimeneten mérhető, de ellenfázisban. A FlexProg listaszerkesztőjében mindössze öt sorból áll az egész program, amely az előbbieken fényében magától értetődő. A buszra kiírt adatokat előre kiszámolva és az adattáblában eltárolva akár zenét is lejátszathatunk a 6904-gyel. Az IC-nek ugyanilyen funkcióval létezik egy SPI-buszos testvére is, amelynek típuszáma 6903.

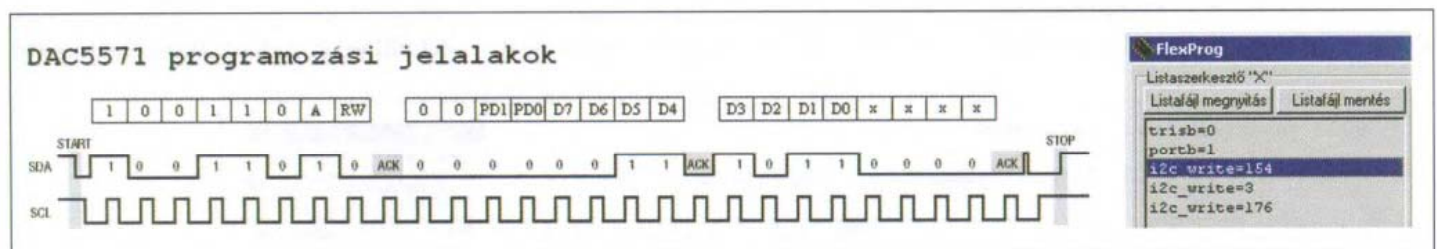
DAC5571 programozása

Az utolsó I2C-s példa egy DA konverter lesz, melynek típusa: DAC5571. Ezt a hatlábú, SOT23 tokozású apróságot a Texas Instruments gyártja. A FlexProg modulhoz csatlakoztatása az 5571-en és a két 10 kohmos felhúzon kívül más alkatrészt nem igényel. A kapcsolási rajz a 26. ábrán látható.

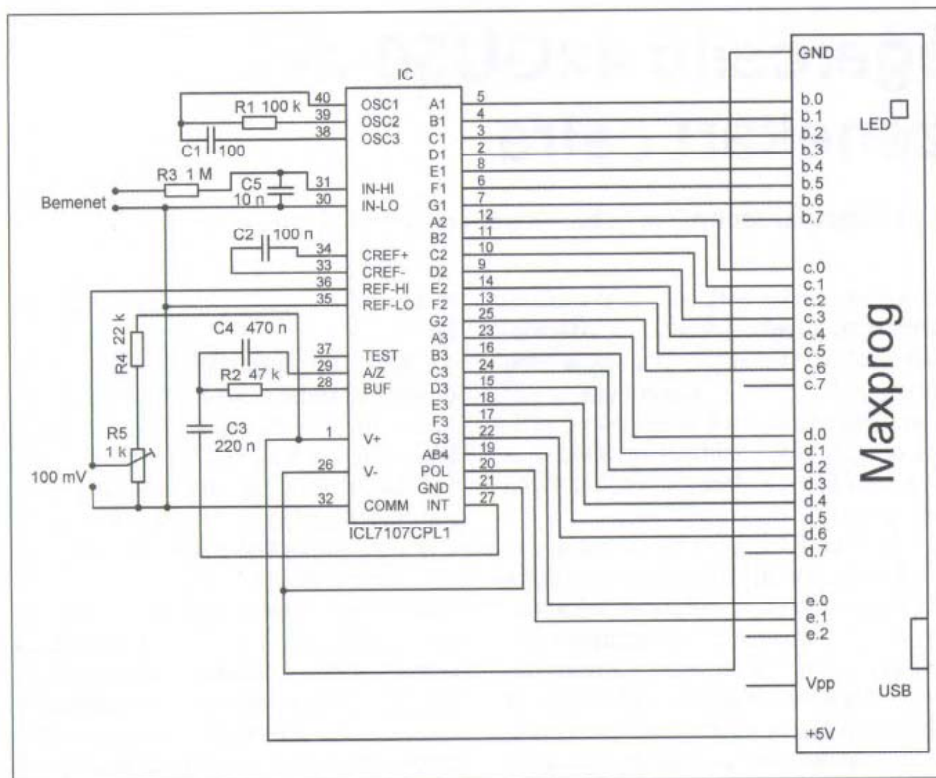
Az IC tápellátását az USB 5 V-ja remekül ellátja, de ha pontosabb kimeneti feszültséget szeretnénk, nem árt a tápfeszültséget jobban stabilizálni, mert a pozitív referenciafeszültség pont a táp, így annak bárminemű ingadozása a beállított kimeneti szint változását eredményezi. Az ADDR kivezetésre adott logikai szinttel választhatjuk ki, hogy a buszra csatlakozó legfeljebb két 5571 közül melyikkel szeretnénk kommunikálni. Az IC belső felépítése roppant egyszerű, a digitális elemeken kívül mindössze egy precíziós ellenállás-hálózatot, meg egy elválasztó erősítőt és

egy kimeneti vezérlőegységet tartalmaz. Az 5571 kimenő feszültségét a buszon küldött három bájtal állíthatjuk be, amely nagyon hasonló a 6904-nél látottakhoz.

A programozási jelalak a 27. ábrán látható. Az első bájt fele (1001) azonosítja az eszközt, majd utána fix 10 következik. Az ADDR kivezetés esetünkben magas szintre legyen kapcsolva, az RW bit pedig 0, mert a master (FlexProg) fog adatot küldeni a slave 5571-nek. A második és harmadik bájtban adjuk meg a D0-D7 biteken keresztül, hogy milyen érték kerüljön a DAC regiszterbe, azaz mi lesz a DA konverter kimeneti szintje. A jelenlegi értékekkel ez $59/256 * 5 = 1,152$ V. A PD0 és PD1 bitek 0 értéke normál működési módot állít be. A program itt is mindössze öt sorból áll, csak a buszra kiküldendő értékeket cseréltük ki az előző programhoz képest. A tényleges aktív szakasz csak három utasításból áll, így összesen kb. 12 ms alatt változtathat-



27. ábra



32. ábra

nem hasonlít, mert nincsenek nyugtázóbiték az adatok végén, továbbá nem nyolcbites az adatszerveződés.

A PIC16 programozásához először mindig egy hatbites parancsot, majd attól függően egy 16 bites adatszót kell a buszra írni vagy olvasni. A PIC16 kódmemóriájában 14 bites szavak férnek el, így a 16 bites adat kezdő és utolsó bitje is egyaránt 0 kell legyen.

Azért, hogy ezt a furcsa kommunikációt is kezelni tudja, a FlexProg sokrétűen konfigurálható SPI-illesztővel rendelkezik. A spi_config utasítással tudjuk az éppen szükséges beállításokat eszközölni. Itt adhatjuk meg, hogy

a bitfeldolgozás iránya MSB-LSB vagy fordított legyen, a bitbevitel fel-, vagy lefutó élre történjen, mennyi adatbittel dolgozzunk, a startbiték és stopbiték 0-ák vagy 1-esek legyenek és mennyi start- és stopbitet használjunk.

Ezek beállítása egy utasításidőt fogyaszt, ez mindig kalkuláljuk bele a program futási idejének kiszámításába. A 31. ábra jobb oldalán egy 16F84 olvasási folyamat megvalósítását láthatjuk, a kiolvasott adatok az adattáblába kerülnek. Az egyes mikrovezérlők programozási parancskészlete eltérhet, tartalmazhat máshol nem használható elemeket is, így az éppen programozni

kívánt IC parancskészletét mindig tanulmányozzuk át a műveletek előtt.

MaxProg alkalmazás

Utolsó példaként – a teljesség igénye nélkül – bemutatunk egy MaxProg alkalmazást is. Az ICL7106-os 40 lábú AD konverter közkedvelt eleme az olcsóbb 3,5 digités kéziműszereknek.

Mivel az IC LED kijelzőt is meghajtani képes változata a 7107 a kereskedelemben is beszerezhető, mérési-adat-gyűjtő eszköz építéséhez kiváló lehet. Kimenetei alkalmasak közvetlenül LED-ek meghajtására is, így közvetlenül hozzákapcsolhatók a MaxProg modulhoz. A 3,5 digit az előjellel együtt is 23 lábát igényel, a MaxPrognak pedig 28 van. Érdeemes a 32. ábra szerint digitenként rendezni a portok adatait, így az adattáblába töltve azokat, a továbbiakban könnyebben feldolgozhatóak lesznek. A 7107 elég sok külső alkatrészt igényel, meg egyáltalán nem nevezhető gyorsnak, viszont elérhető nagymértékben megkönnyíti. A program elkészítéséhez használjuk bátran az adattáblák kétdimenziós címzését (Anm, Amn, Bnm, Bmn) és az egymásba ágyazott ciklusokat.

Ezennel a FlexProg és MaxProg bemutatásának végére értünk. Az ismertett példákon keresztül láthattuk a rendszer használatának egyszerűségét és rámutattunk az alkalmazhatóság korlátaira is.

Akinek az érdeklődését a bemutatott példák felkeltették, a FlexProg és MaxProg modulokat, illetve szoftvereiket a HAM-bazár hirdetése alapján megvásárolhatja.

Tanítható programozók - kezdőknek, haladóknak!

A FlexProg és MaxProg fejlesztői modulok (hardverek) és programok (szoftverek) új dimenziókat nyitnak meg, legyen szó fejlesztői munkáról vagy akár a programozással való ismerkedésről. A modulok az egyszerű portműveleteken túl támogatják a SPI és az I²C kommunikációt is, így egy új IC vagy memória megszólaltatása nem okozhat többé problémát. A modulokat működtető BASIC-kód a PC-n található, így a program hosszának csak a számítógép szab határt. A PC-vel való összeköttetést USB kábel végzi, a programozáshoz és a működtetéshez nincs szükség párhuzamos meg soros csatlakozókra. Részletes leírás a „Rádiótechnika” 2012/10-11. számában és a 2013-as Évkönyvében.



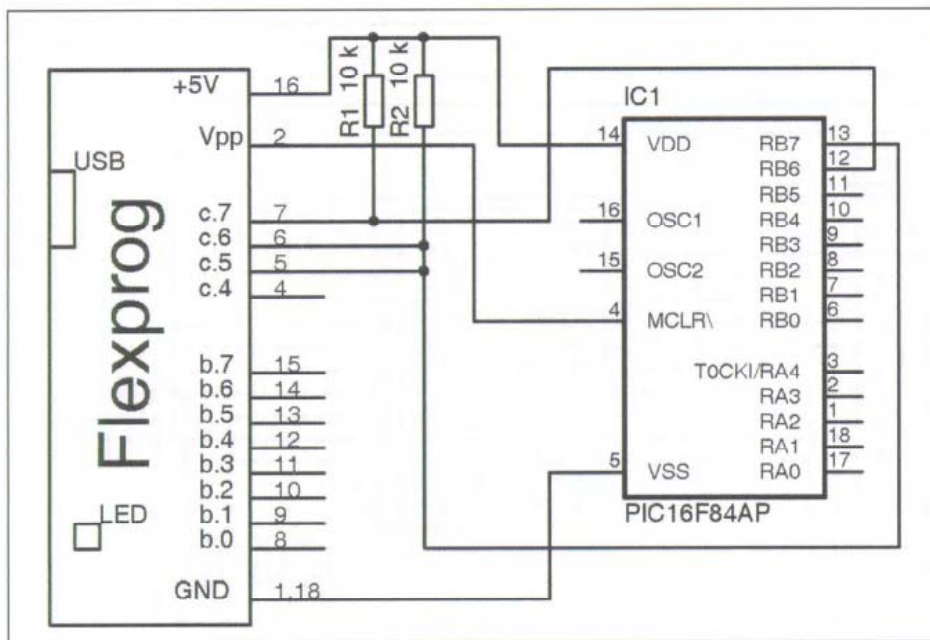
Árak:

- FlexProg hardver + szoftver + USB kábel csak 18.990,- Ft
- MaxProg hardver + szoftver + USB kábel csak 23.990,- Ft

Megrendelhető – kapható a HAM-bazárban.



(+36 1) 239-4932/36, 239-4933/36 www.radiovilag.hu hambazar@radiovilag.hu
 Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép, H-P: 9-14 ó. 1374 Budapest, Pf. 603



30. ábra

azért szükséges a működéshez, és ne felejtjük el beépíteni a 100 nF-os kondenzátort sem, lehetőleg minél közelebb az IC-hez. Mivel csak kipróbáljuk az áramkört, nem érdemes kimeneti aluláteresztő szűrőt használni, de ha rádióba építjük be, feltétlenül tegyünk a kimenetre két LC-, vagy RCtagot. A 32 bites frekvencia és az 5 bites fázisregiszter megtöltése elég hosszadalmas lenne soros módban, így a gyártó az összesen betöltendő 40 bitet bájtokba rendezte. Ennek köszönhetően egymás után öt bájtot kell bevinni az IC-be a kimeneti jel megjelenéséhez. (Persze a gyártó lehetőséget ad soros adatbevitelre is.) Ezt az öt bájtot W0-W4 jelölésen láthatjuk a 29. ábrán. A FlexProg modul „B” portját lefoglaljuk az adatbusz-

nak, a „C” portra pedig egy reset és két adatbeviteli funkció kerül. A párhuzamos adatbevitel során az adatbuszra írt bájtot egy W_CLK impulzus viszi be a 9850-es átmeneti tárolójába, majd az ötödik bájt után adott FQ_UD impulzusra a kimeneten megjelenik a beállított frekvenciájú szinuszel. Ezek után a programozás már nagyon egyszerű, az induló adatok beállítása után egy ciklus viszi be az adattáblából kiolvasott bájtokat az IC-be. A kimenő jel frekvenciáját az

$$f_{ki} = (\text{Freq_word}/2^{32}) * f_{osc}$$

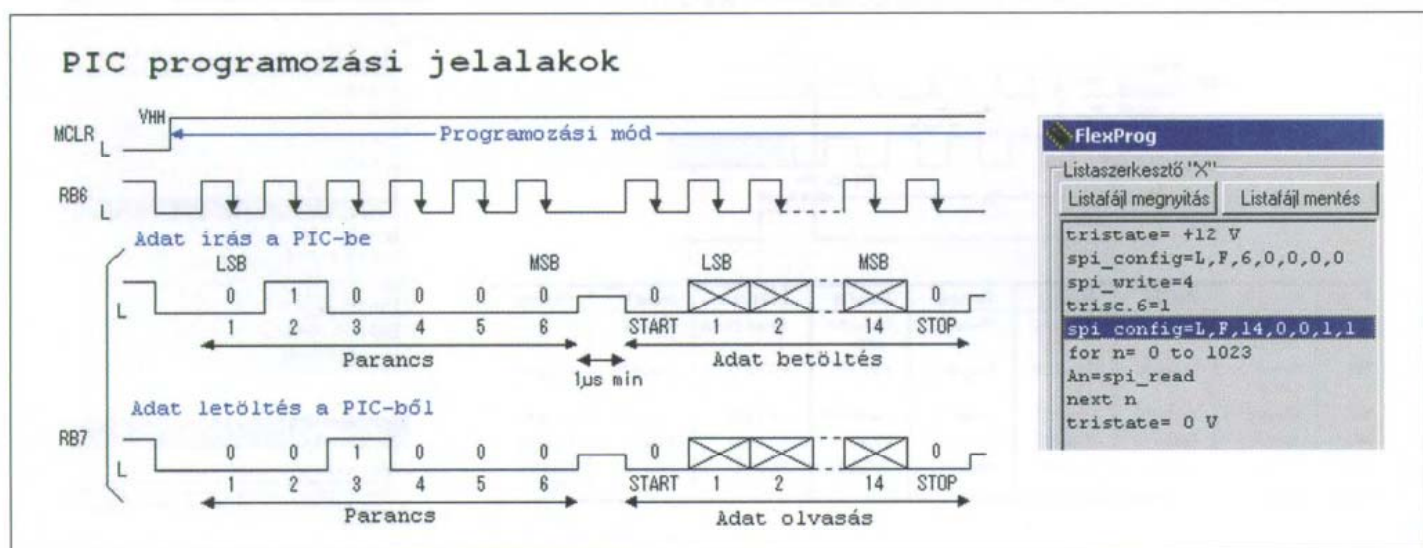
képlettel számíthatjuk. Esetünkben f_{osc} helyére 125 MHz-et helyettesítve, a Freq_word 03 00 00 FF hexadecimális

értékével számolva 1 464 851,1 Hz-es kimeneti jelet kapunk. A tok 15-ös és 16-os lábát használhatjuk modulációs célokra is, de az egyszerűség kedvéért azokat most nem kötöttük be. A 9850-essel kapcsolatban sajnos meg kell jegyezni, hogy SSOP tokozással érhető el, amihez a 28 láb miatt már érdemes kis pótpanelt gyártatni, persze az ügyesebbek megpróbálkozhatnak a 16 mil szélességű fóliacsíkok vasalásával is. Hanggenerátor céljára a 9850-esnél kisebb lábszámú 9832-essel is érdemes próbálkozni, míg nagyobb frekvenciákra – egészen 500 MHz-es órajelig – a 9958-as ajánlható.

PIC16F84 programozása

A PIC mikrovezérlők felprogramozásához is tud segítséget nyújtani a FlexProg. A 30. ábra szerinti kapcsolatban egy 16F84-et kapcsoltunk a modul „C” portjára. A Vpp +12 V-jának köszönhetően hardveres tekintetben csak két 10 kohmos ellenállásra van szükség. A PIC16 mikrovezérlők speciális szinkron soros adatátvitellel kommunikálnak programozáskor. A jelalakok a 31. ábrán láthatók.

A programozási üzemmódba lépéshez az MCLR kivezetésre 12 V-os feszültséget kell kapcsolni. Ezután fogja csak programozási adatként értelmezni a controller az RB6 és RB7 kivezetésén keresztül érkező információt. Az RB6 az órajel, míg az RB7 a kétirányú adatvezeték szerepét tölti be. A FlexProg támogatja a SPI kommunikáció használatát is, de a PIC adatfolyam annyiban tér el ettől, hogy ugyanaz a ki- és bemeneti láb. I2C-re azonban



31. ábra

```

FlexProg
Listaszerkesztő "X"
Listafájl megnyitás
Listafájl mentés
tristate= +12 V
spi_config=L,F,6,0,0,0,0
spi_write=4
trisc.6=1
spi_config=L,F,14,0,0,1,1
for n= 0 to 1023
An=spi_read
next n
tristate= 0 V

```

sú. A negatív rácsfeszültséget csövenként lehet állítani a P4...P7 trimmer-potenciometerekkel. A végerősítőcsövek rácsköreiben levő R26, R27 és R36, R38 ellenállások a nagyfrekvenciás gerjedést akadályozzák meg. Hasonló célt szolgál a segédrácsok körében levő R31...R34 soros ellenállás is. A katódköri R28, R30 és R39, R40 ellenállások sarkain mérhetjük a végcsöveken átfolyó áramot. Ez az áram az anód- és a segédrácsáramból tevődik össze. A katódköri ellenállások 1% pontosságnak, terhelhetőségük 0,6 W. A K1 kapcsolóval kiválasztjuk a mérendő végerősítőcsövet, a hozzá tartozó ellenállás sarkain feszültséget mérünk az M jelű Deprez-műszerrel.

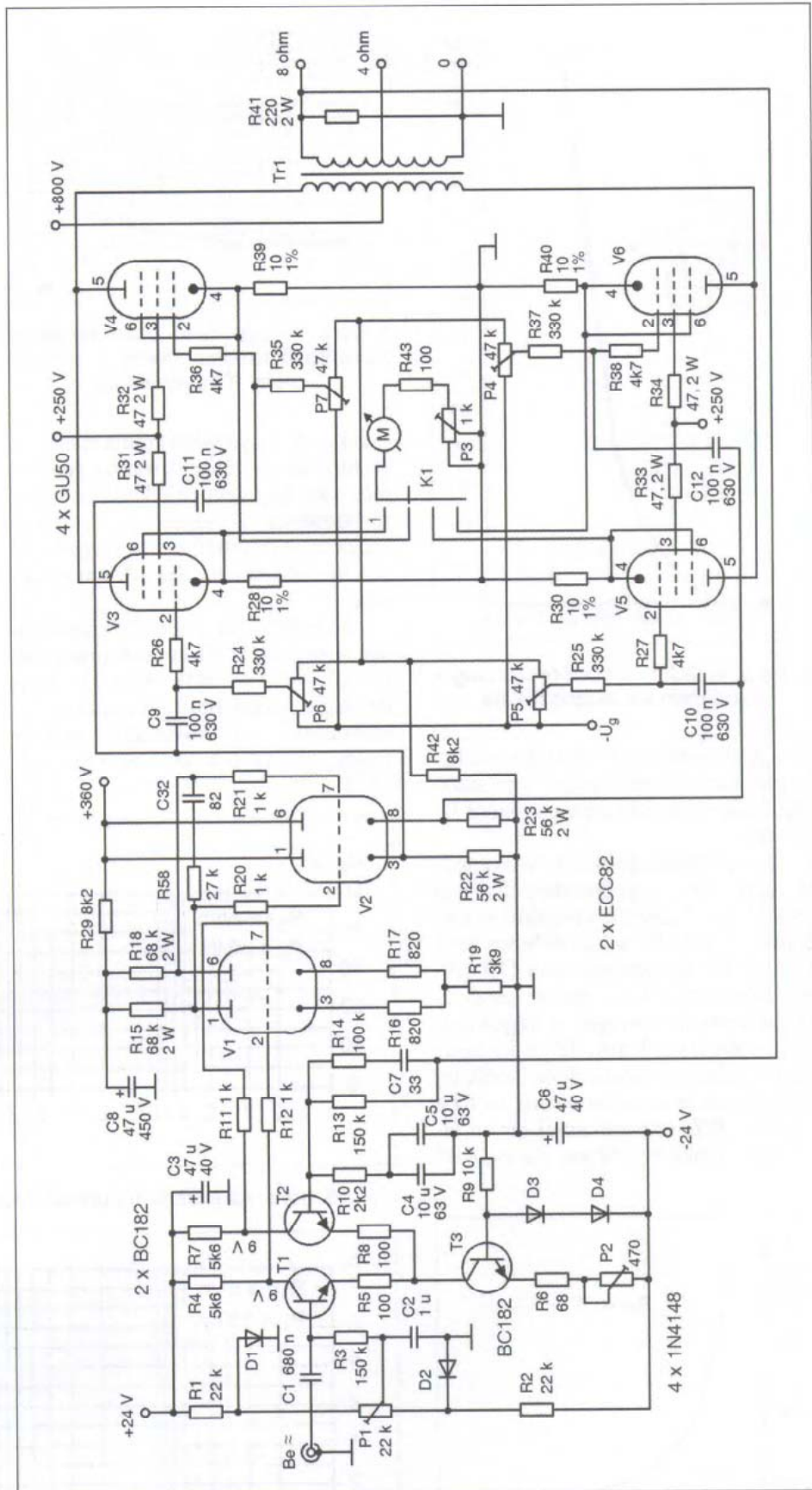
A végcsövek típusa GY-50, GU50. Ezek orosz, szovjet gyártmányok. (Az egykori német Telefunken LS50 típusú adópentóda koppintása.)

Katonai célra készült, robusztus felépítésű megbízható típus. A II. világháború után több ország is gyártotta, más típusjelzéssel. Hátránya az alacsony meredekség, valamint a speciális foglalat. (A HAM-bazárban a cső és foglalta kapható.)

A GU50 főbb adatai

Fűtőfeszültség	10,8...14,5 V 12,6 V (névl.)
Fűtőáram	0,6...0,85 A
Meredekség	3...5 mA/V
Anóddisszipáció	max. 40 W
Anódfeszültség	max. 1000 V
Segédrácsfeszültség	max. 250 V
Katód-fűtőszál közti feszültség	max. 200 V

Felvettem a GU50 rácselőfeszültség-anóaráram karakterisztikáját, mely a 2. ábrán látható. A mérést 750 V-os anód- és 250 V-os segédrácsfeszültség mellett végeztem, 10 db elektroncsövön. Az általam mért egyedekből könnyen alakítottam párokat. Az elektroncsövek kis eltéréssel azonos karakterisztikát produkáltak. (Valószínűleg válogatott példányok voltak, mivel a GU50-eket eleve katonai eszközökben való használatra szánták.) A 2. ábrát szemlélve feltűnik a viszonylag hosszú lineáris szakasz. Jó minőségű végerősítőt ilyen csövekkel lehet készíteni.



1. ábra. A hibrid, 4 × GU50-es végerősítő kapcsolási rajza

A V3 és V4, valamint a V5 és V6 elektroncsövek párhuzamosan vannak kapcsolva. Ekkor az anóaráram összeadódik, a meredekség szintén, az opti-

mális illesztő ellenállás a felére csökken. Ellenütemű (push-pull) üzemmódnál ennek előnyei a következők. Az optimális illesztő ellenállás a felére csök-

Hibrid végerősítő 4xGU50-nel, zenekari célra

Plachtovics György okl. műszeripai technikus, plachtovics.gyorgy@gmail.com

Az alábbiakban ismertetésre kerülő végerősítő hibrid felépítésű. A fázisfordítást tranzisztoros differenciál erősítővel oldottam meg. A további erősítést, az impedancia-illesztést elektroncső végzi el. A végerősítő fokozat pentódás, négy darab elektroncsőből áll. Ebből kettő-kettő párhuzamosan, majd ezek ellenütemben vannak kapcsolva.

A végerősítő a hangszererősítő kategóriának felel meg, sőt ezeknél jobban is teljesít. A végerősítő csövek anódfeszültsége magas: 800 V. A tápegység kis belső ellenállású, egy rossz mozdulat és ez a feszültség halálos áramütést okozhat! Ne kapkodjunk az élesztésénél, bemérésnél! Ezeket a műveleteket egy kézzel végezzük, így kisebb az áramütés veszélye.

A végerősítő megépítését azoknak ajánlom, akik már készítették elektroncsöves erősítőket. A végerősítő beméréséhez, élesztéséhez hanggenerátor, AC voltmérő, oszcilloszkóp és multiméter szükséges.

Főbb műszaki adatok	
Bemeneti érzékenység ($P_{ki} = 150 \text{ W}$, $f = 1 \text{ kHz}$)	600 mV
Bemeneti impedancia	150 kohm
Kimenő teljesítmény ($f = 1 \text{ kHz}$, $k = 1,1\%$)	150 W, szinuszos
Kimeneti impedancia	4 vagy 8 ohm

Elvi működés

A hibrid végerősítő kapcsolási rajza az **1. ábrán** látható. Három darab tranzisztort és hat darab elektroncsövet tartalmaz.

A hangfrekvenciás jel a C1-es csatolókapacitáson át a T1 bázisára jut. A T1 és T2 tranzisztorok differenciál erősítő kapcsolásban üzemelnek. Ennek a kapcsolásnak a következő előnyei vannak. A szilícium alapú bipoláris tranzisztorok hőmérséklet driftje -2 mV/C° . Az elektroncsövek által termelt hő megváltoztatja a tranzisztorok mun-

kapontját, mely csökkenti a kivezérelhetőséget, növeli a torzítást. A differenciál erősítő alkalmazásával ez a hiba megszűnik, mert a kimeneten a két tranzisztor driftjének különbsége jelenik meg. A hibafeszültség tovább csökken, ha a T1 és T1 tranzisztorokat párba válogatjuk.

A T1 és T2 végzi a fázisfordítást. A T1 tranzisztor földelt emitteres, míg a T2 földelt bázisú áramkörnek tekinthető. A T2 tranzisztort az emitterén keresztül vezéreljük. A T1 és T2 tranzisztor kollektorán azonos amplitúdójú, de ellenkező fázisú jel jön létre. Az amplitúdó szimmetria az emitterellenállás nagyságától függ. Ezt azonban csak egy bizonyos határig növelhetjük. A megoldást az „aktív” munkaellenállás jelenti, vagyis az áramgenerátor alkalmazása. Az angolszász műszaki irodalom „long tailed” (hosszú farkú) kapcsolásként tartja számon ezt a felépítést. Az áramgenerátort a T3 tranzisztorral valósítjuk meg. Az áramgenerátor referencifeszültségét a D3 és D4 szilíciumdióda állítja elő. A diódák előfeszítését az R9 ellenállás végzi. Az áramgenerátor kimeneti árama az emitterkörben levő P2 trimmer-potencióméterrel szabályozható. A T1 és T2 tranzisztorok emitterkörében levő R5 és R8 ellenállások sarkain negatív áram-visszacsatolás jön létre. A negatív visszacsatolás csökkenti az erősítést, javítja a fokozat linearitását, termikus stabilitását. A differenciál erősítő DC szimmetrizálását a T1 tranzisztor báziskörében levő P1 trimmer-potencióméterrel végezzük. A potencióméterre jutó egyenfeszültséget a nyitóirányban kapcsolt D1 és D2 szilíciumdiódák stabilizálják $\pm 600 \text{ mV}$ -ra.

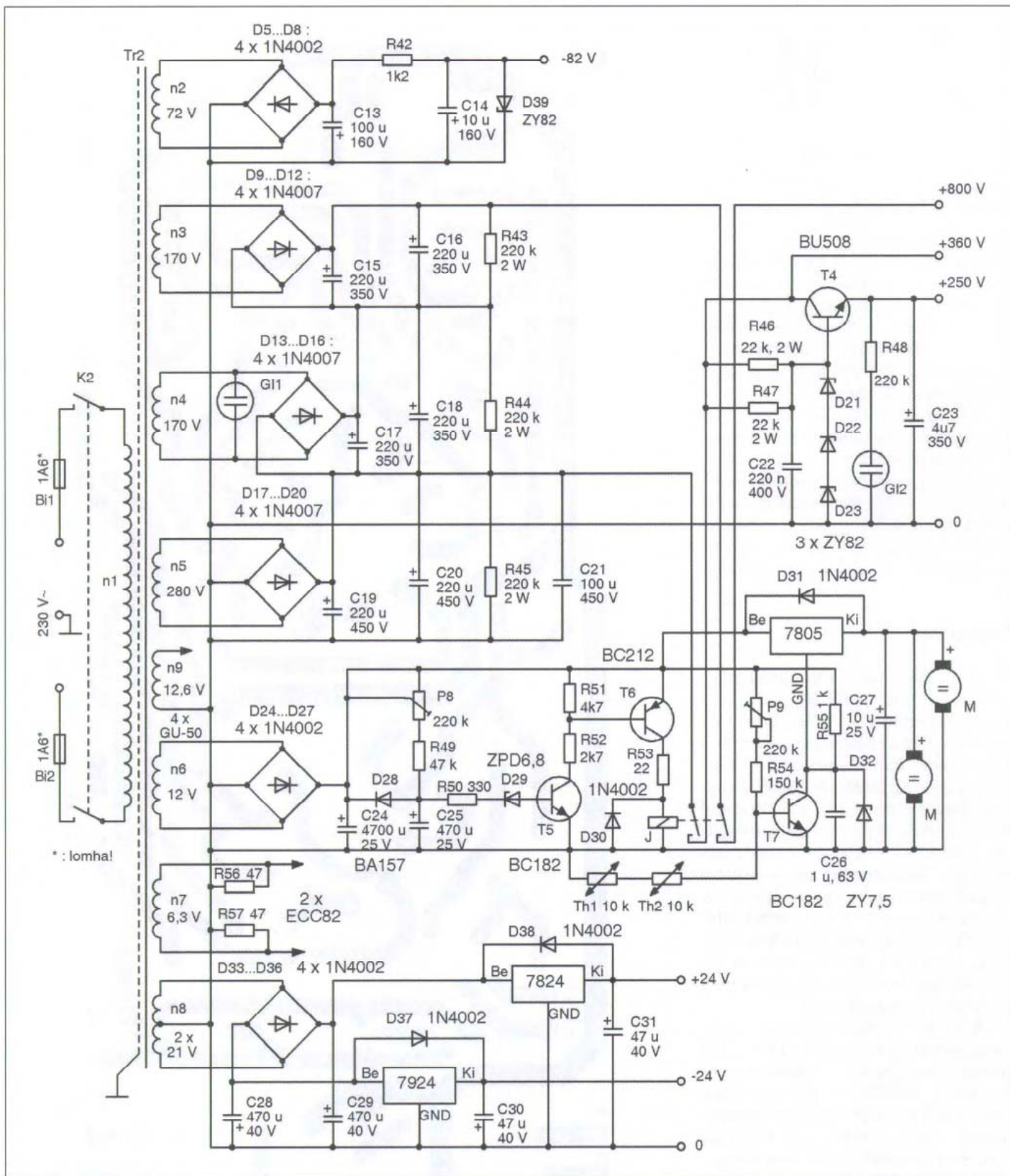
A T2 tranzisztor bázisába negatív visszacsatolást valósítunk meg a Tr1 kimenő transzformátor 8 ohmos szekunder tekercséről az R13 ellenálláson át. Az R13-mal párhuzamos R14 és C7 RC-tag az erősítő gerjedékenységét csökkenti a magasabb frekvenciák tartományában. A műveleti erősítőkhöz hasonlóan az erősítést az R13 – R10 ellenállásarány szabja meg. Az R10 ellenállással soros C4 és C5 kondenzátor

az erősítő alsó határfrekvenciáját állítja be.

A T1 tranzisztor kollektoráról a jel direkt (egyenáramú) csatolással a V1 trióda rácsára jut az R12 ellenálláson keresztül. Az R12 és a V1 trióda bemeneti kapacitása egy integráló tagot alkot, mely hatásosan csillapítja a nagyfrekvenciás jeleket. A kettőstrióda másik felének rácsa (7. csőláb) az R11 ellenálláson át kapcsolódik a T2 tranzisztor kollektorához. A V1 kettőstrióda katódjaiban található az R16 és R17, melyek sarkain negatív visszacsatolás jön létre. Ez csökkenti a fokozat erősítését, torzítását, javítja az anódokon megjelenő hangfrekvenciás jel szimmetriáját. Ennek a kettőstriódának feladata a további feszültségerősítés. A V1 és V2 elektroncsövek 360 V-os tápfeszültségről üzemelnek. A V1 kettőstrióda anódjain azonos amplitúdójú, ellenfázisú jelek jelennek meg. Ezek az R20 és R21 ellenálláson keresztül a V2 kettőstrióda rácsaira jutnak. Itt is galvanikus csatolást alkalmazunk. (Az 1. ábrát szemügyre véve csatoló kondenzátort csak két helyütt találunk. A bemeneten a C1-et, valamint a végerősítőcsöveknél a C9...C12 csatoló kondenzátorokat. A fázistorzítás ennek köszönhetően igen alacsony.)

A végerősítőcsövek felé a jel kicsatolása a V2 katódkövetőről történik. A katódkövető lényegét tekintve egy impedanciaillesztő. Nagy bemeneti és alacsony kimenő impedanciával rendelkezik. A nagy bemenő impedancia kedvező a V1 elektroncső szempontjából. A V2 nagy bemeneti ellenállása nem terheli a V1 triódáinak anódkörét, így ezeknek erősítése nagyobb.

A V2 kettőstrióda katódjairól a hangfrekvenciás jel kicsatolása a V3 és V4 végerősítőcsövek felé a C9 és C11 kondenzátoron át történik. A push-pull rendszer másik két végerősítőcsöve a V5 és V6 a C10 és C12 kondenzátoron keresztül kapja a vezérlő feszültséget. A V3 és V4, valamint a V5 és V6 végcsövek párhuzamos, majd ezek a párok ellenütemben, ún. push-pull kapcsolásban erősítenek. A munkapont „AB” osztályú, fix rácselőfeszültség beállítá-



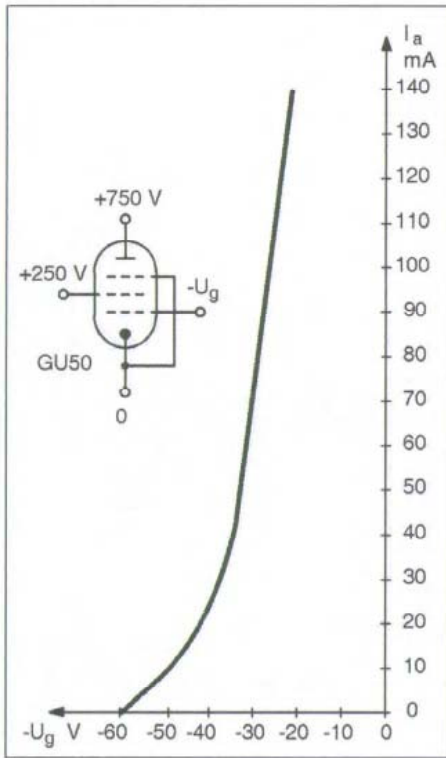
8. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

frekvencián relatíve a legnagyobb, 140 W-nál 2,5%. Hangszer (zenekari) erősítőnél ez kiváló érték! Az alacsony jelalak (harmonikus) torzítás még nem jelent alacsony intermodulációs torzítást. Az intermodulációs torzítás mérése egyszerű, házi eszközökkel lehetetlen.

A négyszögjeles vizsgálat további tájékoztatást nyújt a végerősítő átviteli tulajdonságairól.

Az 5. ábrán a négyszögjeles mérés eredménye látható, 100 Hz-es és 1 kHz-es frekvencián. A 100 Hz-es négyszögjel tetőesése 7,8%. Ez jó mély-

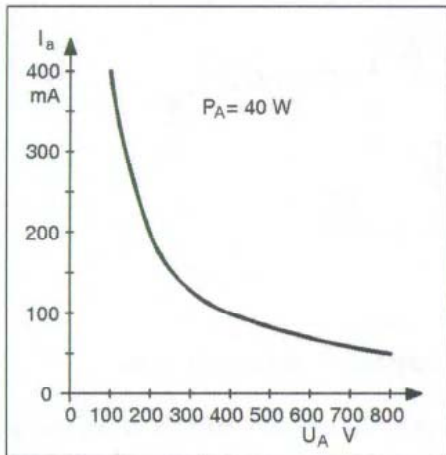
hang-átvitelnek felel meg. Az 1 kHz-es négyszögjelen látható a viszonylag szűk magas hangú átvitel. A felfutó él legömbölyödése, valamint a visszafutó él meredekségének csökkenése jól mutatja a felső frekvenciák csökkenő átvitelét. A 6. ábrán a végerősítő frekven-



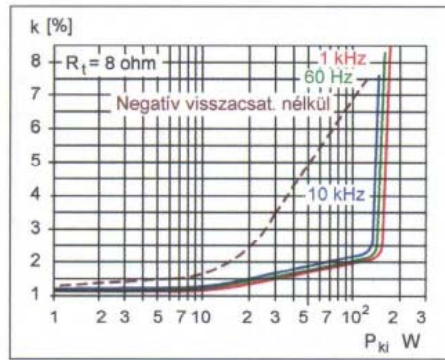
2. ábra. A GU50 rácseleőfeszültség – anódáram karakterisztikája

ken. A meredekség a duplájára nő, így kisebb vezérlő feszültségre van szükség, mely a torzítás szempontjából lényeges.

A végerősítőcsövek 800 V-os anód- és 250 V-os segédrácsfeszültséggel működnek. A csövek nyugalmi katódárama 17 mA. Ez a katódkörben levő 10 ohm/1% mérőellenálláson 170 mV-nak felel meg. Ez az áram az anód- és segédrácsáram összege. A segédrácsáram mindössze 1 mA. Teljes kivezérélnél az áram 5 mA-ra elemelkedik fel csövenként, az anódáram 66 mA-ra. Ez a beállítás B.Z. (beszéd-zene) néven található a szakkönyvekben. Ez is „AB”



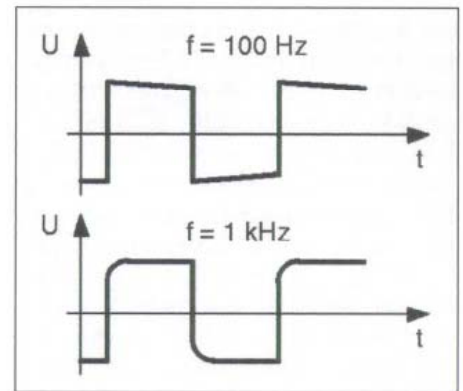
3. ábra. A GU50 elektroncső disszipációs hiperbolája



4. ábra. A végerősítő jelalaktorzítása különböző frekvenciákon, a teljesítmény függvényében

osztály, de a nyugalmi árama alacsony. A torzítás a néhány wattos teljesítménynél még nem emelkedik, a végerősítőcsövek disszipációja jelentősen csökken. A GU50 (GU-50) elektroncső disszipációs hiperbolája a 3. ábrán látható.

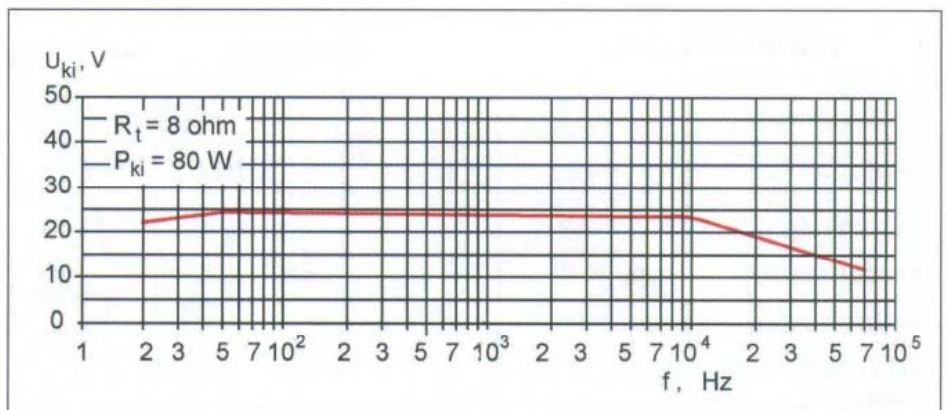
Az erősítő két negatív visszacsatolást tartalmaz. A V1 kettőstrióda anódjai között levő R58 és C32 soros RC-tag a magasabb frekvenciákon lép működésbe. A következő negatív visszacsatolásba a kimenő transzfor-



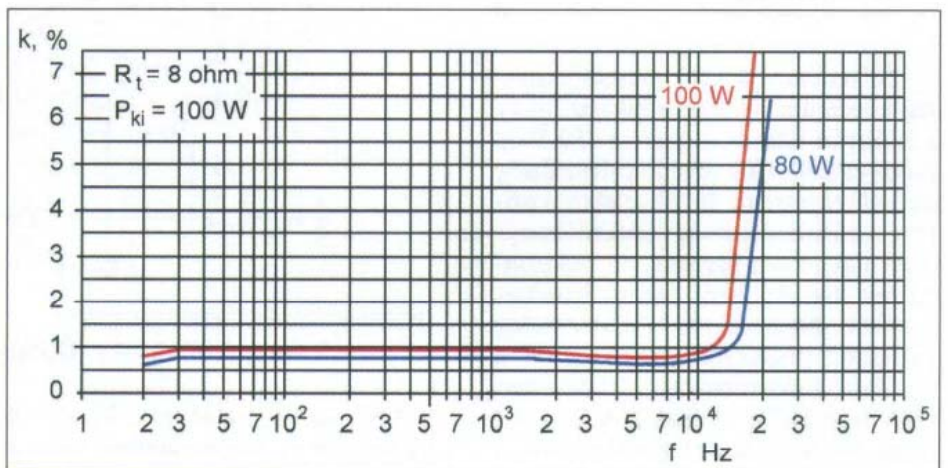
5. ábra. Négyyszögjel átvitel 100 Hz és 1 kHz-es frekvenciákon

mátor 8 ohmos szekunder tekercséről az R13 ellenálláson át 12 dB-es ellenacsatolást valósítunk meg. Az R13-mal párhuzamos R14, C7 soros RC-tag a felső határfrekvenciát állítja be.

A végerősítő jelalaktorzítását különböző frekvenciákon, a teljesítmény függvényében, a 4. ábra szemlélteti. Szaggatott vonallal az erősítő torzítása látható 1 kHz-es frekvencián, negatív visszacsatolás nélkül. Ezzel jól lemérhető a negatív visszacsatolás áldásos hatása. A jelalaktorzítás a 10 kHz-es



6. ábra. Az erősítő frekvenciamenete 80 W kimenő teljesítménynél



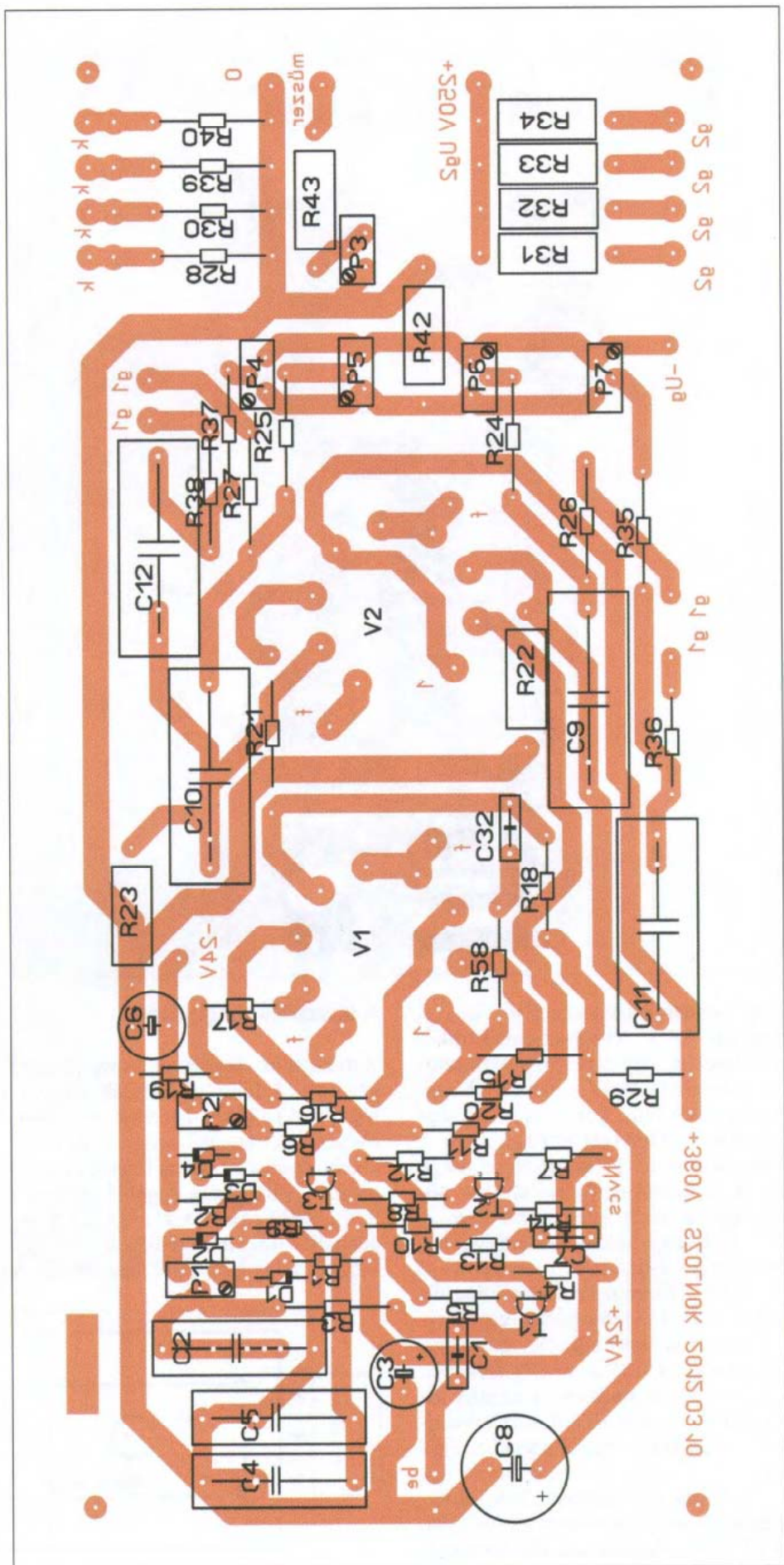
7. ábra. Jelalaktorzítás 80 és 100 W kimenő teljesítménynél

(UZ1 + UZ2 + UZ3) -0,6 V jelenik meg. A ZY-sorozatú (vagy ezzel azonos) Z-diódák 10%-os pontosságúak, az emitterkövető kimenő feszültsége ettől függ. A ± 10 V-os eltérés a névleges értéktől megengedett.

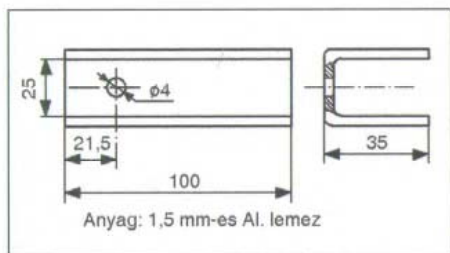
A végcsövek 800 V-os anódfeszültséggel működnek. Ezt három tápfeszültség soros kapcsolásával állítjuk elő. Az n3 és n4 tekercsek feszültségét a D9...D12, valamint a D13...D16 diódák egyenirányítják és a C15, C16, valamint a C17 és C18 elektrolit kondenzátorok simítják. A két egyforma egyenirányító egységet azért alkalmaztam, mert a szűrőkondenzátorok feszültsége így alacsonyabb. Ez az üzembiztonság szempontjából jelentős. A szűrőkondenzátorokkal párhuzamosan kapcsolt R43, R44 és R45 ellenállások feladata az egyenletes feszültség-eloszlás biztosítása, ill. az elkók kikapcsolás utáni kisütése. A BU508 emitterkövetős stabilizátor ebben a kapcsolásban mindössze 3,3 W teljesítményt disszipál, teljes kivezérlésnél. A T4 áteresztő tranzisztor hűtőfelületének rajza a 9. ábrán látható.

A tápfeszültséget késleltetve – csak a felfűtésük után – kapcsoljuk az elektroncsövekre, ezzel lényegesen megnöveljük élettartamukat. A késleltetést a T5 és T6 tranzisztorokból felépített áramkör végzi. Bekapcsolás után megjelenik a D24...D27 Graetz-híd által egyen irányított feszültség a C25 elektrolit kondenzátor sarkain. Ez a P8 trimmer-potenciométeren és a vele soros R49 ellenálláson át tölteni kezdi a C25 jelű elektrolit kondenzátort. Amikor ennek feszültsége eléri az $UZ + U_{BE}$ ($6,8 \text{ V} + 0,6 \text{ V}$) feszültséget, a T5 tranzisztor kinyit. A meginduló kollektoráram nyitja komplementer párját a T6-ot. A J jelfogó meghúzza, a kimeneti kapszokon megjelenik a tápfeszültség. A jelfogó japán OMRON, típusa MY4. A hazai gyártású RE-CO GPM-4 ezzel azonos típus. Természetesen más hasonló 12 V-os jelfogó is megfelel, mely kellő biztonsággal kapcsolja a 800 V-os anódfeszültséget. (Olyan jelfogót kell választanunk, ahol az egyes szegmensek távolsága nagy.) A késleltetési időt a P8 trimmerrel állítjuk be, kb. 45 másodpercre.

Erről a tápfeszültségről működik ventilátorvezérlő egység is. A Th1 és Th2 termisztorok a P9 trimmer-potenciométerrel és a vele soros R54 ellenállással egy hőfüggő feszültségosztót képeznek. Alaphelyzetben a T7 tranzisztor nyitva van. Ekkor a 7805-ös stabili-



11. ábra. A végerősítő nyomtatási rajza



9. ábra. A T4 tranzisztor hűtőfelülete

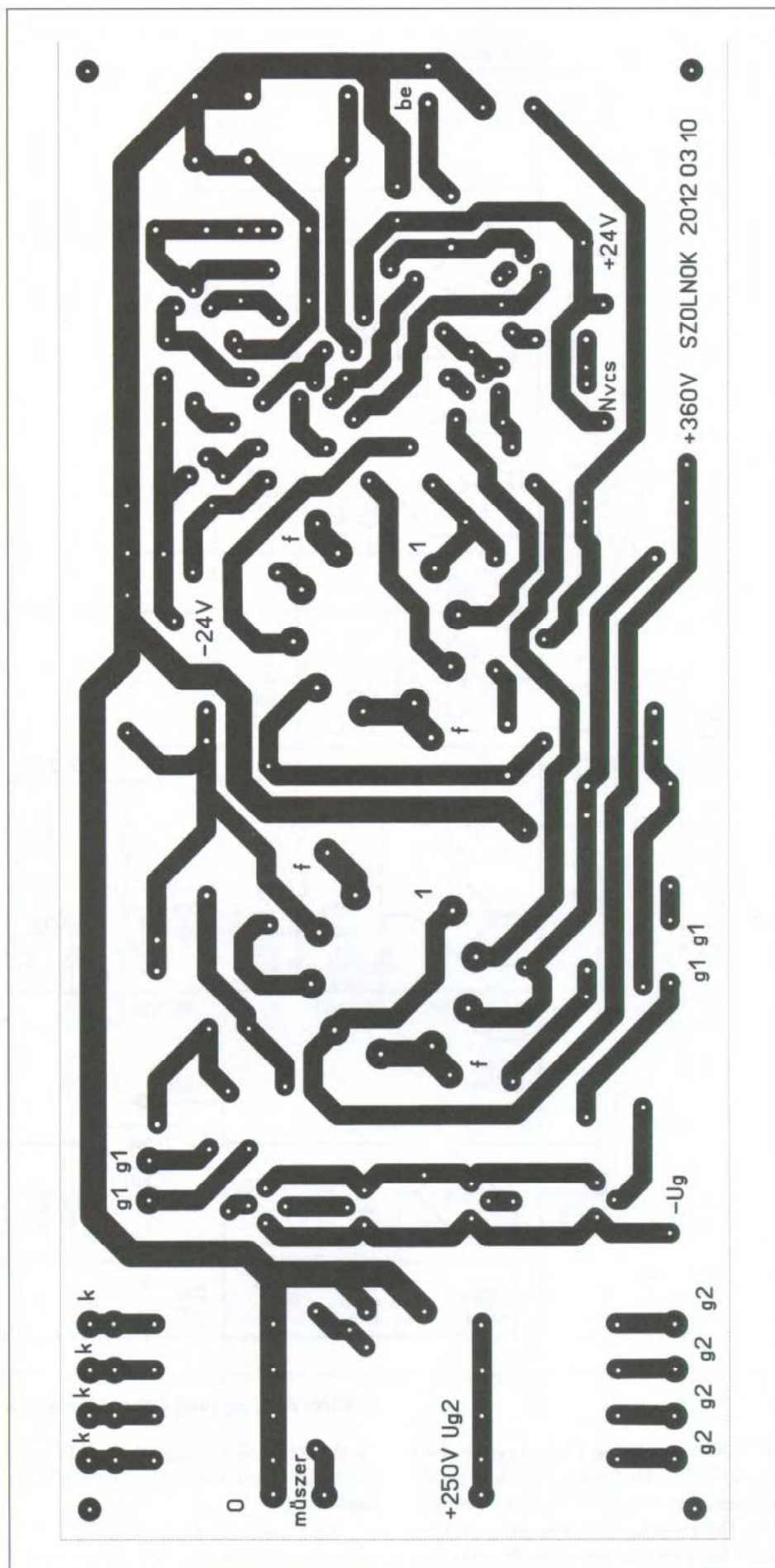
ciamenete látható 80 W kimenő teljesítménynél. A -3 dB-es szintesés 30 kHz-nél van. A mély hangoknál a szintesés nem jelentős. Megmértem a vég-erősítő jelalaktorzítását a frekvencia függvényében $P = 100$ W kimenő teljesítménynél is (7. ábra).

Az erősítő értékelése szempontjából a fentiek jó eredmények. A lényeg: Az élő hangképben a nagyfrekvenciák (magas hang) összetevők nem jelennek meg ilyen nagy amplitúdóval, tehát ezeket az átviteli görbéket a helyükön kell kezelnünk. Vagyis: Az élő zenekari hangképben a középfhangok dominálnak.

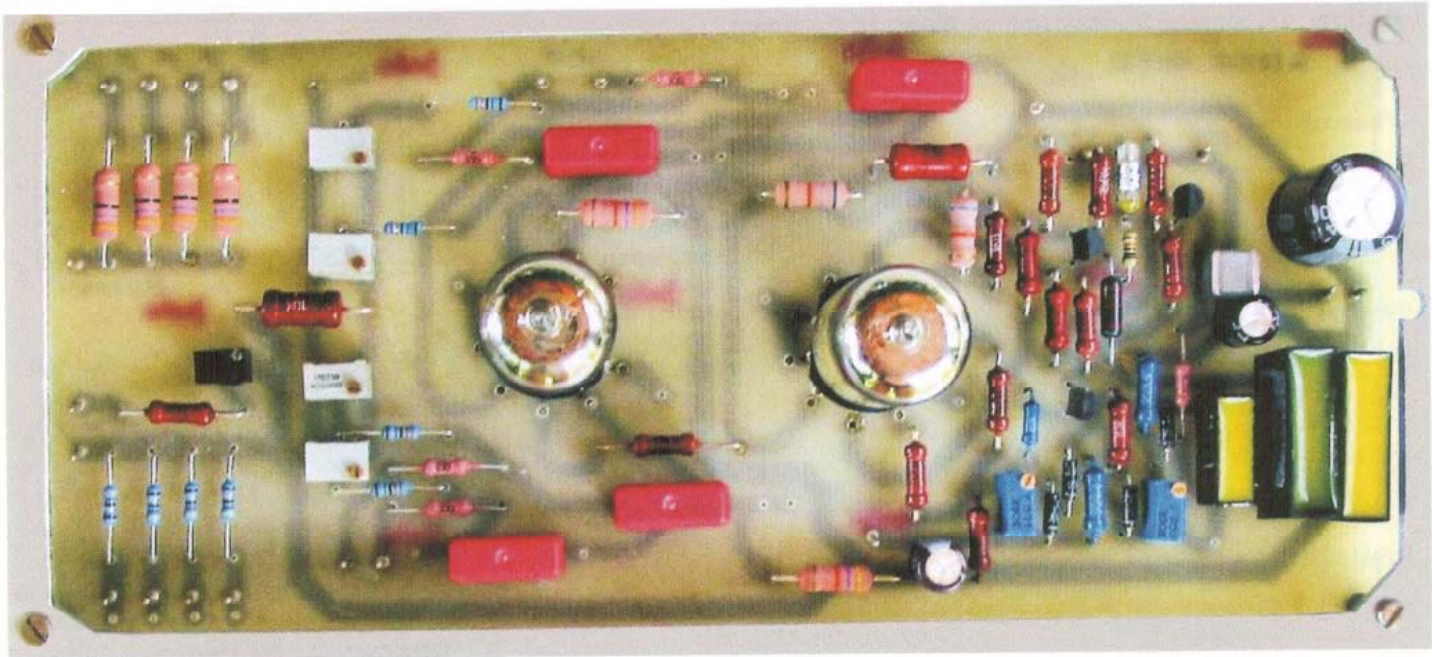
Tápegység

Elvi kapcsolási rajza a 8. ábrán található. A hálózati feszültség a K2 kapcsolón, valamint a Bi1 és Bi2 lomha kiolvadású olvadó biztosítón keresztül a Tr2 hálózati transzformátor n1 tekercsére jut. Az n2 tekercsen ébredő változó feszültséget a D5...D8 diódahíd egyenirányítja. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a C13 elektrolit kondenzátor végzi. Ez a fokozat adja a negatív rácselőfeszültséget a végerősítőcsövek részére. Az egyenfeszültség stabilizálását a D39 jelű Z-diódával oldjuk meg. Ezzel biztosítjuk, hogy a hálózati feszültség ingadozása ne változtassa meg a végcsövek munkapontját.

A V1 és V2 elektroncsövek tápfeszültségét az n5 tekercs és a D17...D20 Graetz-híd állítja elő. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a párhuzamosan kapcsolt C19 és C20 elektrolit kondenzátorok végzik. Ebből a kb. 360 V-os egyenfeszültségből állítjuk elő a végerősítőcsövek 250 V-os segéd- r ácsfeszültségét egy emitterkövetés stabilizátor segítségével. A 360 V a T4 kollektorára kerül. A T4 bázis potenciálját a sorba kapcsolt D21...D23 Z-diódák képezik, melyek „könyökbe” állítását a párhuzamosan kapcsolt R46 és R47 ellenállások végzik. A C22 kondenzátor az esetleges zajfeszültséget csökkenti. A T4 tranzisztor kimenetén tehát az

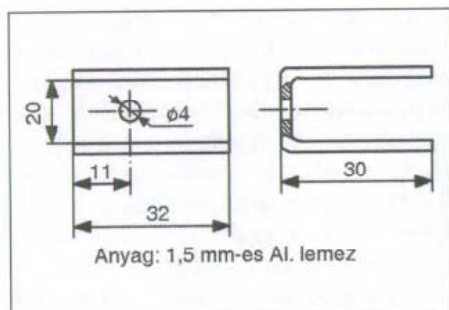


10. ábra. A végerősítő nyomtatási rajza



szintjétől. A hordozólapra csavaroztam a termisztorokat. A végsővek jelentős hőt termelnek. A hő átadódik a hordozólapra. A „meghajtó” nyomtatott áramköri lap távtartós szerelésével minimális felületen érintkezik a hordozólappal, így csekély a hőátadás. A 10...15 mm-es távolság hatékony hűtést eredményez a ventilátorok részéről. Ezt a felépítést szemlélteti a **12. ábra**.

A ventilátorok a számítógépek tápegységében használt 80 × 80 mm-es, 12 V-os típusok. Áramfelvételük gyártónként változik, 0,12 A és 0,18 A közöttiek léteznek. A 7805 integrált áramkör legrosszabb esetben is csak 2 W-ot disszipál. Miután a négy darab végerősítő miatt az erősítő hőmérséklete magas, célszerűnek láttam hűtését. A hűtőfelület rajza a **13. ábrán** található.



13. ábra. A 7805 hűtőfelülete

A végerősítőcsövek és a kimenő transzformátor között hagyjunk 50...60 mm távolságot, hogy a ventilátor által mozgatott meleg levegő szabadon áramolhasson.

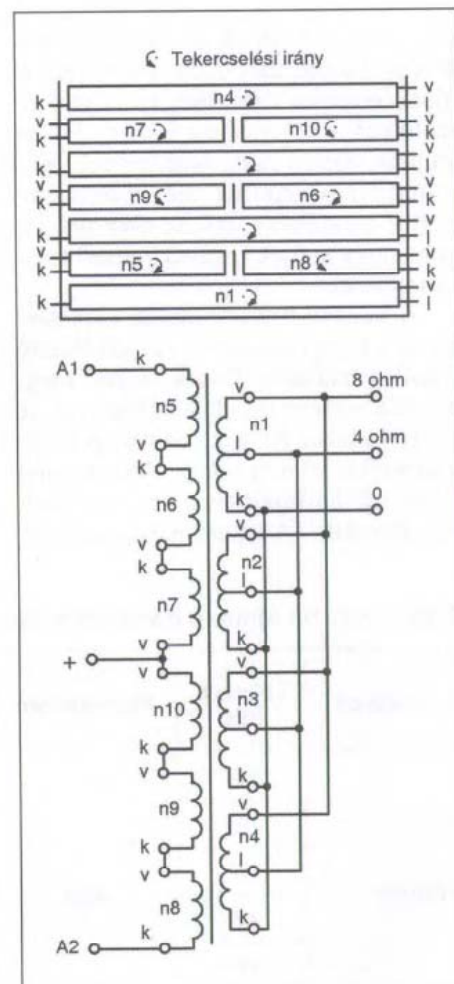
Transzformátorok

A végerősítő kritikus alkateléme a kimenő transzformátor. Nem véletlen, hogy ez az alkatrész az erősítő legdrágább része. A külföldi folyóiratokban a kimenő transzformátor műgyantával kiöntött modul, melyet cikkszám alapján, borsos áron meg lehet rendelni. A transzformátor adatait (metszám, huzalvastagság, osztások száma, szigetelés stb.) a gyártó nem közli.

A mintapéldány kimenő transzformátorát hiperszil szalagmagra készítettem el. Típusa SE130b. Valószínűleg elég lett volna az SM130a vasmag is, ennek keresztmetszete kisebb. Végül a b típus mellett döntöttem, mert ilyen vasmagom volt. A Tr1 kimenő transzformátor tekercselési sorrendje a **14. ábrán** látható. Az egyes tekercsek menetszámait, huzalátmérőjét, szigetelését az **1. táblázat** tartalmazza.

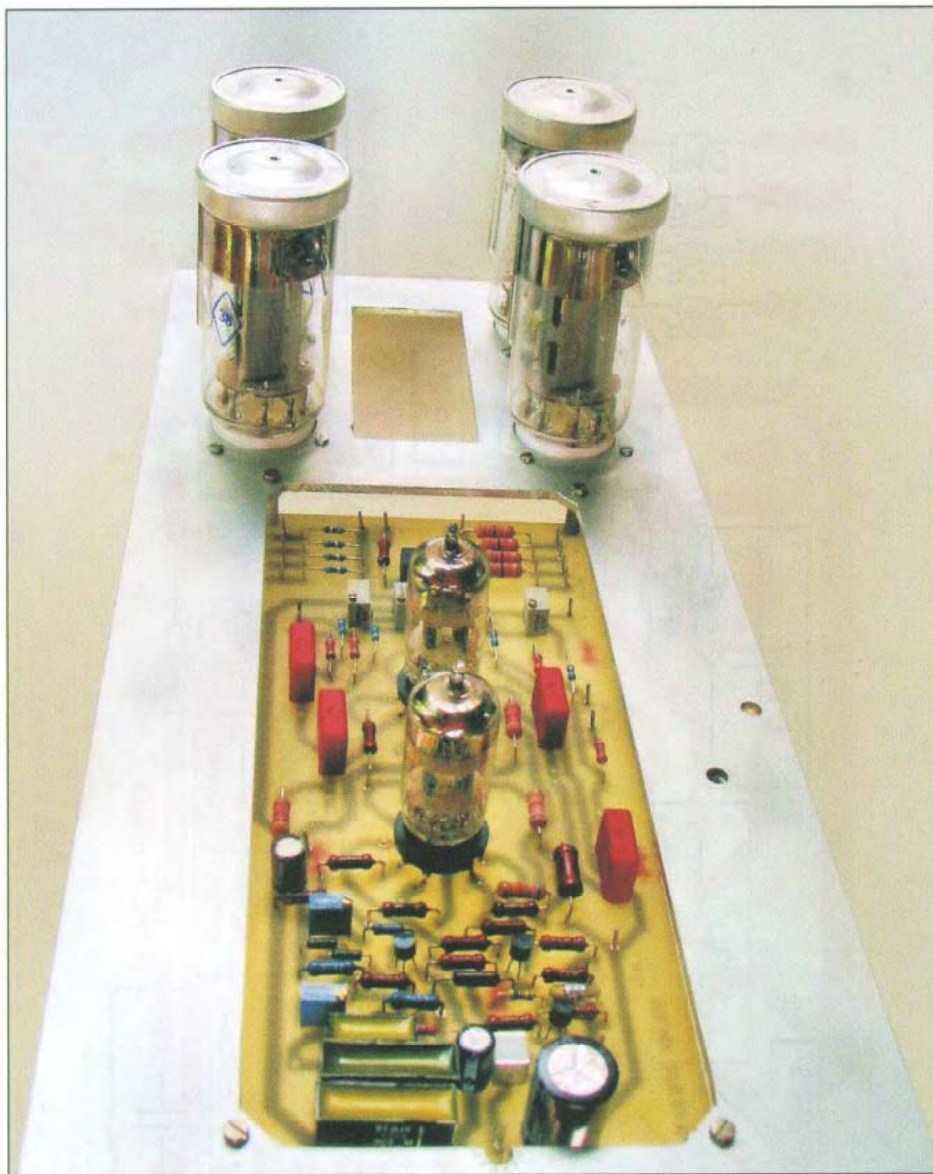
A nagyobb vasmagkeresztmetszet kiváló mélyhangátvitelt biztosít. A 6. ábra 80 W kimenő teljesítménynél az erősítő frekvenciamenetét szemlélteti. A szintesítés 30 Hz után kezdődik el, de ez is minimális. A Tr1 kimenő transzformátort kiszámoltam EI150-es vasmagra. Az ehhez tartozó tekercselési adatok a **2. táblázatban** találhatóak.

Sokan vitatkoznak, hogy a kimenő transzformátort milyen vasmagra készítsük el. Cikkeimben én mind a két verziót megadom. Az olvasó dönt, hogy melyiket választja. A hiperszil (szalagmagos) transzformátorok „B” (mágneses indukció) értéke lényegesen magasabb, mint a hagyományos, 4%-



14. ábra. A Tr1 kimenő transzformátor tekercselési sorrendje

os szilícium ötvözetű vasmagoké. Ez azt jelenti, hogy a hiperszil magra kisebb menetszámmal, kisebb vasmagkeresztmetszettel hozzuk azt a teljesít-



zator kimenő feszültsége $5\text{ V} + U_{CE\text{ sat}}$, azaz kb. 5,4 V. Ahogyan emelkedik a hőmérséklet, úgy csökken a termisztorok ellenállása. A T7 tranzisztor bázisárama csökken, kollektorfeszültsége emelkedik. Ennyivel emelkedik az 5 V-os stabilizátor IC kimenőfeszültsége is. A ventilátorok fordulatszáma növekszik, a hűtés intenzívebb lesz. A D32 Z-dióda a kimenőfeszültséget határolja 12,5 V-nál.

A T1 ...T3 tranzisztorok tápfeszültségét a D33...D36 diódák egyenirányítják. A pulzáló negatív, ill. pozitív feszültséget a C28 és a C29 elektrolit kondenzátorok simítják. A negatív kimenő feszültséget a 7924, míg a pozitívot a 7824 jelű integrált áramkör állítja elő.

A V1 és V2 elektroncsövek fűtőfeszültségét az n7-es tekercs szolgáltatja. A GU50-es végpentódák fűtőfeszültsége 12,6 V. Ezt a feszültséget az n9 tekercs sarkairól vesszük le.

A készülék megépítése

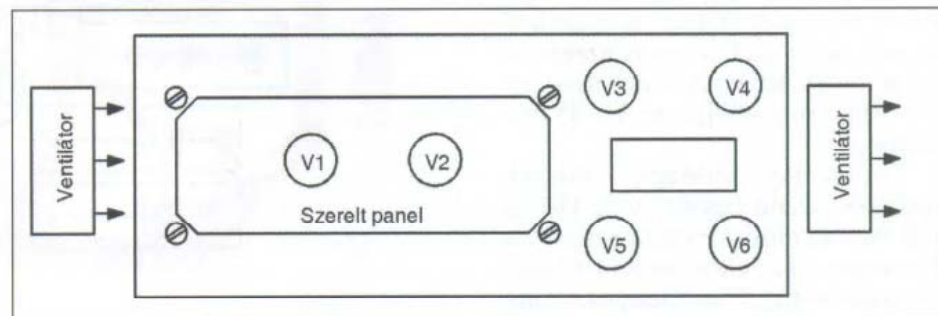
A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. A főbb alkatrészek (csövek, foglalatok) a HAM-bazárban megvásárolhatók. A mintapéldányban vegyesen alkalmazom a 0,6 W-os féréteg ellenállásokat, valamint a régebbi gyártású R510, R512 és a szovjet MLT 0,5 W-os ellenállásokat. A nyomtatási rajz úgy készült, hogy bármelyik beépíthető. A

kapcsolási rajzon jelöltem az ennél nagyobb (2 W) teljesítményűeket. Ezek is kisméretű, fémoxid ellenállások.

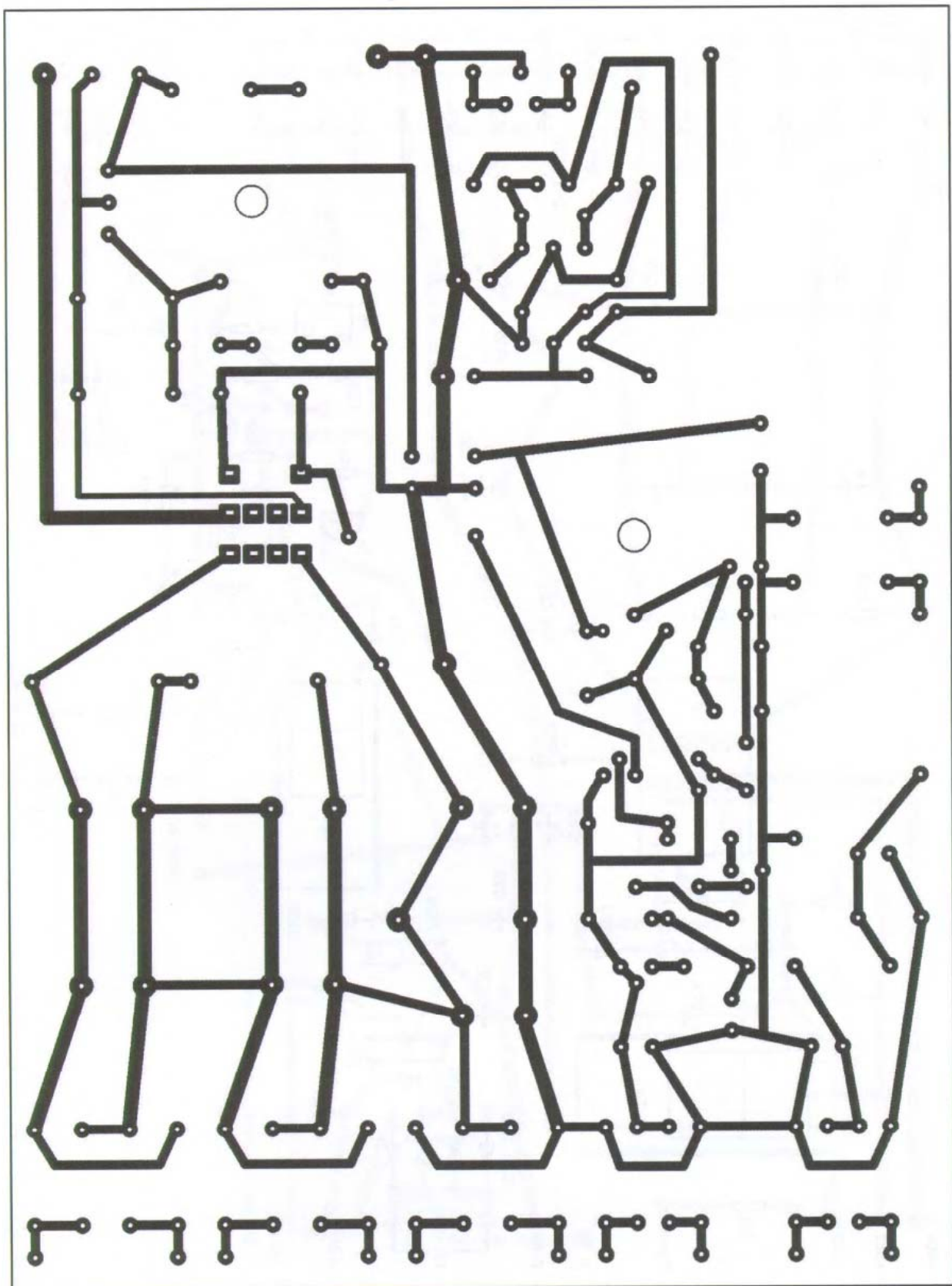
A kondenzátorok üzemi feszültségét a kapcsolási rajzon feltüntettem. A gyártástechnológia fejlődésével egyre kisebbek a kondenzátorok lábtávolságai. A fóliarajzot úgy alakítottam ki, hogy a régi gyártású, nagyobb raszter-távolságúak is beépíthetők legyenek. A fotón látható mintapéldányban vegyesen használtam ezeket.

Az alkatrész kereskedésekben gyakorlatilag két féle kondenzátor kapható, melyek hangfrekvenciás csatoló kondenzátornak ajánlottak. Az egyik az ázsiai készülékekben favorizált polikarbonát dielektrikumú. Ezek párna formájú, barna műanyag burkolattal vannak ellátva. A kapacitásértéket hatványkitevővel adják meg rajtuk. Az üzemi feszültségre betűjelzés utal (vagy nincs feltüntetve). Pontosságuk $\pm 10\%$ -on belül van. Annak ellenére, hogy javításaim során nem talákoztam zárlatos típusal, idegenkedem ezen alkatrészekről. Tart a vita a csatoló-kondenzátorok típusáról. Ebben nem kívánok részt venni, de véleményem szerint a poliészter dielektrikumúak tartósabbak és jobb hangot produkálnak. Felsorolok néhány típust, melyek előfordulnak műszaki kereskedők polcain. Kezdjük az egykori REMIX C213, C243, C248, C250-nel. Az általam kedvelt német WIMA típusai: MKS4, MKP4, MKP10-es. Az elektrolit kondenzátorok feszültsége a kapcsolási rajzon megadott érték, vagy ennél nagyobb legyen.

A végerősítő nyomtatási rajza a 10. ábrán látható. Az alkatrészek beültetését a 11. ábra szemlélteti. A mintapéldány 4 mm-es fredál aluötvözetre lett felépítve. Ezen található a nyomtatott áramköri lap, valamint a 4 db GU50 végcső (fotó). A megszerelt nyomtatott áramköri lapot a sarkain 10...15 mm-es távtartóval szereljük. A szerelt nyáklap ennyivel van lejjebb a hordozólapon.



12. ábra. A végerősítő kialakítása, a ventilátorok elhelyezése



16. ábra. A tápegység fóliarajza

Néhány éve az általam készített hálózati transzformátorok primer és szekunder tekercsei közé árnyékolást építtek be. Ez lehet vékony rézfólia, ezt

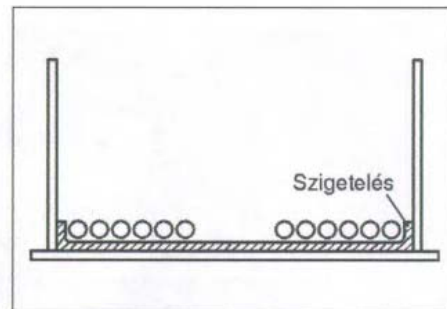
0,05 mm és 0,1 mm vastagságban gyártják. Ezt úgy kell a csévetestre tenni, hogy a fólia végei ne érjenek össze, mert ez akkor egy rövidre zárt menetet

képez, amitől a transzformátor primer tekercse leég.

Ezzel egyenértékű, ha 0,15...0,2 mm átmérőjű tekercselő huzalból egy

1. táblázat. Tr1 kimenő transzformátor, hiperszil vasmagra

Tekercs	Tekercs jele	Menet-szám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	520	Ø0,35 mm, Mz	Soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között három sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges.
	n6			
	n7			
	n8			
	n9			
	n10			
Szekunder	n1	120, leág. a 86. menetnél	Ø0,75 mm, Mz	Vasmag: SE130b hiperszil
	n2		Ø0,45 mm, Mz	
	n3		Ø0,75 mm, Mz	
	n4			



15. ábra. A szigetelés kialakítása

ményt, melyet az EI-lemez nyújt. Méresem szerint megfelelő méretezéssel nincs lényeges különbség (a súlytól eltekintve) a két vasmag között. Sokan vannak, akik a hang után ítélnék. Koromnál fogva én már nem ebbe a csoportba tartozom – így az olvasóra bízom, hogy melyik kimenő transzformátorra tippel.

A kimenő transzformátor csévetestének a középvonalában egy elválasztó oldallap található. Ennek mérete meg egyezik a cséve másik két oldalával, de egyik oldalán fel van hasítva. A kivágott nyílás 10 mm széles. A szekunder tekercsek huzaljait ezen keresztül tudjuk átvezetni. A tekercselési sorrendet

(14. ábra) feltétlenül tartsuk be! Az egyes tekercsek kezdeteit és végeit húzzuk színes műanyag csőbe. A kezdetet és a véget más-más színnel jelöljük.

A csévetest nyílásait úgy kell elkészíteni, hogy az azonos menetszámú szekunder tekercsek kezdet-, a leágazás és végkivezetései egymás felett elférjenek. A tekercselést az n1 szekunder tekercssel kezdjük. Amikor a menetekkel a csévetest feléhez értünk az elválasztó lap nyílásán vezetjük át a huzalt, majd folytatjuk a sort. Miután az n1 szekunder tekercset elkészítettük rakjuk fel az előírt szigetelést. Következik az n5 primer tekercs. Amikor el-

készültünk, a csévetestet húzzuk le a tekercselőgép tengelyéről és fordítva helyezzük vissza. Miután az n8 tekercs meneti fent vannak ismét szigetelés és a csévetestet visszafordítjuk. Következik az n2 szekunder tekercs. Az egyes tekercsek közötti szigetelést a táblázatok tartalmazzák. Az előírt szigetelést be kell tartani a 800 V-os anódfeszültség miatt! A szigetelés kialakítását a 15. ábra szemlélteti.

A transzformátor többi részét a rajz és a transzformátortekercselési utasítás szerint folytassuk! Az EI-magnál két oldalról átlapolva helyezzük be a lemezeket. Légrés nem szükséges, mert a szembefolyó anódáramok miatt nincs egyenáramú előmágnesezés. Az EI-lemezekből kétféle vastagság létezik (gyártó cégtől függően), a 0,3...0,35 mm és a 0,5 mm-es vastagságú. A vékonyabb lemezek kisebb a vesztesége, így ezt ajánlom felhasználásra.

A Tr2 hálózati transzformátor adatai a 3. táblázatban található. Ezt hiperszil szalagmagra készítettem el. A hálózati transzformátor elkészíthető EI150-es vasmagra is. Adatait a 4. táblázat tartalmazza.

A hálózati feszültséget oszcilloszkóppal vizsgálva meglepve tapasztalhatjuk, hogy az időnként szabályosan „kiszőrösödik”. Főleg a szinusz alsó és felső része. A különböző elektronikai eszközök (tv, DVD-lejátszó, számítógép, nyomtató stb.) kivétel nélkül kapcsolóüzemű tápegységet tartalmaznak. Ezek a hálózati feszültséget Graetz-híddal egyenirányítják, majd szűrik. Erről a DC feszültségről működik a kapcsolóüzemű tápegység. Ezek a gyors működésű áramkörök nagy amplitúdójú zajt termelnek. Jobb minőségű berendezésekben a hálózat mindkét ágában egy-egy pi-szűrő található, mely hatásos védelmet nyújt a hálózatra kijutó impulzusok ellen. Sajnos a legtöbb készülékből gazdasági okokból kihagyják a két-három kondenzátort és a tekercsüket.

2. táblázat. Tr1 kimenő transzformátor, EI vasmagra

Tekercs	Tekercs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	412	Ø0,4 mm Mz	Soroként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között három sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges.
	n6			
	n7			
	n8			
	n9			
	n10			
Szekunder	n1	105, leág. a 68. menetnél	Ø1 mm Mz	Vasmag: EI150 Pakettvastagság: 62 mm A = 24,8 cm ²
	n2		Ø0,55 mm Mz	
	n3		Ø1 mm Mz	
	n4			

3. táblázat. Tr2 hálózati transzformátor. Vasmag: SE130b

Tekeracs	Tekeracs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	460	Ø0,8 mm Mz	Soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. Az n1 tekercsen három sor 0,1 mm-es prespán szigetelés, majd egy sor 0,18 mm-es tekercselő huzal, egyik oldalt kivezelve (ármékolás). Újabb két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés. Következik az n2 tekercs. Az n2 és n3 tekercsek között három réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés. Az egyes sorok között 0,06 mm-es transzformátorpapír. Az n3, n4, n5 és az n6 tekercsek között három réteg 0,1 mm-es prespán. Az n6 és n7 egy sorban élfér. Az n7, n8 és n9 tekercsek között két réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges.
Szekunder	n2	152	Ø0,18 mm Mz	
	n3	358	Ø0,4 mm Mz	
	n4	358	Ø0,4 mm Mz	
	n5	560	Ø0,45 mm Mz	
	n6	25	Ø0,5 mm Mz	
	n7	14	Ø0,6 mm Mz	
	n8	88 * 44 leág.	Ø0,25 mm Mz	
	n9	26	Ø1,4 mm Mz	

határozta, hogy a transzformátorokat is elkészíti. Végén feladta és ezeket jómagam készítettem el neki.

Trafó problémák. Lemezelt magot csak tekercselt állapotban, bontókban lehet megvásárolni. (Én is ott veszem.) Amennyiben hiperszil szalagmagot vásárolunk a hazai gyártó Kft.-től, legalább 10 db-ot kell rendelnünk. Tekercselő huzalt a VILLÉRT árusít (én is itt veszem), de 10...20 kg-os orsókon. Kívánságra kisebb mennyiséget is árusítanak, de 0,3 mm felett. A huzal árára ráépül a cséve, a gombolyítási díj és a

27%-os áfa. A fapados, egyszeres szigetelésű tekercselési huzal ára kilogrammonként kb. 4000 Ft. (Lehet, hogy mire ez a cikk megjelenik, ez már nem igaz.)

Meg kell vásárolni az előírt szigetelőanyagokat, a szükségesnél többet, mert ívben kapható...

A fentiek figyelembevételével azt ajánlom, hogy a hálózati és kimenő transzformátor elkészítéséhez szakembert keressenek a kedves olvasók, olyat, aki garanciával készíti ezeket az alkatrészeket.

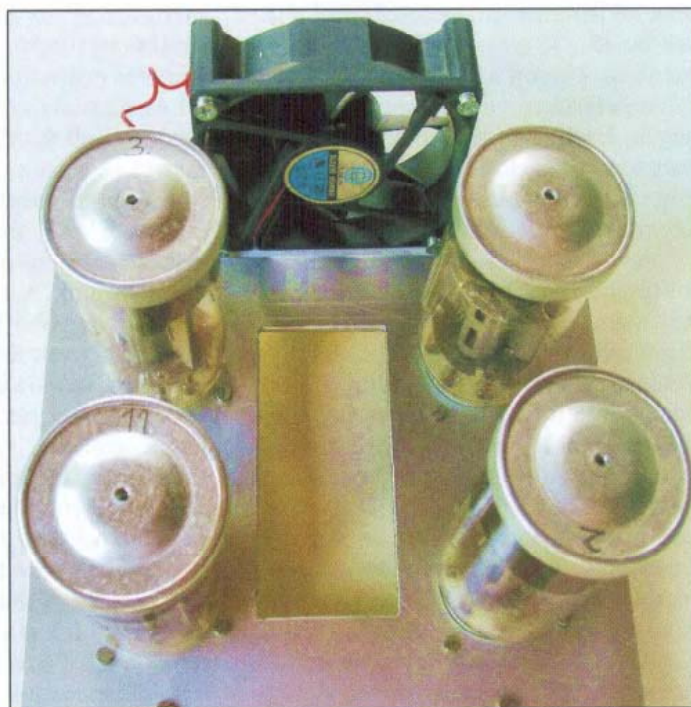
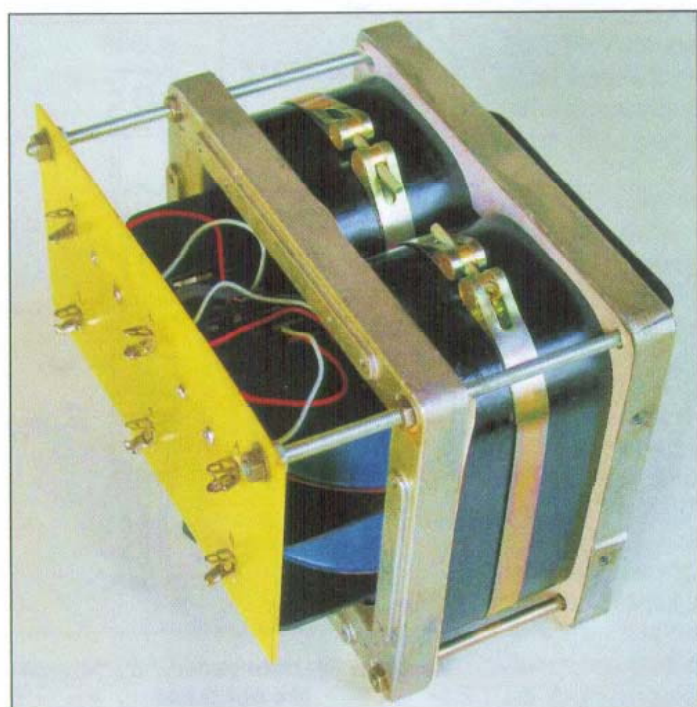
Itt jegyzem meg, hogy a cikkeimben levő transzformátorok elkészítését vállalom.

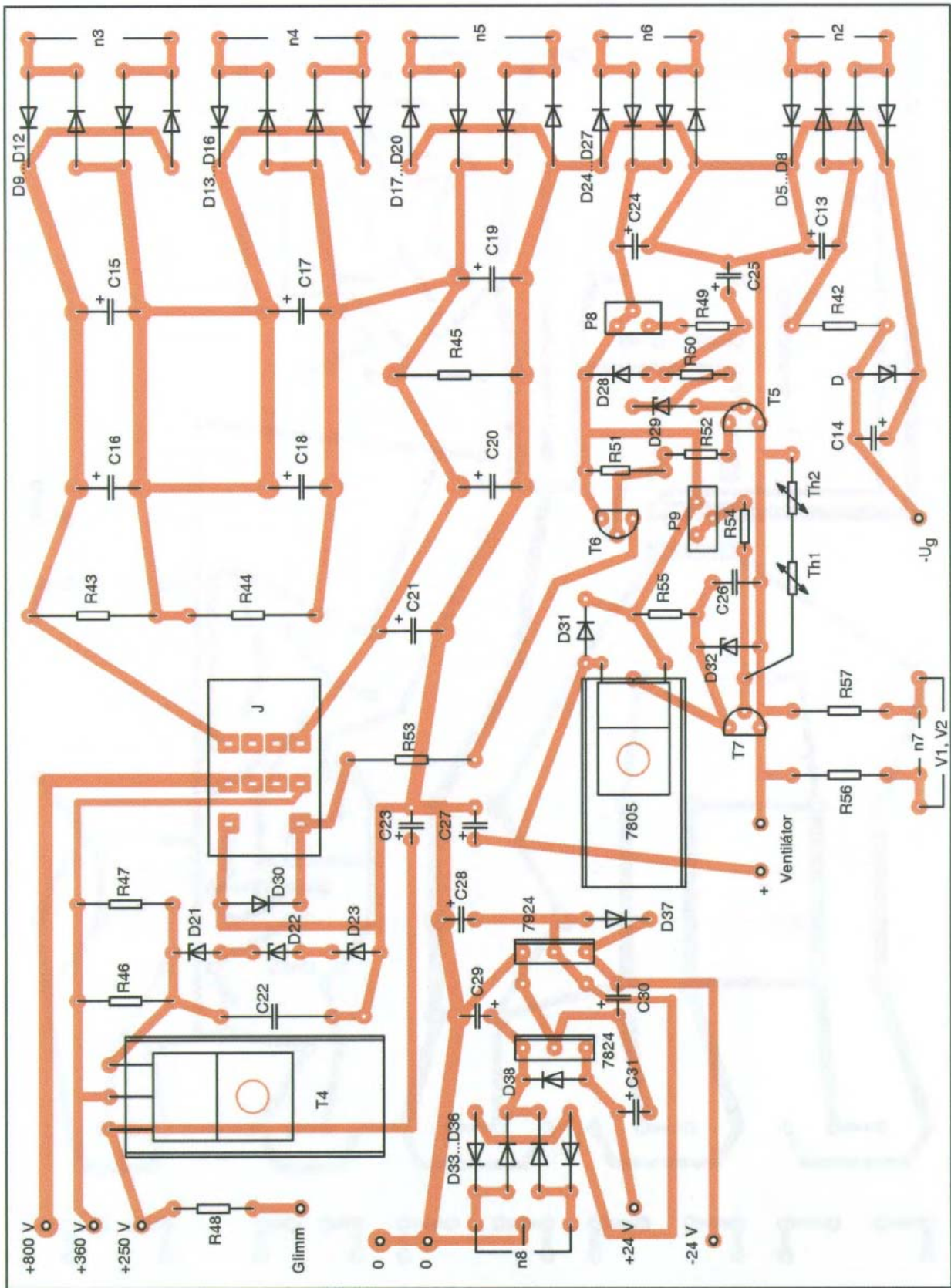
Az erősítőt feltétlenül dobozoljuk be! *Ismételten felhívom a figyelmet a nagy, 800 V-os anódfeszültségre, mely jól terhelhető. Figyelmetlenség halálos áramütést okozhat! Feltétlenül tartssuk be az ide vonatkozó balesetvédelmi szabályokat!*

Élesztés, bemérés

A tápegység fóliarajza a **16.**, alkatrész beültetési rajza a **17. ábrán** látható. A megépített tápegységet, végerősítőt ellenőrizzük, nincs-e elkötés, téves, más értékű alkatrész beépítés. A **18. ábrán** az elektroncsövek és felvezetők bekötéseit közlöm.

Először a tápegységet mérjük be. A tápfeszültség kimeneteket műterhelésekkel terheljük le. A 250 V-os kimenetre 12...14 kohmos, 6...10 W-os huzalellenállást kapcsoljunk. Ezt összeállíthatjuk 2 darab 6,8 kohmos 5...10 W-os ellenállás sorba kapcsolásával. A 360 V-os tápot kb. 20 mA-rel terheljük. Ezt összerakhatjuk három sorba kötött huzalellenállásból, értékük a következő: 2 db 5,6 kohm és 6,8 kohm. Terhelhetőségük 6...10 W vagy ennél nagyobb legyen. Végezetül a 800 V-hoz tartozó terhelését kell elkészítenünk. Ehhez az izzólámpás műterhelést ajánlom. Ez elég pontatlan, az izzólámpa nemlineáris karakterisztikája miatt, de a semminél többet ér. Négy darab 230 V-os 40 W-os izzót kell sorba kapcsol-





17. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

sor rakunk fel. A kezdetet kivezetjük, a végződést leragasztjuk. A műszertechnikában a sztatikus árnyékolást már sok évtizede használják. A szignál- és az

impulzusgenerátorok, valamint a rádiófrekvenciás és hangfrekvenciás csővoltagek hálózati transzformátorokban megtalálhatjuk ezt a műszaki meg-

oldást. A transzformátorok tekercselése szakértelmet igényel. Ez egy szakma, melyet egy cikk keretén belül nem lehet megtanulni. Van olyan olvasóm, aki el-

Várjunk míg a végerősítő csövek felveszik üzemi hőmérsékletüket, ez kb. 20...25 perc. Állítsuk be a nyugalmi katódáramot végerősítőcsövenként. Először az R28 pozíciószámú 10 ohm, 1%-os ellenállás sarkain mérünk egyenfeszültséget, multiméterrel. A P6 heli- (több fordulatos) trimmerrel 170 mV-ot állítunk be. A beállítást elvégezzük a többi végerősítőcsőnél is. A P3 helitrimmerrel az M Deprez-műszer mutató állását a skála negyed részre állítjuk be, így a teljes kivezrlést is indikálni tudjuk.

A hanggenerátor kimenőfeszültségét 40 mV-ra állítjuk be. Ez a 8 ohmos

műterhelésen 8,9 V feszültségnek és 10 W teljesítménynek felel meg. Az 1 kHz-es jelnek tökéletes szinusz hullám formájúnak kell lennie. Felcsavarjuk a hanggenerátor kimenőszintjét 600 mV-ra. A kimenő teljesítmény ekkor 150 W lesz, ez a 8 ohmos műterhelés sarkain 34,6 V feszültségnek felel meg. Az oszcilloszkóp képernyőjén itt még torzítatlan jelet kell látnunk.

Az erősítőre kapcsolt hangszórók eredő impedanciája 8 ohm legyen. Az erősítő kimenő teljesítménye 7...8%-nál 180 W szinuszos. A zenei teljesítmény ennél lényegesen nagyobb. Ennek figyelembevételével a hangszórók

összteljesítménye legalább 250...300 W legyen. Ezt vegyes kapcsolással lehet kialakítani. Feltételezem, hogy aki ezt az erősítőt megépíti, tisztában van ennek áramköri részleteivel.

Igyekeztem mindent leírni, ami a megépítéshez és a beméréshez szükséges. Aki elakad, annak szívesen segítek, keressen meg! A fotón látható megszerelt, bemért végerősítő, a kimenő transzformátorral (mintapéldány) eladó.

Végezetül köszönetet mondok Karancsi Imre barátomnak, aki a vég-erősítő nyomtatott áramköri lapját megtervezte és elkészítette.

**Ha külföldre megy, ne felejtse el magával vinni!
UTAZÓ ADAPTEREK A VILÁG 150 ORSZÁGÁBA**



Manitálóg
New Yorktól...
Utazó adapter szettek
Átalakítók (angol/amerikai-magyar és magyar-angol/amerikai)
Ha külföldi készüléket szeretne otthon használni (vagy fordítva), akkor szüksége lehet csatlakozóra, feszültségátalakítóra.
Hálózati feszültség átalakítók
110V-ról 230V-ra és 230V-ról 110V-ra 50 W-tól 2000 W-ig
Jöjjön be hozzánk, itt kiválaszhatja ami önnek kell!
COMMED TRADE KFT.
<http://commed.addel.hu>
1074 Budapest, VII. Vörösmarty u. 3/a T: (1) 222-7000

**1 Segítsen
% Ön is!**
Reményi István
Rádióamatőr Alapítvány
18226429-1-43
Az alapítványt támogatja a
RÁDIÓTECHNIKA
Elektronika FÜZETEK

**T H & M
T R A F O Kft.**
4400 Nyíregyháza,
Derkovits u. 132-136.
Tel./fax: 06-42-422-024
hmtrafo@axelero.hu
www.hmtrafo.hu
Híradásipari
TRANSZFORMÁTOROK
hálózati, kimenő, fojtó,
szűrő tekercsek,
toroid, M, EI, ferrit
kivitelben

„Forrasztani csak pontosan, szépen... – ezekkel érdemes!”

Fahrenheit 28003

Analog forrasztóállomás
transzformátor + páka + pákatartó szivaccsal

- 150...450 °C-fok, analóg, folyamatosan állítható
- 24 V/50 W-os hőérzékelős, kerámia fűtőbetétes páka
- különféle alakú, könnyen cserélhető pákahegyek
- külön is rendelhető páka (2000 Ft) és pákahegykészlet (1990 Ft/5 db)



csak **13.990 Ft**

Fahrenheit 28011

Digitális forrasztóállomás
transzformátor + páka + pákatartó szivaccsal

- 150 ... 450 °C-fok, digitálisan, foly. állítható
- 24 V/48 W-os hőérzékelős, kerámia fűtőbetétes páka
- klf. alakú, könnyen cserélhető pákahegyek
- fix hőm. állító gombok: 200/300/400 °C
- dupla LCD: kívánt/valós pákahőmérséklet
- külön is rendelhető páka (2500 Ft) és pákahegykészlet (2490 Ft/4 db)



csak **22.990 Ft**

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

2

4. Táblázat. Tr2 hálózati transzformátor, vasmag: EI150

Tekeracs	Tekeracs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	440	Ø0,8 mm Mz	Soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. Az n1 tekercsen három sor 0,1 mm-es prespán szigetelés, majd egy sor 0,18 mm-es tekercselő huzal, egyik oldalt kivezelve (árnyékolás). Újabb két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés. Következik az n2 tekeracs. Az n2 és n3 tekercsek között három réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés. Az egyes sorok között 0,06 mm-es transzformátorpapír. Az n3, n4, n5 és az n6 tekercsek között három réteg 0,1 mm-es prespán. Az n6 és n7 egy sorban elfér. Az n7, n8 és n9 tekercsek között két réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges Vasmag: EI150. Pakettvastagság: 62 mm $A = 24,8 \text{ cm}^2$
Szekunder	n2	166	Ø0,16 mm Mz	
	n3	392	Ø0,4 mm Mz	
	n4	392	Ø0,4 mm Mz	
	n5	646	Ø0,45 mm Mz	
	n6	27	Ø0,5 mm Mz	
	n7	14	Ø0,6 mm Mz	
	n8	96 * 48 leág.	Ø0,25 mm Mz	
	n9	29	Ø0,14 mm Mz	

ni. A 40 W-os izzólámpák még kaphatók.

Zárjuk a K2 kapcsolót, a G11-es glimmlámpa kigyullad. A negatív rácselőfeszültség megjelenik, értéke $-82 \text{ V} \pm 10\%$, a Z-diódáktól függően. A T1...T3 tranzisztorok $\pm 24 \text{ V}$ -os tápfeszültségét megmérjük. A stabilizátor típusától függően a névleges eltérés $\pm 0,5 \text{ V}$ lehet.

A tápfeszültségek bekapcsolási idejét a P8 trimmer-potencióméterrel állítjuk be 45...55 s-ra. Amikor a J jelfogó meghúzz, kigyújt a G12 glimmlámpa, a műterheléseken megjelennek a feszültségek. Ezek nagyságát ellenőrizzük. A megadott értékektől $\pm 15\%$ eltérés megengedhető, néveleges hálózati feszültség mellett.

A ventilátort szabályozó egység beállításához a kimenetre egyenfeszültség-mérőt kapcsolunk. Normál (szoba) hőmérsékleten 5,5 V-ot állítunk a kimeneten a P9 trimmer-potencióméterrel. Melegítjük forrasztó pákával vagy szárítóval a Th1 és Th2 termisztort. A kimentei feszültségnek emelkednie kell egészen 12...13 V-ig. Ezzel egyetemben a ventilátorok fordulatszáma is emelkedik. A termisztorok melegítését megszüntetve visszaáll az 5,5 V-os feszültség és az alacsony fordulatszám.

Kikapcsoljuk a tápegységet és összekábelezük a végerősítővel. A vég-

erősítő GU50-es elektroncsöveit kihúzzuk a panelből, a V1 és V2 elektroncsövek az erősítőben maradnak. Bekapcsoljuk a K2 kapcsolóval a tápegységet. A G11 glimmlámpa rögtön, míg a G12 a J relé meghúzása után gyullad ki. A G11 glimmburájába be van építve az előtét ellenállás. Ha a G12 glimmbelső ellenállásos, akkor az R48 ellenállást rövidre kell zárni.

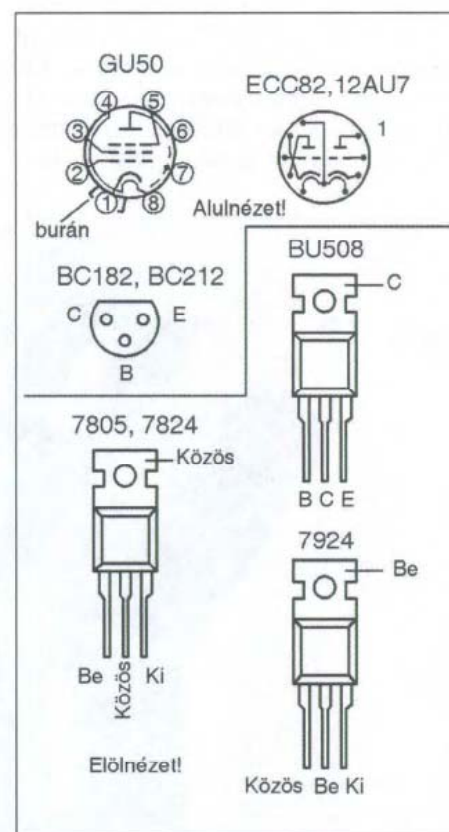
Multiméterrel egyenfeszültséget mérünk a T1 és T2 kollektorán. A kapcsolási rajzon megadott +9 V-ot a P2 trimmer-potencióméterrel állítjuk be. A T1 és T2 tranzisztorok szimmetrizálását (azonos kollektorfeszültség) a P1 trimmerrel végezzük.

DC feszültséget mérünk a V1 anódjain, ezek az 1. és a 6. lábak. Az elektroncső állapotától függően +180 V-ot kell mérnünk, a $\pm 15 \text{ V}$ eltérés megengedett. Nagyobb különbségnél cseréljük az elektroncsövet. A V2 katódkövető szolgálai módon követi a V1 cső anódfeszültségét a rácselőfeszültség figyelembevételével. Amennyiben a V2 elektroncső katódfeszültségei között az eltérés nagyobb, mint 30 V a P1 potencióméterrel korrigáljuk.

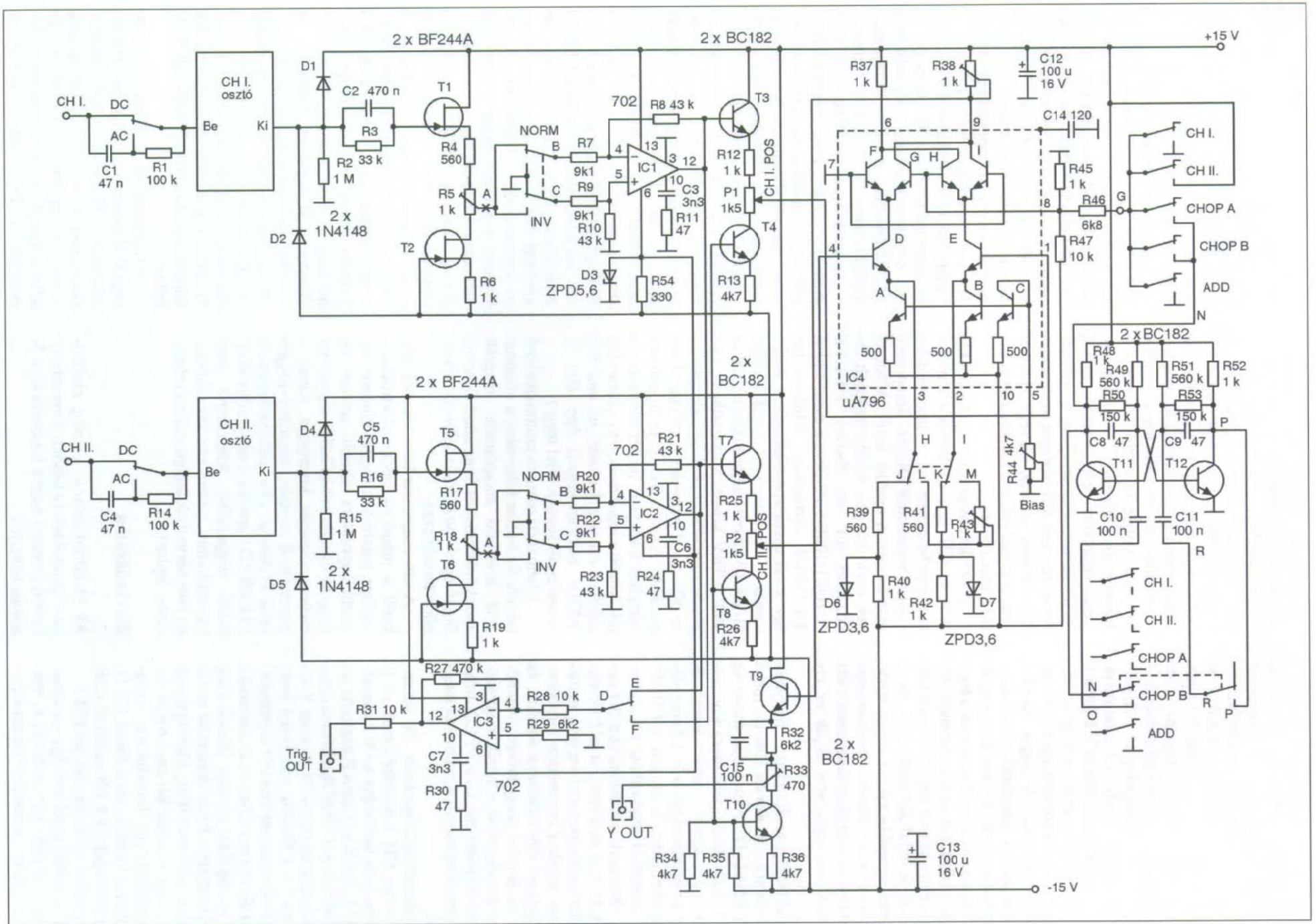
Lépjünk a P4 trimmer-potencióméter csúszkájára. A földhöz képest állítsunk be -45 V -ot. Ezt a műveletet megismételjük a P5, P6 és P7 potencióméterekkel. Kikapcsoljuk a tápegységet. A Tr1

kimenő transzformátor szekunder 8 ohmos tekercsére műterhelést forrasztunk. A műterhelés elkészítése komoly feladat. A 8 ohmos eredő ellenállás terhelhetőségének 180...250 W-nak kell lennie. A rengeteg bontott alkatrészből a következő összeállítást alkalmaztam. Hat darab 22 ohm/60 W-os ellenállásból 3×2 darabot sorba kapcsolunk, ezeket párhuzamosan kötjük. A következő egység négy darab párhuzamosan kapcsolt 68 ohm/60 W-os huzalellenállás. Ezeket párhuzamosan kötjük a 22 ohmos egységgel. Az eredő ellenállás 8 ohm lesz, és az összteljesítmény bőven elegendő. (Aki megépíti az erősítőt és szüksége van a beméréshez, annak a műterhelést szívesen kölcsön adom.)

A végerősítő bemenetére hanggenerátort kapcsolunk, a frekvencia 1 kHz, a kimenőfeszültség nulla. A műterhelésre hangfrekvenciás voltmérőt és oszcilloszkópot kötünk. A K2 hálózati kapcsolóval bekapcsoljuk az erősítőt. Az időzítés elteltével a J jelfogó meghúzz, a G12 glimmbel meggyújt. Az erősítő üzemképes. Ha a kimenő transzformátor kattogó, sípoló hangot ad, kapcsoljuk ki és a végerősítőcsövek anódvezetékeit a kimenő transzformátoron cseréljük meg. Kapcsoljuk vissza a K2 hálózati kapcsolóval az erősítőt.



18. ábra. Elektroncsövek és félvezetők bekötése



3. ábra

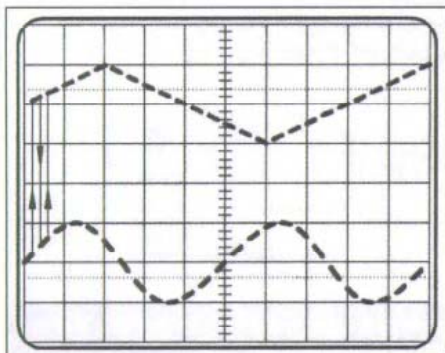
Elektronkapcsoló kis szerviz oszcilloszkópokhoz

Dr. Tolnai János okl. híradástechnikai szakmérnök, HA5LQ@freemail.hu

1979-ben jelent meg a „Rádiótechnikában” a szovjet N-313 oszcilloszkópot ismertető cikksorozat. Ez a csak magánimportból, esetleg bizományin keresztül beszerezhető kis műszer áttörést jelentett a magyar amatőrök számára is. Akkoriban szinte lehetetlen volt oszcilloszkóphoz jutni. Az N-313 DC ... 1 MHz frekvenciatartományban működő, kalibrált feszültség- és időmérési lehetőséggel rendelkező, triggerelhető, tehát az „igazi” oszcilloszkóp minden funkciójával rendelkező műszer volt. Lapos kivitelénél fogva alkalmas volt akár aktatáskában való szállításra is. Az e cikkben ismertetett elektronkapcsoló ehhez az N-313-as oszcilloszkóphoz készült. Lehetővé teszi, hogy a „nagy” oszcilloszkópok mintájára egyszerre, fázishelyesen jelenítsük meg két különböző jelforrás jelét, vagy azok összegét, vagy különbségét.

Az elektronkapcsoló – „kissé” megkésett – közlésének aktualitását az adja, hogy a hajdanán nagy számban Magyarországra hozott szovjet amatőr oszcilloszkópok az internetes aukciós oldalakon ma is szinte naponta cserélnek gazdát. Ezek az amatőr célú oszcilloszkópok – de az újonnan vásárolható olcsóbb műszerek is – egyszugarasak, az elektronkapcsoló megépítésével viszont DUAL TRACE oszcilloszkóppá alakíthatók.

A közölt műszer mechanikai kialakítása illeszkedik az N-313-hoz. Utánépítés esetén ezt a kivitelt csak akkor érdemes követni, ha valóban N-313 oszcilloszkóppal kívánjuk használni.



1. ábra

(Az N-313-hoz igazodó nyákpanel-tervek, a 10-15. ábrák a www.radiovilag.hu honlapról, ezen évkönyvünk tartalomjegyzékénél **tölthetők le!** – A szerk.) Más oszcilloszkóphoz más mechanikai kialakítás lehet célszerűbb. Az erősítőben alkalmazott integrált műveleti erősítő könnyedén felváltható mai, olcsó és jobb paraméterekkel rendelkezővel.

Az elektronkapcsoló tömbvázlata

Az elektronkapcsoló célja, hogy az egy elektronágyús (ebből következően egy eltérítő rendszerrel rendelkező) katód-sugárcsővel készített oszcilloszkóp ernyőjén lehetővé tegye két vagy több jel egyidejű megjelenítését. Ez az „egyidejűség” az emberi szem tehetetlenségének a kihasználásával valósítható meg. (A szem tehetetlensége: a tapasztalatok szerint az emberi szem az 1/1000 másodpercre felvillanó képet kb. 1/16 másodpercig látja. Ha tehát legalább 1/16 másodpercenként felvillan az ernyőn egy kép, úgy látjuk, mintha az folyamatosan az ernyőn lenne.)

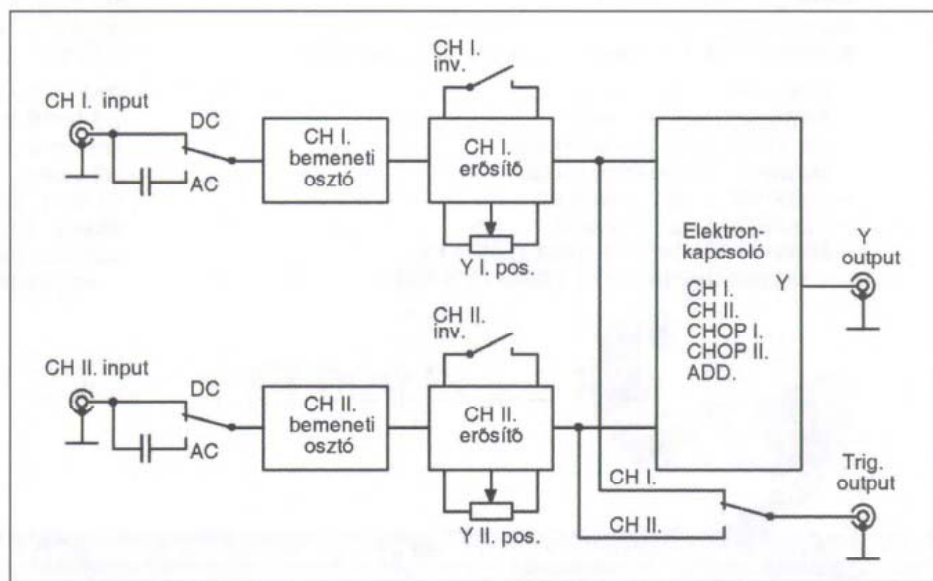
Az 1. ábra az elektronkapcsoló CHOPPED (szaggatott) üzemmódját mutatja. Ebben az üzemmódban működik a közölt elektronkapcsoló egység is. CHOPPED üzemben az elektron-

kapcsoló váltakozva kapcsolja az Y kimenetre az 1. illetve a 2. csatorna jelét. Az átkapcsolást egy szabadon futó multivibrátor vezérli, az elektronsugárnak az ernyőn való helyzetétől függetlenül. Ennek megfelelően, a sugár az ernyőn balról jobbra egyenletesen haladva, függőleges irányban hol az egyik, hol a másik csatorna jeléből rajzol az ernyőre egy szakaszt.

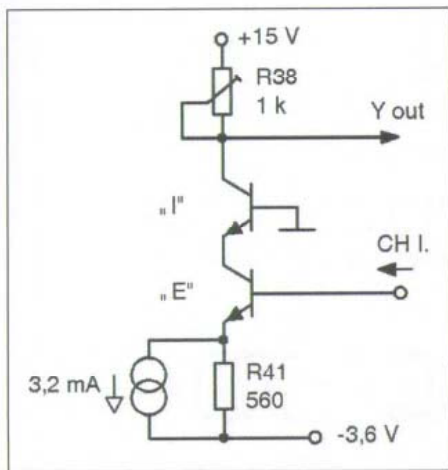
Tekintettel arra, hogy az átkapcsoló jel frekvenciája csak a legritkábban adódik a vizsgált jel frekvenciájának egészszámú többszörösére, a sugár következő lefutásakor mindkét csatorna jeléből más-más szakaszt rajzol le, és így összességében úgy látjuk, mint ha a két csatorna jele egyszerre lenne jelen az ernyőn.

A két csatorna jelei közti átváltások nagyon rövid időtartama alatt az elektronsugár olyan gyorsan halad függőlegesen a képernyőn, hogy kis fényerejű oszcilloszkópoknál (mint az N-313) gyakorlatilag nem hagy látható nyomot. (Fényerős, professzionális oszcilloszkópoknál pedig az „átkapcsolási fátyol” kiküszöbölésére az átkapcsolások idejére az elektronsugarat kioltják.)

Az „igazi” két nyomvonalas (DUAL TRACE) oszcilloszkóp elektronkapcsolójának van ALTERNATED



2. ábra



4. ábra

kellett alkalmazni. A szinttoló kapcsolás működése bizonyos mértékig hasonló a már említett, T1-T2 tranzisztorokkal megvalósított kapcsoláshoz. T4 (ill. T8 és T10) áramgenerátorként működnek. R34/R35 bázisosztó a negatív tápfeszültséget kb. felére (7,5 V) osztja, a nyitott tranzisztor bázisa és emittere között kb. 0,6 V feszültség esik, így R36 (ill. R13, R26) 4,7 kohmos ellenálláson kb. 6,9 V feszültség esik, rajtuk (6,9 V/4,7kohm) 1,47 mA áram folyik. A nagy áramerősítésű tranzisztor emitter- és kollektorárama kb. azonos, így úgy tekinthetjük, hogy R33/R32, P1/R12, P2/R25 ellenállásokon, ill. T9, T3, T7 tranzisztorok emitterén is ugyanekkora, konstans áram folyik.

Ha a tranzisztor emitterárama nem változik, nem változik bázis-emitter feszültsége sem. Így pl. amennyit változik T3 bázisfeszültsége (ez IC1 kimenő feszültsége), ugyanannyit változik emitterfeszültsége és a feszültség P1 csúszkáján is, hiszen az R12-n és P1-en folyó áram, és ezért az azokon eső feszültség is állandó. A különbség csak az egyenszintben mutatkozik: ha IC1 kimenő feszültsége 0 V és a nyitott T3 bázisa-emittere közt 0,6 V feszültség esik, emitterfeszültsége -0,6 V. P1 csúszkáján ekkor kb. -2,0 ... -4,1 V közötti egyenfeszültség állítható be; ez határozza majd meg CH I. elektronsugarának függőleges pozícióját. Most célszerű a csúszka középpólusában, kb. -3 V-ot beállítani, hogy a potenciométerrel a sugár függőlegesen mindkét irányban kb. azonos mértékben legyen eltolható.

Hasonlóan, P2-vel állítható CH II. elektronsugarának függőleges pozíciója. R33 trimmerrel pedig azt állíthatjuk majd be, hogy a csatorna bemenetekre

0 V feszültséget adva, a függőleges pozíciószabályozó potenciométerek helyes beállításánál az Y OUT kimenet feszültsége is 0 V legyen. Utóbbi, Y OUT kimenő jelet (a megfelelő egyenszintet T9-R32-R33-T10 szinttolóval beállítva) IC4, uA796 típusú 4/4-es analóg szorzó IC-vel, eredeti rendeltetésétől némileg különböző működési módban állítjuk elő.

Az IC4-nek a kapcsolási rajzon A, B és C-vel jelölt tranzisztorai áramvezérelt áramgenerátort képeznek. Az egy csipen, ugyanazon technológiai lépésekkel kialakított három tranzisztor, valamint az emitterekkel soros ellenállás, teljesen egyforma karakterisztikájúak, bázisaik és az emitterekkel soros ellenállások össze vannak kötve, így bázis-emitter feszültségük, és ezért emitter- és kollektoráramuk is azonos. A C jelű tranzisztor kollektoráramát az R44 ellenállással tudjuk beállítani. A tranzisztor emittere 500 ohmos ellenálláson keresztül -15 V negatív tápfeszültséghez csatlakozik, kollektorral összekötött bázisa pedig az R44-en keresztül a testpontra. Így, ha nyitott tranzisztor bázis-emitter feszültségét 0,6 V-nak vesszük és a bázisáramot elhanyagoljuk, akkor a kollektoráram $(15-0,6)/(R44+500 \text{ ohm})$ lesz. Ha R44-et 4 kohmra állítjuk be, akkor kb. 3,2 mA kollektoráram adódik. Ugyanekkora lesz az A és a B tranzisztor kollektorárama is.

A D és az E tranzisztorok bázisára a P2, ill. a P1 potenciométerek csúszkájáról (kivezélés nélkül) kb. -3 V feszültség érkezik, a nyitott tranzisztoron 0,6 V bázis-emitter feszültség feltételezésével emitterfeszültségük kb. -3,6 V. Ez megegyezik a D6, D7 diódák által a negatív tápfeszültségből stabilizált feszültségértékkel. Ekkor az átkapcsoló H-J, ill. I-K pontokat összekötő állásban R39 és R41 ellenállásokon gyakorlatilag nem folyik áram. Ekkor a D és az E tranzisztorok emitter- (és jó közelítéssel kollektor-) árama megegyezik az A és a B tranzisztorok – mint áramgenerátorok – kb. 3,2 mA kollektoráramával.

A D tranzisztor kollektorárama attól függően folyik F vagy G, illetve az E tranzisztoré H vagy I tranzisztor irányába, hogy ezen, kapcsoló üzemben működtetett tranzisztorok melyike van nyitva. Az F és az I tranzisztorok bázisa földelve van, a G és a H tranzisztorok bázisfeszültségét pedig R45-R46-R47 feszültségosztó állítja elő G üzemmód kapcsoló állásától függően:

a) Ha CH I. van bekapcsolva, akkor az R46 földelődik. Az R45-R46-R47 közös pontján, így a G és a H tranzisztorok bázisán kb. -1,2V feszültség alakul ki. Ugyanakkor az F és az I tranzisztorok bázisfeszültsége ennél pozitívabb: 0 V, ezért utóbbi tranzisztorok nyitnak (emitterfeszültségük kb. -0,6 V lesz), a G és a H tranzisztorok pedig lezárnak. A kialakuló áramkört a 4. ábra mutatja.

Mint az ábra mutatja, kaszkód kapcsolást kaptunk, melyben R38 ellenálláson az I tranzisztor kollektorárama folyik át, amely megegyezik az E tranzisztor kollektoráramával. Ha most az E tranzisztor bázisfeszültsége U1 értékkel nő, azaz CH I.-ről jel érkezik, akkor emitterfeszültsége ezt követi és az R41 ellenálláson az áram $U1/R41$ értékkel nő. Mivel az áramgenerátor árama változatlan, a kollektoráram is ugyanezzel az értékkel növekszik és az R38 munkaelenálláson a feszültségésés $U1 \cdot R38/R41$ értékkel nő. Az I kollektorfeszültsége ezért ugyanennyivel csökken, tehát 180 fokos fázistolás jelentkezik. Ha R38 trimmert kb. 700 ohmra állítjuk be, a fokozat feszültség-erősítésének abszolút értéke $R38/R41 = 700/560 = 1,25$ lesz.

Tehát: IC1 kimenetén a CH I. bemenetre kapcsolt feszültség (-4)-szerese jelent meg, ezt IC4 (eltolt feszültség-szinten) további (-1,25)-szörösére, azaz CH I. bemeneti feszültségének 5-szörösére erősítette. Az IC4 9. kivezetésén ez a jel kb. 11 V egyenfeszültségre szuperponálódik. Ezt az egyenfeszültséget T10-R33-R32-T9 szinttolóval „toljuk vissza” 0 V-ra. Az R33 csúszkáján így a CH I. bemenetre kapcsolt feszültség ötszöröse jelenik meg. (Ezért elektronkapcsolónk bemeneti osztójának legérzékenyebb állásában – amikor osztás nincsen – 10 mV/DIV érzékenységnél az N-313 oszcilloszkóp bemenő osztóját 50 mV/DIV-re kell állítani, hogy a helyes feszültségértéket olvasshassuk le.)

b) Az üzem mód kapcsoló CH II. állásában R46 másik kivezetése +15 V feszültségre kapcsolódik. Az R45-R46-R47 közös pontján a feszültség ekkor kb. +0,5 V, azaz most a G és a H tranzisztorok bázisfeszültsége a magasabb, azok lesznek nyitva, így R38 munkaelenálláson D tranzisztor kollektorárama folyik keresztül. Itt ugyancsak a 4. ábra szerinti kapcsolás alakul ki, azzal az eltéréssel, hogy az E tranzisztor helyébe a D, az I tranzisztor helyébe a G lép, és így R46 munkaelenáll-

(váltakozó) üzemmódja is. Ebben a módban az elektronkapcsoló először az I. csatornát kapcsolja az Y kimenetre, ekkor az elektronsugár az ernyőre rajzolja az 1. csatorna jelét. Amikor az elektronsugár e jel rajzolását befejezte (elért az ernyő jobb oldalára), rövid idő alatt visszafut az ernyő bal oldalára. A visszafutással egyidejűleg az elektronkapcsoló átkapcsolódik a 2. csatornára, és annak a jelét kapcsolja az Y kimenetre. Az elektronsugár következő lefutásakor így a 2. csatornára adott jelet rajzolja az ernyőre. A sugár minden visszafutásával egyidejűleg az elektronkapcsoló átvált, így felváltva rajzolja az ernyőre az 1. és 2. csatornára kapcsolt jelalakot. Ha az elektronsugár rövid idő alatt járja be balról jobbra az ernyőt (majd indul el ismét), az 1. és 2. csatorna rajzolása között olyan rövid idő telik el, hogy a szem tehetetlensége (és a fénypor utánvilágítása) miatt a két csatorna jelét egyszerre látjuk az ernyőn.

Elektronkapcsolónknak, melynek tömbvázlata a 2. ábrán látható, nincs ALTERNATED üzemmódja, mivel az N-313 oszcilloszkópból nincs kivezetve olyan jel, amely a sugár visszafutásakor az elektronkapcsoló átkapcsolását vezérelhetné. E helyett a CHOPPED üzemmód kapcsolható két különböző átkapcsolási frekvenciára (Chopped A, B). Így, ha a vizsgált jel frekvenciája és az átkapcsolást vezérlő multivibrátor egyik frekvenciája történetesen egymás többszörösére adódná, és ezért az ernyőn szaggatottan jelennének meg a jelalakok, a másik (nagyságrenddel különböző) CHOPPED frekvenciára átkapcsolva a probléma megszűnik.

Elektronkapcsolónknak öt üzemmódja van: CH I. üzemben csak az 1. csatorna jelét továbbítja az Y kimenetre, CH II. módban csak a 2. csatorna jelét, CHOP A és CHOP B, a két csatorna jelének szaggatott továbbítása az Y kimenetre két különféle szaggatási frekvenciával, valamint az ADD üzemmód.

ADD üzemmódban a két csatornára adott jel algebrai összege jelenik meg az Y kimeneten. Ez az üzemmód ad lehetőséget szimmetrikus, földfüggetlen (a jelet egy vezeték két ere közötti feszültségkülönbség formájában továbbító) hálózat vizsgálatára. Ha pl. CH II. jelét invertáljuk és a két csatorna jelét összegezzük, az eredmény jel CH I. – CH II. különbségi jel lesz. Így – a szimmetrikus vezeték egyik erét CH I., másik erét CH II. bemenetre kapcsolva –

vizsgálhatjuk szimmetrikus hálózatok jelalakját. (Természetesen ilyen vizsgálatkor mindkét csatorna bemeneti osztóját azonos értékre kell beállítani. A csatornák bemenetének testpontját szabadon kell hagyni; a szimmetrikus jel középértéke a két csatorna azonos bemenő ellenállásából álló feszültségosztó közös pontján kapcsolódik az oszcilloszkóp testpontjára.) Elektronkapcsolónk, áramköri felépítésénél fogva, ADD üzemmódjában eleve a két csatorna jelének különbségét mutatja; a két csatorna jelének összege valamelyik csatorna jelének invertálásával kerül a képernyőre.

Az elektronkapcsoló egységnek két (CH I., CH II.), egyforma felépítésű csatorna bemenete van. Csatornánként a jel a bemenetről DC/AC átkapcsoló után bemeneti osztóra kerül. A bemeneti osztó két, kaszkádba kapcsolt fokozatból áll: az elsővel 1:1/1:10/1:100/1:1000/1:10 000, a másodikkal 1:1/1:2/1:4 osztásarány állítható be. Így a két osztó kombinálásával a csatornák bemeneti érzékenysége (1/2/4/10 fokozatokban) 10 mV/DIV és 400 V/DIV között változtatható. (Ez persze nem jelenti azt, hogy a bemenetre 600 V-nál nagyobb feszültség kapcsolható! Az N-313 ernyője függőleges irányban 6 osztású, ha ezt két csatorna jele között megosztjuk, egy csatornára csúcstól csúcsig 3 osztás jut, ami 400 V/DIV érzékenységnél épp 600 V csúcspontszámra felel meg.)

A bemeneti osztót a csatornaerősítő követi. Ez buffer fokozatot, a csatorna jelét invertáló átkapcsolót, integrált áramkörös erősítőt és az adott csatorna függőleges pozíciószabályozó áramkört tartalmazza.

A két csatornaerősítő kimenő jele kerül a tulajdonképpeni elektronkapcsolóra, másfelől a trigger kimenet választó kapcsolóra. Utóbbi szerepe az, hogy az oszcilloszkóp külső trigger bemenete számára kiválassza annak a csatornának a jelét, amelyről triggerelni kívánunk. (Az elektronkapcsoló CHOPPED üzemben az oszcilloszkóp belső triggerelési lehetőségét nem használhatjuk, hiszen az a két csatorna közötti bármelyik átkapcsolásra működésbe léphetne.)

Elvi működés

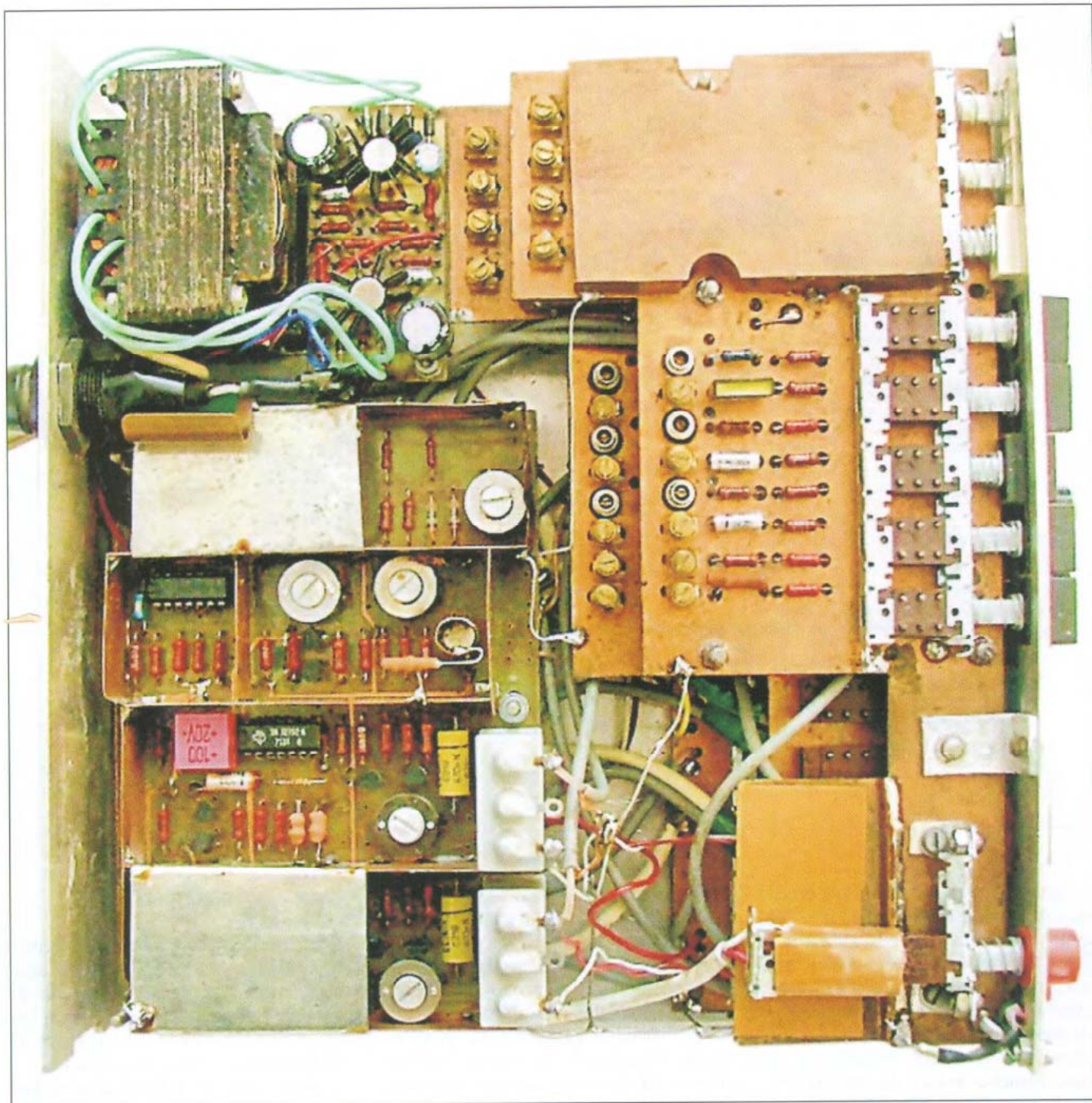
Az elektronkapcsoló egység elektromos kapcsolását (a később ismertetésre kerülő bemenő osztók kivételével) a 3. ábrán láthatjuk.

A csatornák bemenetén a kapcsoló AC állásában C1, ill. C4 kondenzátor, annak átlagértékére feltöltődve, választja le az egyenfeszültséget. A kapcsoló DC állásában e kondenzátorok R1, ill. R14 ellenállásokon keresztül süllhetnek ki.

A bemeneti osztón leosztott jel a T1, T2 (ill. T5, T6) jFET-ekkel megépített buffer fokozatra kerül, melyek bemenetét a túlfeszültségtől D1, D2 (ill. D4, D5) diódák védik. Az ilyen rendszerű oszcilloszkóp bemeneti fokozat működése a 2012-es RT ÉK 39. oldalán került részletes ismertetésre. Lényege, hogy a bemenetre kapcsolt feszültséget az oszcilloszkópoknál szokásos 1 Mohm bemenő ellenállással fogadja és, ha árammal nem terhelik, pontosan $A_u = 1$ erősítéssel juttatja a következő, a uA702 műveleti erősítővel megépített differenciaerősítő fokozat bemenetére.

A tervezés időpontjában a uA702, a ma már muzeális, aszimmetrikus tápfeszültségről működő és LAG kompenzálást igénylő IC volt az egyetlen, amatőrök számára is elérhető, 1 MHz frekvencián még erősíteni képes műveleti erősítő. Ma már széles választékban kaphatók korszerűbb IC-k, ill. csak hogy a korabeli ipari típusoknál maradjunk, pl. az LF356 vagy az LF357, amelyekkel a uA702 kiváltható. A differenciaerősítő (ha $R_7 = R_9$ és $R_8 = R_{10}$) az ábrán C-vel és B-vel jelölt pontok feszültségének különbségét R_8/R_7 arányában (4,7-szeresére) erősíti. Tekintettel arra, hogy itt a fokozat bemenő árama terheli a megelőző buffer fokozatot, a csatorna bemenő jelére vonatkoztatott erősítés kb. 4-szeres. Amikor az átkapcsoló NORM állásában a differenciaerősítő C bemenetét földeli, és a B bemenetre kapcsolja a bemeneti fokozat R5 (R18) trimmer-potenciométeréről érkező jelet, a felerősített jel a fokozat kimenetén fázist fordítva jelenik meg. Amikor pedig INV kapcsolóállásban a B bemenet földelődik, és C-re kapcsolódik az érkező jel, a fokozat ugyanannyit erősít, de nem fordít fázist. (A kimenő jel a következő, analóg szorzó fokozat 180 fokos fázisfordítását is figyelembe véve lesz majd a kapcsolóval beállított NORM, ill. INV jellegű.)

A műveleti erősítő kimenő feszültsége 0 V bemenő feszültségnél (az offset miatti néhány millivolttól eltekintve) szintén 0 V. A következő, analóg szorzóval felépített fokozat más DC beállítást igényel, ezért bemenetén (és kimenetén is) DC szinttoló kapcsolást



7.a ábra

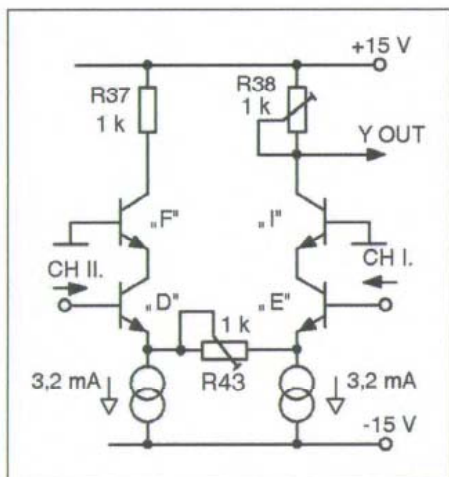
lenállással zárva le. (Valamely kiismerhetetlen okból az N-313 oszcilloszkóp viszont 500 kohm bemenő ellenállású, ezért a szokásos 1:10 passzív mérőfejek nem használhatók hozzá.) Elektronkapcsolónk szabványos bemenő ellenállása lehetővé teszi e mérőfejek használatát. Az elektronkapcsoló bemenő kapacitásának is – a bemenő osztó állásától függetlenül – szintén állandónak kell lennie, mert az alakhű jelátvitel céljából a mérőfejeket ehhez kompenzálják. Értelemszerűen magának az osztónak a tagjait is nagyfrekvencián

kompenzálni kell, hogy a leosztás frekvenciafüggetlen legyen. A bemeneti osztó mindkét csatornánál azonos kapcsolását a 6. ábra mutatja.

Az osztó kapcsolói (az N-313 osztójához hasonlóan) ISOSTAT licence kapcsolósorból kerültek összeállításra. Az 1:1/1:10/1:100/1:1000 osztásnak megfelelő, egymást kiváltó kapcsolóknál 1, az 1:1/1:2/1:4 osztásokat állító, szintén egymást kiváltó kapcsolóknál 2 pár váltó érintkezőt használunk fel. Utóbbiaknál az egyik pár azt a célt szolgálja, hogy ha egyik gomb sincs le-

nyomva, az elektronkapcsoló megfelelő csatorna bemenete ezeken keresztül földelődjön. Ez felel meg a szokásos bemeneti kapcsolók GND állásának.

A „×1” nyomógomb lenyomásakor az elektronkapcsoló csatornabemenete R9-C16 csatolótagon keresztül kapcsolódik az 1:1/1:10/1:100/1:1000 osztó kimenetére, gyakorlatilag azt a csatornabemenet 1 Mohmos ellenállásával zárja le. A „×2” gomb lenyomott állapotában bekapcsolódik R10-R11 feszültségosztó. Az R11 = 1 Mohm párhuzamosan kapcsolódik a csatorna 1



5. ábra

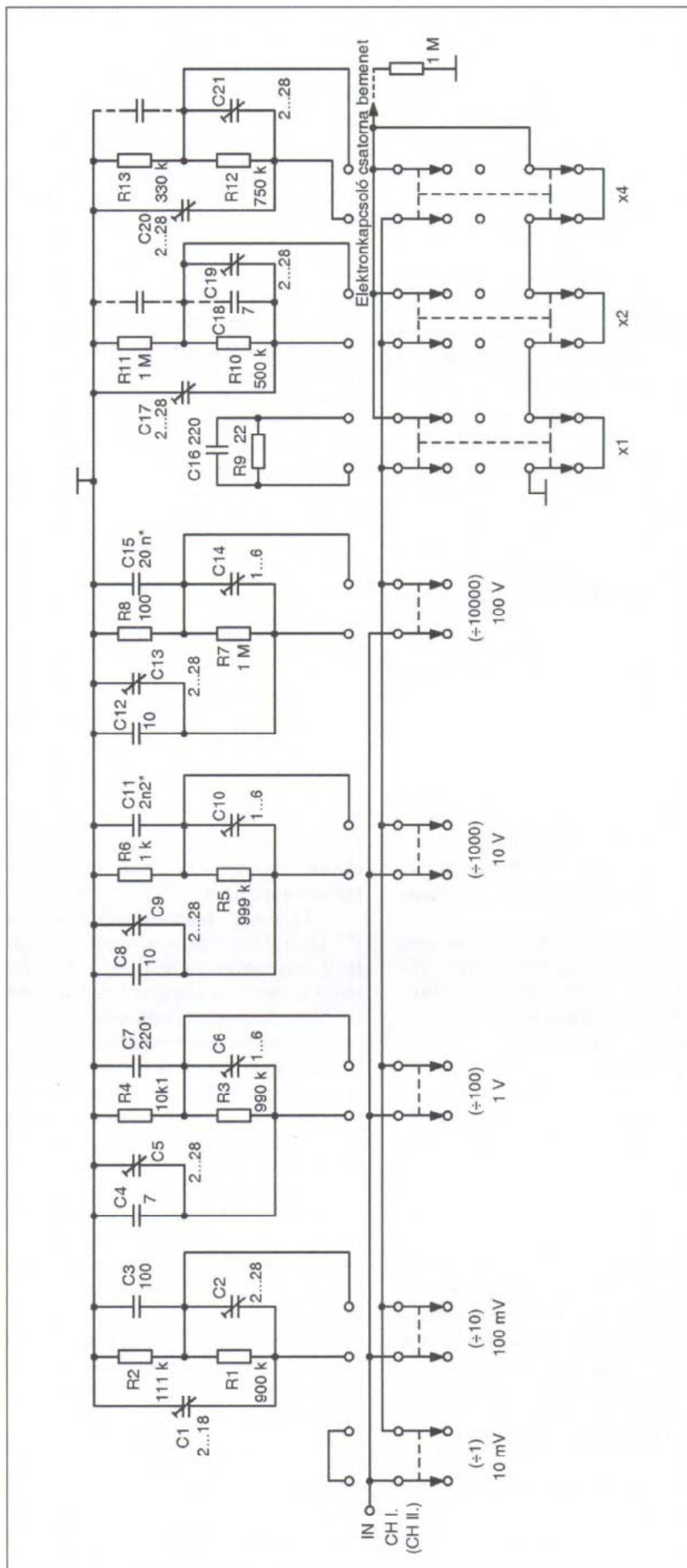
lason (ugyanazzal a DC szinttolással, ötszörös erősítéssel) CH II. jele jelenik meg.

c) Az üzemmód kapcsoló CHOP A, ill. CHOP B állásában R46 kapcsoló felőli kivezetése a T11 kollektorára kapcsolódik, mely a T12 tranzisztorral astabil multivibrátort alkot. Ennek a pontnak a feszültsége a multivibrátor működési frekvenciája szerint váltakozik 0 V és +15 V között, tehát felváltva jön létre az előbbi a) és b) szerinti állapot, azaz az Y kimeneten CH I. és CH II. jele az 1. ábra szerint szaggatva jelenik meg. A multivibrátor frekvenciáját úgy változtatjuk, hogy az üzemmód átkapcsoló CHOP B. állásában C8-cal párhuzamosan kapcsoljuk C10-et és C9-cel C11-et.

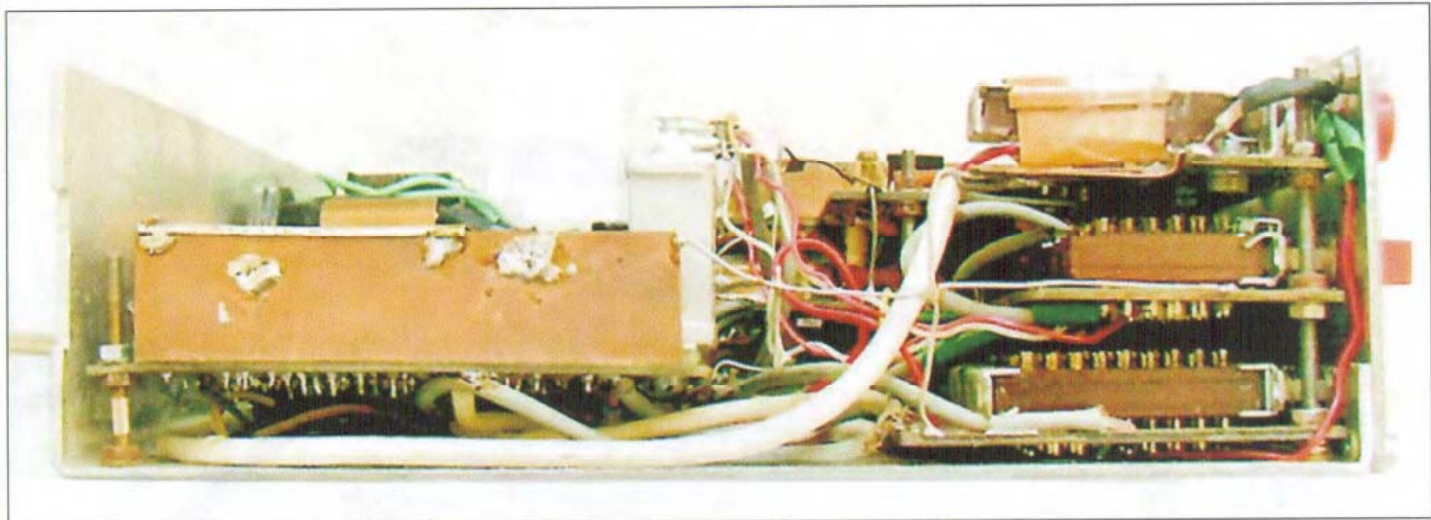
d) Az ADD kapcsolóállásban az 5. ábra szerinti áramkör alakul ki. E tranzisztor emitterfeszültsége követi bázisfeszültsége (CH I.) jelét, míg a D tranzisztor emitterfeszültsége ugyanígy CH II. jelét. Így az R43 ellenállás kapcsolai között a két csatorna jelének különbsége jelenik meg, az hajt át rajta áramot. Ugyanakkora árammal változik meg az E és az I tranzisztor kollektorárama, amely R38 munkaelenálláson átfolyva a már ismert módon kelti az Y kimeneti feszültséget. Itt tehát a differenciálerősítő eleve a két csatorna jelének különbségét erősíti, a csatornák jelének összege – a tényleges ADD üzem – akkor jön létre, ha valamely csatorna jelét invertáljuk.

Bemeneti osztó

A bemeneti osztó feladata, hogy a bemeneti jelet 1:1/1:10/1:100/1:1000, majd 1:1/1:2/1:4 arányban leossa, a bemenetet bármely leosztásnál az oscilloszkópknál szokásos 1 Mohm el-



6. ábra



8. ábra

A jobb oldalon, három szinten, a kezelő szerkezet tartó panelek helyezkednek el. A felső sorban – az előlap felől nézve – bal oldalon van felszerelve a hálózati kapcsoló (alatta szigetelt árnyékoló lemez), tőle jobbra az első csatorna bemeneti osztója. Az 1:1/1:2/1:4 osztótagok külön árnyékoló lemezzel vannak lefedve. (Szintén árnyékolási célzattal a feszültségosztó nyák-panelek alkatrész felőli oldala testpotenciálra kötött „tele fóliával” készült, amely csupán az alkatrészek kivezetései körül van megszakítva. Utólag már megállapítható, hogy ez az ötlet nem volt szerencsés, mert így az alkatrészek és a test közötti nagy kapacitások miatt a kapcsolás határfrekvenciája csak kb. 2 MHz-nek adódott.)

A középső sorban bal oldalon a CH I. és CH II. DC/AC és NORM/INV átkapcsolói, valamint a trigger kimenet választó kapcsolója található. Jobb oldalon helyezkedik el a második csatorna feszültségosztója. Az ehhez tartozó trimmer-kondenzátorokat tartó panel

nagyobb mélységben nyúlik a dobozba, mint a felette lévő, így e trimmer-kondenzátorok könnyen állíthatók.

Az alsó sorban az üzemmódot (CH I., CH II., CHOPPED A/B, ADDED) állító kapcsolók, ettől jobbra CH I. és CH II. függőleges pozíciósabályozó potenciométerei, valamint a CH I. és CH II. bemenő, valamint Y és TRIG kimenő BNC csatlakozók kerültek elhelyezésre.

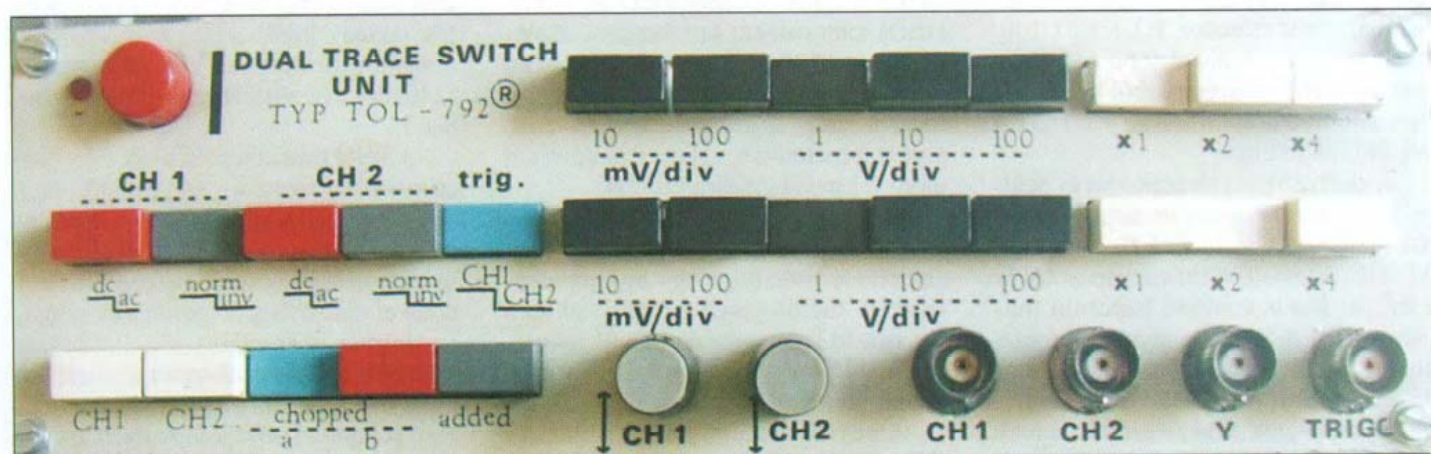
A műszert oldalról a 8. ábra mutatja: bal oldalt az árnyékoló lemezzel ellátott elektronkapcsoló panel, jobbra a három sorban elhelyezkedő, ezen az oldalon a nyomógombsort tartalmazó nyomtatott áramköri lapokat. A műszer előlapja a 9. ábrán látható.

Figyelem! A bevezetőben már jelzett és alább hivatkozott 10-15. ábrák a szerkesztőség honlapjáról tölthetők le! (- A szerk.)

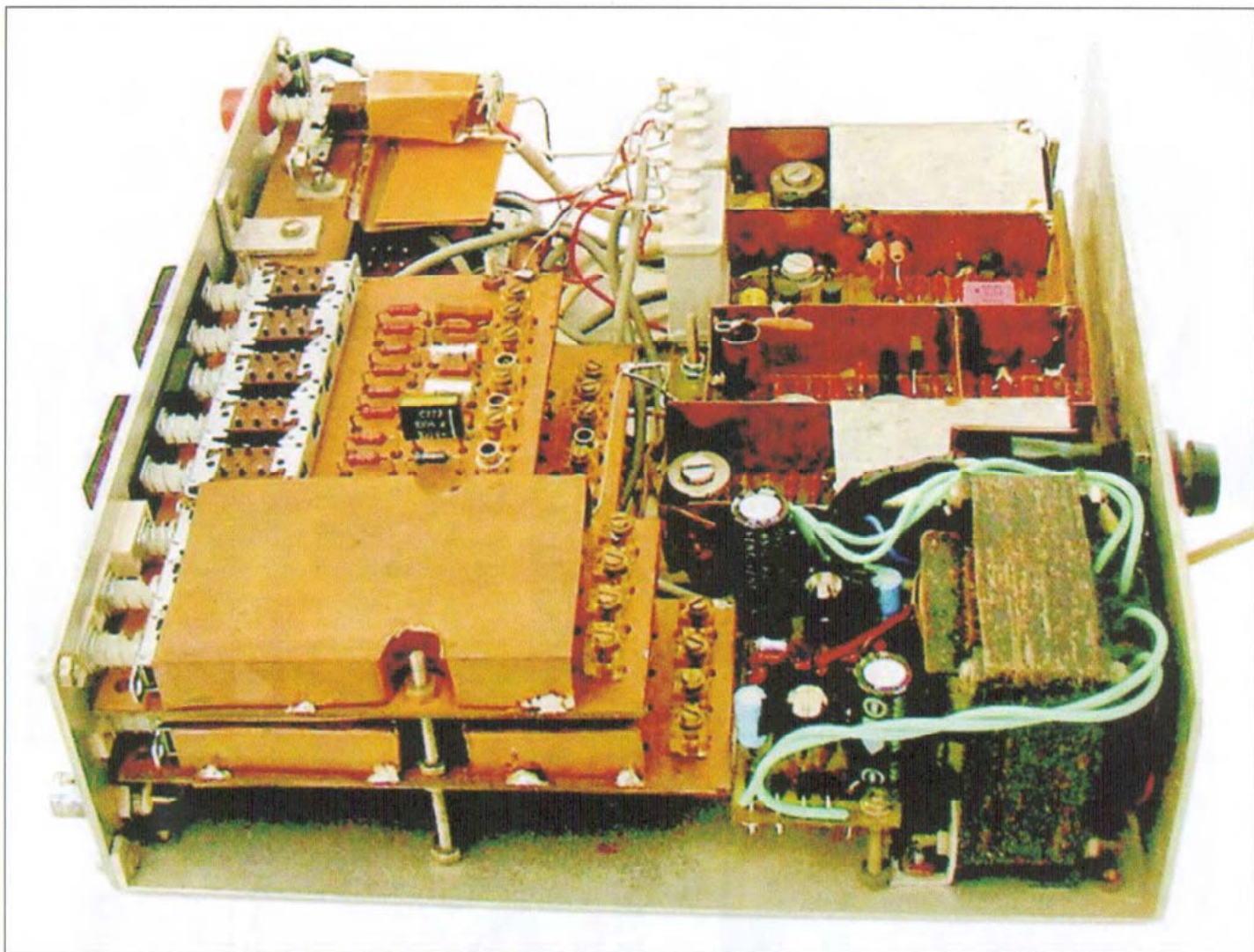
Az elektronkapcsoló panel nyákrajzolatát a 10.a és 10.b ábra, az alkatrész-beültetését a 11. ábra mutatja. A nyomtatási rajzolat a készítésének idő-

pontjában használatos, iparinak minősíthető módszerrel (CHARTPAK technológiával) készült, a házilagos legyárthatóság céljából 1:1 méretarányban. Mivel házilagosan lyukgalvanizálásról nem lehetett szó, a két oldal közötti (nem nagy számú) átmenetet forrasztással kell létesíteni. Az IC4 kerek tokozású, tokjára kis hűtőborda került, 120 pF-dal a testhez hidegítve. Az alkatrészdalon a vastag földfóliák az árnyékoló lemezek felforrasztását teszik lehetővé. (Természetesen, ahol az alkatrész oldalon ezeket az árnyékoló lemezeket vezetékek keresztezik, az árnyékoló lemez panel felőli oldalából a rövidzár elkerülése céljából egy kis darabot ki kell vágni.)

Az elektronkapcsoló panelra került a C1 és a C4, a csatornák AC/DC leválasztó kondenzátora is. Ezek csak mechanikusan vannak a panelra szerelve, bekötésük a kapcsolókhoz árnyékolt vezetékekkel történt. A megépült példányra felcsavarozható, KCMP 2-szer 100 nF/300 V-os iker kondenzátorok



9. ábra



7.b ábra

Mohmos bemenő ellenállásával, eredőjük 500 kohm, amely az $R10 = 500$ kohmmal 1:2 feszültségosztót alkot. A C18-C19 frekvenciakompenzáló elemek, a C17 pedig azt a célt szolgálja, hogy az osztótag bemenő kapacitását ugyanarra az értékre állíthassuk, amelyet a „×1” gomb lenyomásakor a csatorna bemenet mutat. Az osztótag bemenő ellenállása $500 \text{ kohm} + 500 \text{ kohm} = 1 \text{ Mohm}$, ugyanakkora, mint a „×1” osztóállásban.

Hasonló a helyzet „×4” gomb lenyomásakor: ekkor a csatorna bemenet 1 Mohm ellenállásával az $R13 = 330$ kohm kapcsolódik párhuzamosan, eredőjük 250 kohm, amely $R12 = 750$ kohm ellenállással 1:4 feszültségosztást jelent. Az osztótag bemenő ellenállása változatlanul $250 \text{ kohm} + 750 \text{ kohm} = 1 \text{ Mohm}$. C21-el a frekvenciafüggetlen osztást, C20-szal az osztótag bemenő kapacitását állítjuk be.

Ugyanilyen elven működnek az 1:1/1:10/1:100/1:1000 osztást biztosító

osztó tagjai is. Az osztó bemenő ellenállása minden állásban gyakorlatilag 1 Mohm, bemenő kapacitását pedig a C1, C5, C9 és C13 trimmer-kondenzátorokkal állíthatjuk be azonos értékre.

Az osztó ellenállásait 5%-os tűrésű ellenállásokból válogathatjuk. A választást könnyítendő, az eredeti nyomtatott áramköri lap úgy készült, hogy R1, R3, R5, R7 két-két ellenállás soros kapcsolásával alakítható ki.

Tápegység

Az elkészült elektronkapcsoló tápegysége egy, a doboz méretéhez választott vasmagra tekercselt hálózati transzformátorból, valamint a pozitív és a negatív 15 V-ot előállító, kis nyák-lapra szerelt 2 db uA723 integrált áramkörből és tartozékaiból áll.

Manapság már egyszerűbb a tápegységet nyákba építhető kis transzformátorral (a hálózati teljesítményfelvétel kisebb, mint 10 W) és 7815/7915 stabilizátor IC-vel készíteni.

Elkészítés, nyák-panelok

Az elektronkapcsoló megépített formájában 4 db nyomtatott áramköri lapot tartalmaz. Maga az elektronkapcsoló áramkör egy kétoldalas nyák-lapra került, a további három lap hordozza az ISOSTAT rendszerű kapcsolókat.

Ezt, a 7.a és 7.b ábra szerinti mechanikai felépítést az N-313 oszcilloszkóp külső méreteivel való egyezés indokolta. Továbbá tervezési szempont volt a hasonló kezelő szervek és a csatlakozók olyan elosztása, hogy az elektronkapcsolót az oszcilloszkópra helyezve az Y és az X (trigger) csatlakozók rövid kábellel legyenek összeköthetők.

A 7.a ábra bal alsó részében látható maga az elektronkapcsoló nyák-panel, az egyes fokozatokat elválasztó függőleges, néhol a zavarérzékeny részeket letakaró vízszintes árnyékoló lemezekkel. Mögötte a hálózati biztosító, a transzformátor, ill. a tápegység nyák-panelja látható.

ki.) Ha az oszcilloszkóp hordfülére van feltámasztva (16. ábra), az elektronkapcsoló lecsúszna róla, ezért dobozá-
nak aljára, elől egy derékszögben meg-
hajlított alumínium lemez került, amely
megakad az N-313 előlapjában.

A helyes feszültségméréshez az
oszcilloszkóp bemenő osztóját 50
mV/DIV állásba kell állítani (az ábrán
az 5 mV/DIV és a 10-es szorzó gombja
van lenyomva). Az oszcilloszkópon a
külső triggerelést kell kiválasztani – a
triggerjel forrását az elektronkapcsolón
választhatjuk meg.

Bemérés

Az elektronkapcsoló összeállítása, be-
kábelerése után a beméréshez azt az
oszcilloszkópot használhatjuk, amely-
nek „kétsugarasításához” készítjük.
Először a csatorna bemenetre négy-
szögjellet kapcsolva, a jel haladása útját
nyomon követve ellenőrizzük, hogy az
AC/DC átkapcsoló megfelelően műkö-
dik, a jel megérkezik a csatorna feszül-
tégosztójának a bemenetére.

Ezután a feszültségosztó ellenőrzé-
se és beállítása következik. A beállítan-
dó csatorna bemenetére kapcsoljunk

egy generátorról 1 kHz-es, 40 mVpp
négyszögjellet. Állítsunk be 10
mV/DIV érzékenységet valamint „×1”
értéket. Ekkor a jel változtatás nélkül
jut tovább az elektronkapcsoló panel
adott csatorna bemenetére. Az oszcil-
loszkóppal ezt a jelet pl. az R5, ill. az
R18 trimmer-potenciométer csúszká-
ján mérhetjük, miután ezeken a helye-
ken beállítottuk, hogy 0 V bemenő jel-
nél a kimenő szint is 0 V legyen. Ha
most a „×2” osztógombot nyomjuk be,
az oszcilloszkóp ernyőjén a jel amplitú-
dója a felére csökken. (Ha az ernyőn
így nem elég nagy a jel, növeljük a ge-
nerátor jelének szintjét. A beállítás to-
vábbi lépéseiben értelemszerűen min-
dig olyan generátor jelszintet állítsunk
be, amely az ernyőn megfelelő jel amp-
litúdót biztosít.) C19-cel állítsuk be,
hogy a jelalak kifogástalan négyszögjel
legyen. A „×4” osztógomb lenyomásá-
val az oszcilloszkóp ernyőjén a jel
amplitúdója ismét a felére csökken;
négyszögességét C21-gyel állíthatjuk
be.

A következő feladat annak a bizto-
sítása, hogy az osztó e fokozata $\times 1/$
 $\times 2/\times 4$ állásai mindegyikében ne csak
azonos bemenő ellenállást (1 Mohm),

hanem azonos bemenő kapacitást is
mutasson. Nyomjuk be a „×1” osztó-
gombot. Ekkor a jel az osztó mindkét
fokozatán változás nélkül jut tovább; a
bemenetet az elektronkapcsoló adott
csatornájának 1 Mohm (R2, ill. R15)
bemenő ellenállása és ezzel párhuzam-
osan az áramkör szórt kapacitásai ter-
helik. A generátor négyszögjelét (amp-
litúdójának értelemszerű korrigálása
után) 1:10 osztású mérőfejen keresztül
vezessük az elektronkapcsoló csatorna
bemenetére, és a mérőfej trimmer-kon-
denzátorával állítsuk be az ernyőn a
négyszög alakú jelet. Most a „×2”
gomb megnyomása (és a generátor
amplitúdójának növelése) után a jelet
C17-tel állítsuk négyszög alakúra.
Ugyanígy járjunk el a „×4” gomb le-
nyomása után a C20 kondenzátorral.

Most a 10 mV/100 mV/1 V/10
V/100 V osztó beállítása következik.
Nincs jelentősége annak, hogy a
 $\times 1/\times 2/\times 4$ gombok közül melyiket
nyomjuk le, hiszen már beállítottuk,
hogy az osztónak ez a része bármelyik
állásban azonos impedanciával zárja le
a bemenetet. Először ismét mérőfej nél-
kül adjuk a generátor négyszögjelét a
csatorna bemenetére, és a kifogástalan

LOMEX KFT

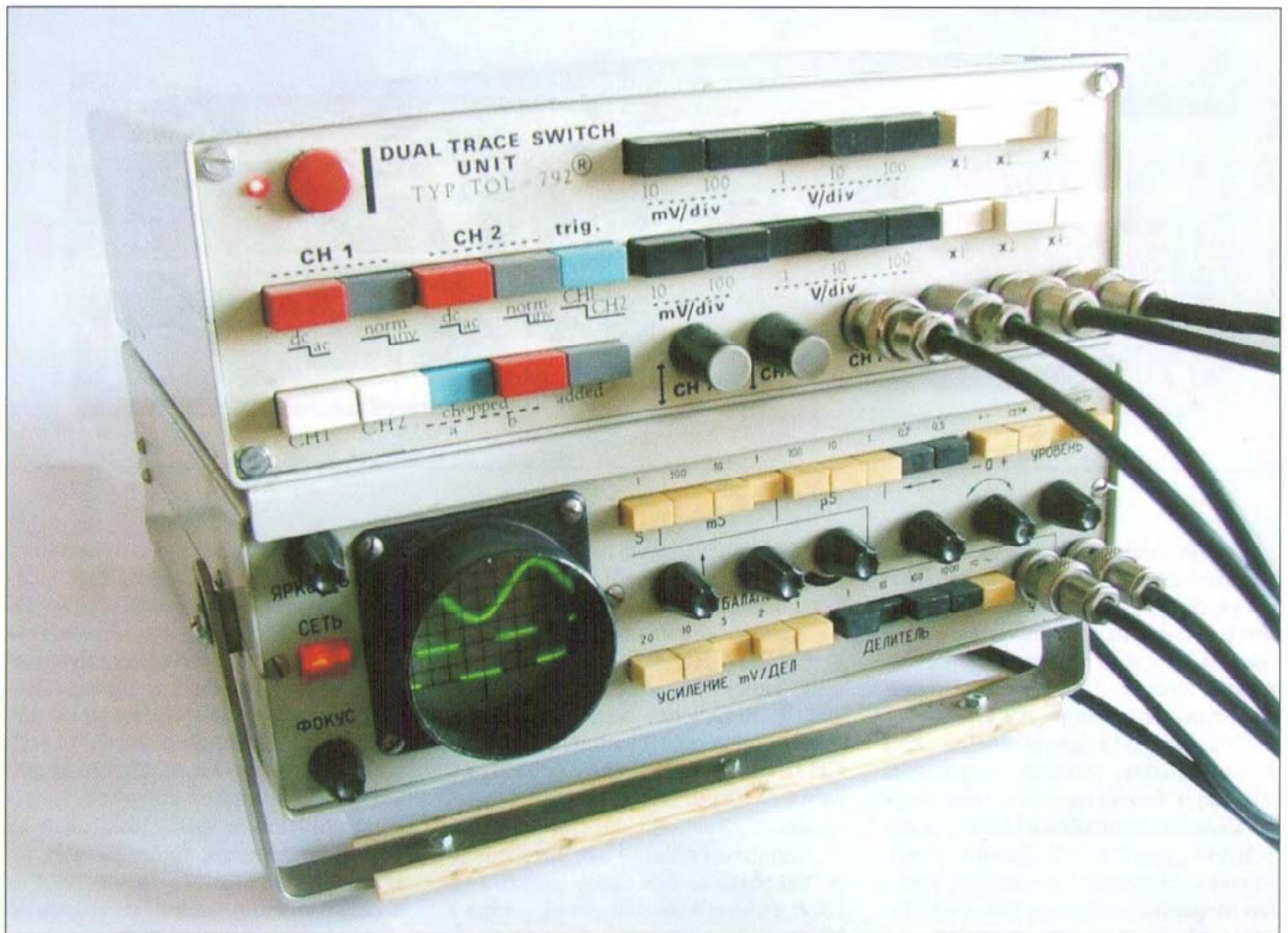
Megújult honlapunkról online rendelhet!

**ELEKTRONIKAI
ALKATRÉSZKERESKEDELEM**

1134. Budapest Lehel u. 17.

Tel. nagykereskedelem: 06-1/349-5906 e-mail: info@lomex.hu
Tel. kisker (szaküzlet): 06-1/320-2610 e-mail: kisker@lomex.hu
Fax: 06-1/320-3292 nyitva tartás: hétköznap 9:00 - 17:00
Honlap: www.lomex.hu





16. ábra

kerültek, melyek két kondenzátorának sorba kapcsolásával adódott C1 (C4) értéke: 50 nF/600 V.

A felső kapcsolósor panel huzalozását (az alkatrész oldal felől nézve) és alkatrész beültetését a 12. ábrán láthatjuk. A hálózati kapcsolót tartó bal oldali rész érintésvédelmi okból nem nyúlik a kapcsoló alá, csak a rögzítést szolgálja. Középen az egy váltó kapcsoló párokból álló, egymást kiváltó nyomógombok az I. csatorna 1:1/1:10/1:100/1:1000 osztót, a panel jobb oldalán a három váltó kapcsoló párból kettőt kihasználó nyomógombok az 1:1/1:2/1:4 osztót működtetik.

A középső panel huzalozási és beültetési rajzát a 13. ábra mutatja. A panel bal oldalán a CH I., CH II. csatornák AC/DC, ill. NORM/INV átkapcsolói és a trigger forrás választó kapcsoló foglalnak helyet. Ezek a nyomógombok önarretáló kivitelűek. Az átkapcsolandó jeleket szállító vezeték közvetlenül a kapcsolók kivezetéseire vannak forrasztva. A középső és jobb oldali kapcsolósor alkotja a CH II. csatorna

feszültségosztóját. A panel e részei annyival nagyobb mélységűek a felső panelénál, hogy C1, C2, C5, C6, C9, C10, C13, C14 és C17, C19 ... C21 trimmerek a felső panel trimmersora alól kilógva, felülről könnyen állíthatóak legyenek.

Az alsó panel az előlap felől bal oldalon helyezkedik el, és az egymást kiváltó üzemmódváltó (CH I. / CH II. / CHOPPED A / CHOPPED B / ADDED) kapcsolókat tartalmazza. Huzalozási és beültetési rajza a 14. ábrán látható. A jobb oldalt alul található két furat a függőleges pozíciószabályozó potenciométereket tartó alumínium idom felsavarozására szolgál.

Az egymás alatt felszerelendő paneleken a felerősítő furatok úgy vannak elhelyezve, hogy egy-egy, az alaplamezre merőlegesen szerelt, 60 mm hosszú, M3 csavarra alul-fölül csavaranyákkal (vagy távtartókkal) rögzíthetők legyenek.

A be- és kimeneti BNC csatlakozó aljzatok közvetlenül az előlapra vannak szerelve.

Az így összeállított elektronkapcsoló paneljainak, ill. csatlakozóinak huzalozási rajzát a 15. ábra mutatja. Az időjelben nagy betűvel (vagy szöveggel) jelzett csatlakozási pontok az elektronkapcsoló panelen találhatóak. A jelek átvitelére a zajok és áthallások csökkentése érdekében árnyékolt vezetékeket használhatunk. Az árnyékolás beforrasztásához a panelon a csatlakozási pontok mellett GND jelű földpontok vannak kiképezve. (A mechanikai kialakítástól függően különféle árnyékoló lemezek elhelyezése is hasznos lehet.)

Az elektronkapcsoló az N-313 oszcilloszkóp tetejére helyezhető úgy, hogy az Y OUT kimenete az oszcilloszkóp Y bemenetével, a TRIG OUT kimenete pedig az oszcilloszkóp X bemenetével essék függőlegesen egy vonalba. Így rövid koaxiális kábellel összeköthetők. (Az N-313 gyári kivitelében amatőrök számára megfelelőnek elképzelt, semmivel sem kompatibilis koaxiális csatlakozók voltak felszerelve – ezeket BNC csatlakozókra cseréltük



**Környezettudatos
előfizetőké a jövő!**



A »digitális RÁDIÓTECHNIKA« kedvező olvasói fogadtatásán felbuzdulva, követve korunk környezettudatos szellemiségét, a Szerkesztőség és a Kiadó a 2013-as esztendőre az

»Előfizetőknek nyomjuk a lapot!«



mottó jegyében készül.

Ez azt jelenti, hogy utcai terjesztésre csökkentett példányszámban adjuk majd át a lapot. Ha biztosan hozzá szeretne jutni kedvenc RÁDIÓTECHNIKÁ-jához, akkor kérjük, mihamarabb **legyen az ELŐFIZETŐNK!** Így nemcsak biztosan hozzájut a laphoz, de jelentős kedvezményben is részülhet:

**vagy a legújabb RT évkönyvet fél áron,
vagy két ingyenes
lapszámot biztosítunk Önnek.**

hambazar@radiovilag.hu • (+36 1) 239-4932/32 v. 239-4933/32

www.radiovilag.hu • 1374 Bp., Pf. 603



**Csatlakozzon
időben!**



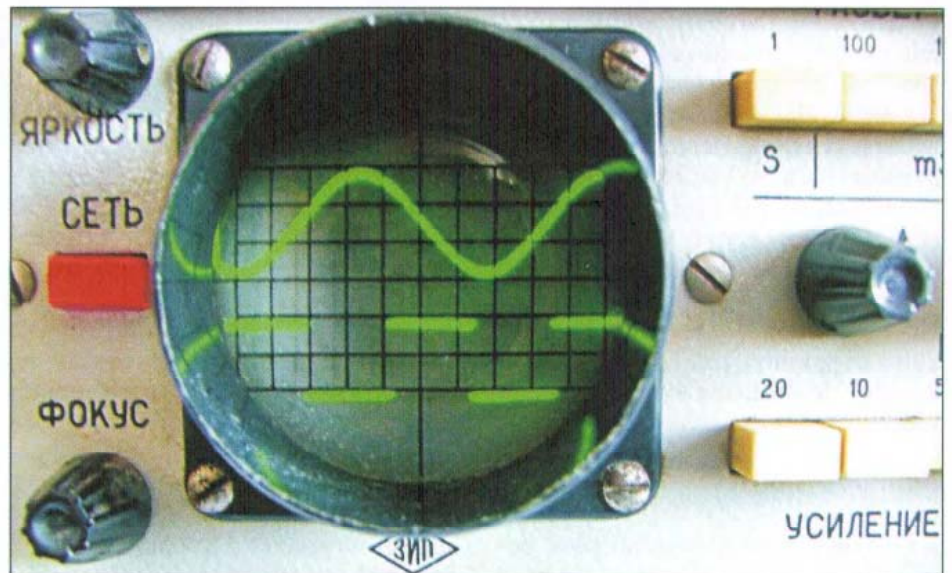
négyszögátvitelt 100 mV kapcsolóállásban a C2, 1 V állásban a C6, 10 V állásban a C10, 100 V állásban pedig a C14 trimmer-kondenzátorral állítsuk be. Ezután a generátor jelét az előbb már beállított 1:10 mérőfejen keresztül vezetve az elektronkapcsoló csatorna bemenetére, 100 mV kapcsolóállásban a C1, 1 V állásban a C5, 10 V állásban a C9 és 100 V állásban a C13 trimmerrel állítsuk be a négyszögjel helyes átvitelét. Ezeket a beállításokat (és a leosztás ellenőrzését) mindkét csatornán végezzük el!

A következő lépésben az IC1-gyel és az IC2-vel működő fokozatok működését vizsgáljuk. (IC-s fokozat mérését mindig célszerű a pozitív és a negatív tápfeszültség meglétének ellenőrzésével kezdeni.) Korábban, a bemenetre 0 V feszültséget kapcsolva, R5 (R18) trimmerellenállás csúszkáján már beállítottuk a szintén 0 V feszültséget. Kapcsoljunk a csatorna bemenetre pl. a bemeneti osztó „10 mV” „×1” állásában 20 mV amplitúdójú, 1 kHz-es szinuszelet. A műveleti erősítő kimenetén (a csatornához tartozó NORM/INV kapcsoló állásától függően a bemenő jelhez képest fázist fordítva, ill. azonos fázisban a kb. négyszeres erősítésnek megfelelően 80 mV körüli amplitúdójú jelnek kell megjeleníteni. A T3/T4 (T7/T8) szinttoló fokozatok CH I. (CH II.) POS trimmerének középállásában a csúszkán ugyanilyen amplitúdójú jelet mérhetünk, kb. -3V egyenfeszültségre szuperponálva. Végezzük el a mérést az elektronkapcsoló mindkét csatornáján!

Mérjük meg a jelet a TRIG OUT kimeneten. Ha a kapcsolóval a mért csatornát választjuk ki, IC3 kb. 47-szeres erősítésére tekintettel (0 V DC szinten) kb. 3,7 V amplitúdójú (és IC1/IC2 kimenő jeléhez képest 180 fokkal eltérő fázisú) jelet találunk.

Az IC4 beállítását a D6 és D7 diódákon eső feszültség ellenőrzésével kezdjük. Kapcsoljuk ezután az üzemmód választó kapcsolót CH I. állásba (és a bemenő jelet adjuk CH I. bemenetre). Állítsuk be a P1 csúszkáját úgy, hogy a CH I. csatorna választáskor az E tranzisztor emitterfeszültsége (IC4/2) megegyezzen a D7 anódján mérhető feszültséggel. (Ilyenkor az R41-en nem folyik áram.)

Mérjük a feszültséget IC4/9 kivezetésén. R38 értékének megválasztásával állítsuk be, hogy az itt megjelenő szinuszelet amplitúdója 100 mV legyen, R44-gyel pedig állítsuk be, hogy ez a



17. ábra

szinuszelet 10 ... 11 V egyenfeszültségre szuperponálódjon.

Az Y OUT jelkimeneten ugyanez a szinuszelet (a T9/T10-zel működő szinttoló áramkörnek köszönhetően) már 0 V egyenfeszültségen kell, hogy megjelenjen. Ennek beállítását az R33 trimmerellenállással végezzük el.

A CH II. üzemmódot választva, állítsuk be P2 csúszkáját úgy, hogy a D tranzisztor emitterfeszültsége (IC4/3) egyezzen meg D6 anódjának feszültségével. (Ekkor az R39-en nem folyik áram.)

Ha CH II. bemenetre nincs jel kapcsolva, akkor az IC4/9 kivezetésén az előbb beállított hasonló egyenfeszültséget mérhetünk. Ha a mérőjelet a CH II. bemenetre kapcsoljuk, erre 100 mV amplitúdójú szinuszos feszültségre szuperponálódik.

Az, hogy kivezérlés nélkül az R39-en, ill. az R41-en ne folyjon áram azért szükséges, hogy ilyenkor ADD üzemmódba kapcsolva a D és az E tranzisztorok emitterfeszültsége (és így a munkaponti árama) ne változzon meg az IC4/9 kivezetésén, így az Y OUT kimeneten a munkaponti feszültség változatlan maradjon.

Azaz, ha mindkét csatorna bemenete földelve van, és függőleges pozíciószabályozó potenciométerek úgy vannak beállítva, hogy az elektronkapcsoló kimenetére kapcsolt oszcilloszkópon az adott csatornához tartozó sugár a középvonalon legyen, ott maradjon akkor is, ha az ADD üzemmódot kapcsoljuk be. A cél az, hogy ebben az állapotban a P1 és a P2 potenciométerekkel a sugarak felfelé és lefelé is kb. azonos mértékben legyenek eltolhatók. Ez a szim-

metria szükség esetén az R12, ill. az R25 ellenállások változtatásával állítható be.

Ha ADD üzemmódban a mérőjelet mindkét csatornabemenetre ráadjuk, az osztók azonosan vannak beállítva, és egyik csatorna jele sincs invertálva, IC4/9 kimenetén csak a munkaponti egyenfeszültség jelenik meg, hiszen a D és az E tranzisztorok differenciálerősítőként működnek, és ilyenkor bázisukra azonos feszültség kerül. (Mint korábban már megjegyeztük, az ADD üzemmód elektronkapcsolónknál alapesetben nem összegzi, hanem kivonja egymásból a csatornák jeleit!)

Ha azonban valamelyik csatorna NORM/INV kapcsolóját átváltjuk, a két csatorna jele a kimeneten összegződik; ha a mérőjel egy-egy csatorna kapcsolásakor IC4/9 kimenetén (vagy az Y OUT kimeneten) 100 mV amplitúdójú szinuszelet hozott létre, akkor most 200 mV amplitúdójú feszültségnek kell ott megjelennie. Az ehhez szükséges erősítést az R43 trimmer-potenciométerrel állíthatjuk be.

Ezek után nem marad más hátra, mint a T11/T12-vel megépített astabil multivibrátor működésének ellenőrzése. CHOP B állásban a C8, ill. a C9 időzítő kondenzátorokkal a C10, ill. a C11 kondenzátorok kapcsolódnak párhuzamosan, így az előállított négyszögjel frekvenciája nagyságrendekkel csökken. Nagyobb frekvenciás jelek ebben a kapcsolóállásban jeleníthetők meg a képernyőn zavarmentesen.

Az I. csatornára szinuszeletet, a II. csatornára négyszögjelet kapcsolva, a CHOPPED üzemmódú ernyőképet a 17. ábrán láthatjuk.



1. kép

ra feszültséget kapcsolunk. Az áramkör záródása a meghajtó generátor felé a földelésen keresztül történik akkor, ha a lábasjóság testének ellenállásával biztosítja az áramutat (azaz hozzáér a huzalhoz). Alapkövetelmény, hogy a karámba vezetett áram nem lehet állandóan jelen, és energiája sem érheti el az életet veszélyeztető szintet sem emberi, sem állati érintés esetén. A jelentkező fiziológiai fájdalom vagy diszkomfort-érzés érintéskor ismétlődő „élménye” tartja az állatot a kijelölt területek között.

A betáplált „rázófeszültségnek” elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy az állatok bőrének (szőrének) nagy ellenállását áttörje és a rajtuk folyó áram enyhe fájdalomként jelentkezzen. Ez az a jellemző viszont, ami a legtöbb kérdést veti fel a fejlesztők, kutatók körében annak okán, hogy nincs publikált matematikai modellje az optimális teljesítésnek. Így a tervezők általában empirikus úton közelítik az egyes fejlesztési eredményeket. Azonfelül az elektromos kerítés elrendezése (topológiája), amely a rendszer alapvető része, szintén nem optimalizálható modellek nélkül.

Az egész problémakörnek eredménye az, hogy a villanypástor-rendszerek általában túlméretezettek mind impulzusamplitúdó (nagyfeszültség), mind impulzustartam tekintetében túllépve a hatályos biztonsági szabályokat is (IEC 60335-1 és IEC 60335-2-76).

A megnövelt teljesítmény már veszélynek teheti ki a karámmal kontaktusba kerülő embert, állatot. Nemzetközi biztonsági szabályok 5 J (Joule) energiában maximálták a villanypástorok kimeneti energiáját (ld. később). Az EU – igazodva a nemzetközi jogharmonizációhoz – 2006-ban új szabványt vezetett be (EN 60335) a villanypástorokkal megvalósított területvédelem létesítésére. Ennek értelmében a szabvány legfeljebb 60 impulzus/min ütemezéssel, legfeljebb 6 J energiát adó készüléket enged forgalomba helyezni. Az impulzusszélesség max. 10 ms-os értéke mellett a kimenőfeszültség 2...10 kV lehet. Csupán érzékeltetés-ként: egy 2 J energiájú berendezés egy gyapjas birkát érintéskor simán térdre vág. Akkor mire számíthatunk a hozzáférhető (mert ma már semmi sem probléma) – ugyan nem szabványos – 18...70 J (!) leadására képes berendezéseknél? Iszonyatos – és életveszélyes – energiákról van szó, melyek hatásait felbecsülni is nehéz. Nyilván az elérendő eredmény érdekében a betáplált energiának összefüggésben kell lennie a kerítés hosszal, és pl. egy ausztrál több száz kilométeres legelőt bizony energiával kell ellátni, de ki törődik ekkor a veszélyekkel?

A betáplált energia mennyisége – azonos hatás kiváltásához – függ a talaj minőségétől is. A száraz, nyári talaj több energiát igényel, mint az őszi nedves környezet. Ökölszabályként el-

mondhatjuk: jó feltételek mellett (új kerítés, jó minőségű szigetelők, vegetáció nélküli nyomvonal stb.) minden 0,1 J kimenőenergia 1000 m-nyi kerítést táplálhat. Rossz kondíciók mellett (előregedett kerítés, rossz minőségű szigetelők, vezetők, dús vegetáció, rossz időjárás stb.) ugyanez 100 m-re csökken. Ezt a tényezőt figyelembe véve azt szokták javasolni, hogy olyan „erősségű” villanypástorot válasszunk, hogy a jó állapotú kerítésünk tízszeresét legyen képes energetizálni. Ebben az értelemben a kerítésünk fizikai hossza számít, a vezetősálak számát (ld. később) figyelmen kívül hagyhatjuk. Okfejtésünket megnézve lehet, hogy a 70 J szükséges is lehet igen nagy területek „lefedésére”, de ezt nem egyetlen berendezéssel (1. kép, egy 70 J energiájú gépről) kell(ene) megoldani.

1.2. Az elektromos kerítések technológiai evolúciója

A villanypástorok első generációjának megjelenése az 1930-as évek tájkára tehető. Ezek a berendezések folyamatos alacsony energiaszintű nagyfeszültséggel táplálták a kerítést. Meghatározó alkatrészük egy nagyfeszültségű és nagy belsőellenállású transzformátor volt, biztosítandó a limitált kimeneti áramot. Azonban rossz környezeti feltételek mellett (ld. fent) a kerítés szivárgó árama sokszorta nagyobb volt, mint a betáplált és – az előbbi megfontolások okán – limitált áram. Ennek az lett a következménye, hogy a kerítés feszültsége az előbb említett kondíciók mellett már kevés volt ahhoz, hogy „áttörje” az állatok relatíve magas bőrellenállását, előidézendő a szükséges „elektromos sokkot.”

A fejlesztés ezek után az ismétlődő (impulzusos) nagyfeszültséggel dolgozó villanypástorok irányába mozdult el. Ha a kimeneti impulzus időtartamát nagyon rövidre választjuk, akkor nagy impulzusáramot lehet a kerítésbe táplálni, miközben az egész rendszer effektív (RMS) energia értéke a biztonságos érték alatt marad. Az így alkotott berendezést nagyfeszültségű pulzáló tápegységnek nevezi a szakirodalom. Az angol rövidítése HVPPS = High Voltage Pulsed Power Supply.) Az előbbi betűszós rövidítést a továbbiakban mi is használjuk, mert nem ismerünk rá megfelelő, rövid magyar terminológiát.

Ezek az új megjelenésű villanypástorok energiátárolásra reaktív (ka-

A villanypásztor – rendszerek, készülékek

Nagymáté Csaba villamosmérnök, nmtecsaba@gmail.com

Egy olyan témakör amatőrépítésű feldolgozását bocsátjuk útjára az alábbiakban, amelyet – ha hallomásból is – mindenki ismerni vél. Valóban az egyszerűbb kivitelű, ilyen névvel illetett kis berendezések nem adnak leküzdhetetlen építési akadályt még a kezdő áramkörépítőknek sem. Ennek ellenére van néhány sajátosságuk, amelyeket a szakmai korrektség, no meg a biztonságunk miatt figyelembe kell vennünk, azaz megéri a téma a részletesebb tárgyalást.

Miről is van szó? A Mezőgazdasági Biztonsági Szabályzat kiadásáról szóló 16/2001(III.3) FVM rendelet 8.1 § „Fogalom meghatározások” fejezetében a következő olvasható (8.1.65): „Villamos kerítés (villamos karám, villanypásztor) fémhuzalból készült kerítés, amelyben villamos áram kering. A háziállatok tartózkodási helyének (karám) körülkerítésére szolgál.” Mi műszakiak, lehet, hogy mosolygunk a definíció puritán megfogalmazásán, de azért azt éreznünk kell, hogy a jogalkotó „villamos áram kering” – amúgy igaznak tűnő – megfogalmazása több oldalról is elmélyültebb magyarázatra szorul.

A villanypásztorok alkalmazásának több – mezőgazdasági szempontból – előnyös hatása van, mint pl. a taposási kár csökkentése szakaszos legeltetésnél időszakos növényi kultúrákhoz, tervezett legelőadagolás állandó kerítésen belül stb. Jelen közleményünkben olyan házilagosan kivitelezhető berendezéseket mutatunk be, melyek alkalmazásával a ház körüli kultúrákban (pl. virágoskertben) óhatatlanul kárt tevő háziállataink (kutya, macska, kecske stb.) mozgásterét határolhatjuk be. Ennek értelmében nem versenyzünk a szántóföldi területek több tíz kilométer (vannak földrészek, ahol több 100 km) hosszúságát „védő” villanypásztorok teljesítményével és speciális szolgáltatásaival, bár – mint azt majd látjuk – elektromos rendszertechnikája mindkét kategóriának azonos.

Hazai viszonylatban az állami gazdaságoknak és termelő szövetkezeteknek a múlt század közepe táján nyílt először lehetőségük a taposási kárt

csökkentő szakaszos legeltetéshez könnyen telepíthető villanypásztorok alkalmazására. A gödöllői Magyar Agrártudományi Egyetemen (ma a Szent István Egyetem Mezőgazdasági Gépezsmérnöki kara) a Gépgyártás és Javítástechnológiai Tanszék feladata az anyagtudományok, a gépgyártás megmunkáló gépei és technológiai eljárásainak fejlesztése, kutatása és oktatása volt. A tanszék élén először Beer György állt, s az ő nevéhez fűződik – több más mellett – az 1953-ban kifejlesztett első hazai villanypásztor tervezése és sorozatgyártása (ami akkor egy 12 db-os szériát jelentett). A teljes berendezés a készüléken kívül nagyszámú, szigetelőkkkel ellátott karókból, kapuszervezetekből és a telepítést megkönnyítő csévélő orsókból állt. Mivel ezek üzemviteléhez magyar szabvány nem létezett, a tanszék a szabvány létrehozásában is közreműködött. Arról sajnos nincs tudomásunk, hogy elvében mechanikai, vagy már elektromos működtetésű volt-e a szerkezet. Mi természetesen elektronikával oldjuk meg a feladatot, s mint ilyen, a rendszertechnikánk szerves folytatása a 2011-es évkönyvünk *Ionizátorok* témakörének ([1]).

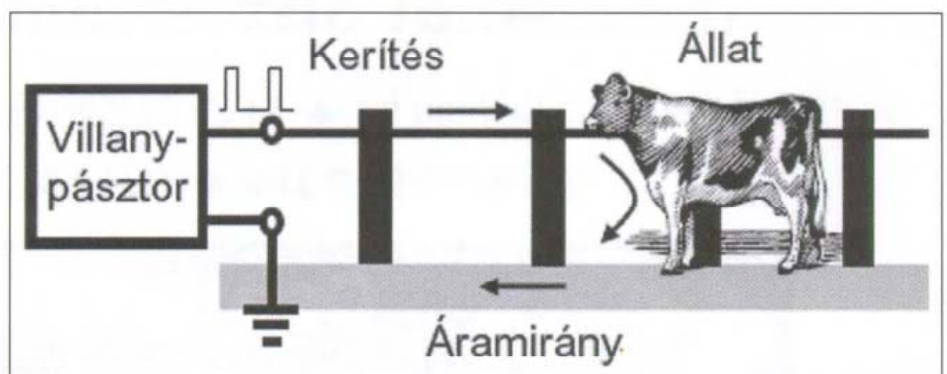
Akkori cikkünk befejező gondolatában ígéretet is tettünk a nagyfeszültségű technika ilyen irányultságú feldolgozására. Ezek után nem véletlen, hogy néhány helyen hivatkozni fogunk ezen korábbi közleményünkre. Mostani írásunkban tehát röviden ismertetjük a villanypásztorok rendszertechnikáját, telepítési körülményeit, majd néhány megvalósított áramkörü példát muta-

tunk kezdő és haladó áramkörépítőknek, vagy csak egyszerű érdeklődők számára, kedvére. Saját berendezés igényes elkészítése az alkotás örömen túl további nem elhanyagolható előnnyel is rendelkezhet. Ennek illusztrálására álljon itt egy uniós állambeli áramkörépítő szabadfordítású meglátása: „... Az ő profi (vásárolt) készüléke két éven belül tönkrement, híven az ismert mottóhoz: ami sok ideig eltart, az nem hoz pénzt (ti. a gyártónak). (Was lange hält, bringt uns kein Geld)”. Egy jobb berendezés ára 250-600 € között van, s talán néhány hónappal tovább működik. Néhány angol forrás szintén kereskedelmi termékek esetén 2-3 hónapos működési időről számolt be. Lehet, hogy saját előállítással legalább ilyen minőséget mi is tudunk garantálni?!

1. Bevezetés az elektromos kerítés technológiájába

1.1. A villanypásztor hatásmechanizmusa

Mint azt a bevezetőben láttuk és általánosan is elmondható, a villanypásztor-technológia a múlt század közepe táján alakította ki gyökereit és vált hasznos segítőtársává a mezőgazdálkodásnak. Összehasonlítva az ezt megelőző mechanikai kerítésrendszerekkel, a villanypásztorok megbízhatóbbak, költségkímélők, nincs nagy szerkezeti szilárdsági igényük és a legkevesebb karbantartást igénylik. Hatásmechanizmusuk értelmezését az **1. ábrán** láthatjuk. Az adott távolságra (ld. később) telepített cölöpökön kifeszített vezető huzal-



1. ábra

költséghatékonysága és kezelhető méretei miatt.

Szólnunk kell a kapcsolásokban felhasznált alkatrészek szélsőséges viszonyoknak való megfeleléséről: ezek pedig a nagy impulzusfeszültség- és áramtranziensek, amelyek a teljesítménnyel táplált vonalon lépnek fel. Ebben az esetben az aluláteresztő szűrő és az impulzustrafó némileg segít megvédeni az elektronikai alkatrészeket, ennél fogva növeli a rendszer megbízhatóságát.

Jóllehet, hogy a fenti kapcsolási elrendezés széles körben alkalmazott megoldás, azonban ez a topológia (is) rendelkezik néhány hátrányos tulajdonsággal. Így pl. a feszültségnövelő transzformátor tetemes primer oldali áramot vehet fel, ami nagy energiabevétel esetén akár kiloamper nagyságrendű is lehet. A nagy primer áram pedig megnöveli a vezetési veszteséget, számottevően rontva a rendszer hatásfokát. Ráadásul a szórt inuktivitással összefüggő veszteség is megnő a trafó tekercsein folyó nagy áram következtében.

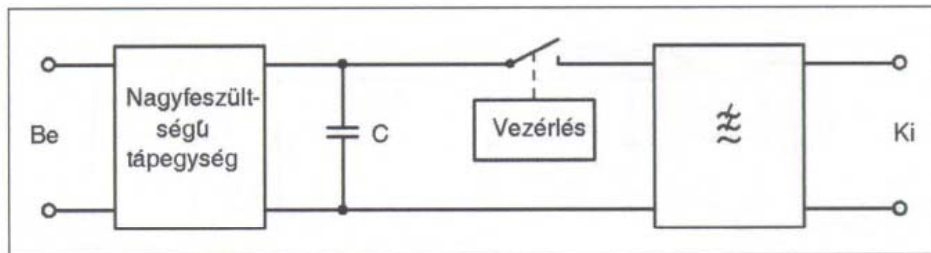
A kimeneti nagy áttételű impulzustrafó használatának másik hátránya a terhelési visszahatás a meghajtó áramkör felé. Egy erősen terhelte kerítés esetén a reflektálódó terhelés néhány ohm nagyságrendjében van, ezért a primer oldali eszközök soros ellenállása által okozott csillapítás jelentős lehet. A szűrő pedig köráramokat generál(hat) még kis kimeneti terhelés esetén is, ami tovább csökkenti a villanypásztor hatásfokát.

2. A HVPPS rendszerekről

A címbeli tulajdonságú áramkörök az alkalmazott műszaki tudomány széles spektrumában megtalálhatók. Ebben beleértjük az ipari alkalmazásokat, (mint pl. az élelmiszer „feldolgozást”, a villanypásztorokat) az egészségügyi berendezéseket (pl. röntgengépek, defibrillátorok), a katonai alkalmazásokat (radarokat) és egyéb tudományos alkalmazásokat, mint pl. a részecskegyorsítókat.

Az alábbiakban a [3] nyomán és annak értelmezésével röviden áttekintjük az energetizáló rendszerek főbb tulajdonságait, megmagyarázandó, hogy miért azokat az áramköri megoldásokat mutatjuk be a gyakorlati kivitelezés során, amiket bemutatunk.

A HVPPS generációs fejlődése alapján három nagy alrendszerrel találkozhatunk, ezek pedig:



5. ábra

- mechanikai rendszerek,
- reaktív elemeken alapuló rendszerek,
- tápvonal alapú rendszerek.

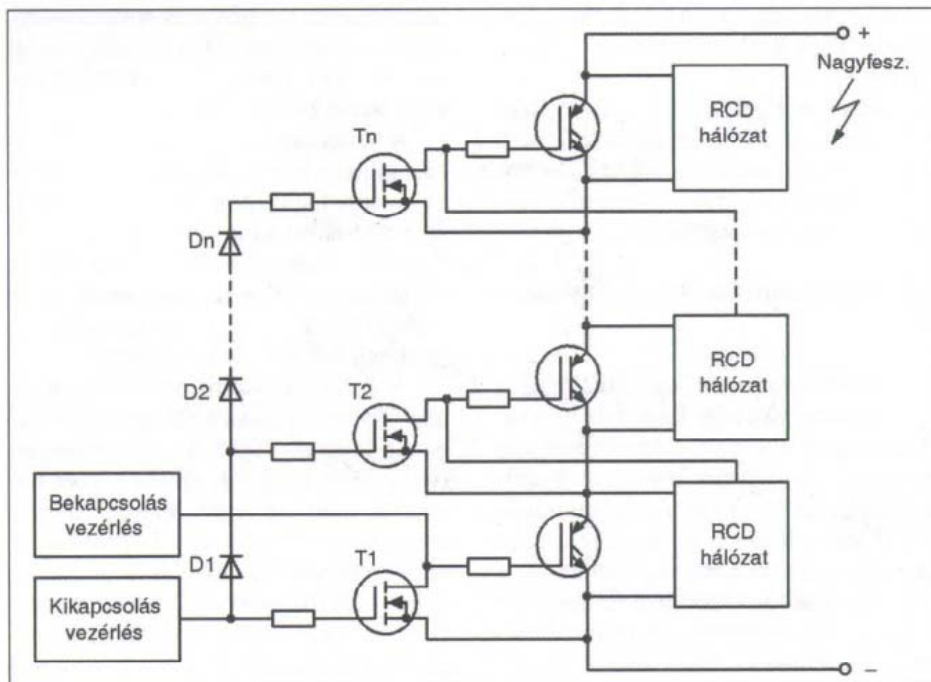
Jelen közleményünkben részleteiben a második kategóriával találkozunk, így azt mutatjuk be rendszertechnikai alapokon. A reaktív elemek alkalmazásán alapuló energetizáló megoldások közül négy változat mondható többé-kevésbé elterjedtnek:

1. közvetlen kisütésű impulzusgenerátor,
2. impulzustrafós impulzusgenerátor,
3. Marx generátoros impulzusgenerátor,
4. vektorinverziós impulzusgenerátor.

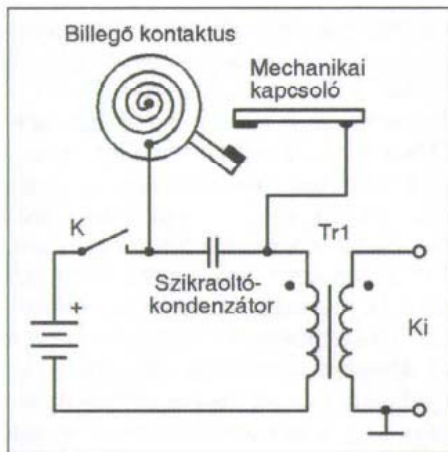
2.1. A közvetlen kisütésű impulzusgenerátor

Ez a típusú elrendezés – melynek tömbvázlatát az 5. ábrán láthatjuk – nem

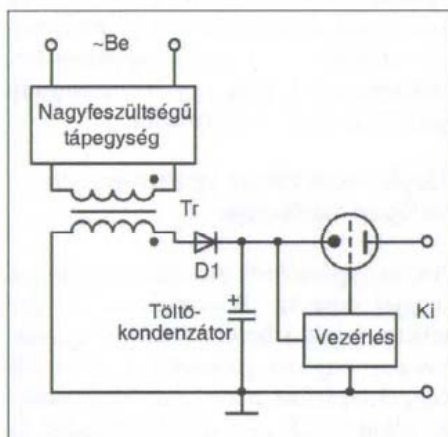
tartalmaz kimeneti transzformátort. A látszatra egyszerűnek tűnő topológia megbízható kivitelezése eléggé nehéz feladat, éppen a felhasználandó alkatrész nagy impulzusáram- és feszültség-igénybevétele miatt. Mint látjuk, a tároló kondenzátorokat olyan magas feszültségre kell feltölteni, mint a megkívánt kimeneti feszültség. Ez már önmagában kihívás 8...10 kV-on, de ezt még egy nagyfeszültségű kapcsolóegységnek szaggatnia is kell, hogy megfelelő impulzusokat kapjunk! Könnyen belátható, hogy szokványos kereskedelmi alkatrészek nem ilyen igénybevételre készültek. (Megjegyezzük, hogy a 2012-es BURABU börzén látványosan nagy választékban voltak fellelhető 25...30 kV-os kondenzátorok). Az ilyen elven működő berendezéseknél megoldás lehet az, hogy a végső kimeneti feszültséget több fokozat sorba kötésével állítjuk elő. Az áramkör komplexitását – és persze a költségeit – ez viszont jelentősen növeli, mert a kaskádkapcsolású fokozatok korrekt vezérlését is meg kell oldani.



6. ábra



2. ábra

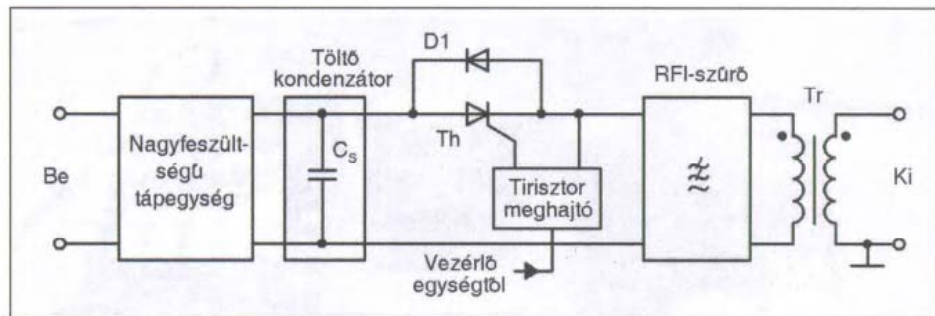


3. ábra

pacitív, induktív) elemet használnak, amelyben tárolt energiát periodikusan és rövid időtartamra a kerítéshuzalba



2. kép



4. ábra

„kisütik”. Persze, ebben a korai időszakban az ilyen fokozatok számára félvezetők még nem álltak rendelkezésre, így a feladatot mechanikai kapcsolókkal és időzítő szerkezetekkel oldották meg. Talán mondanunk sem kell, hogy – dacára az alkalmazott nagyfeszültségű és -áramú higanykapcsolók alkalmazásának (2. kép) – mekkora volt a készülék működési időtartama és megbízhatósága!

Az előbbi megoldások egy egyszerűsített elvi rajzát láthatjuk a 2. ábrán. Történtek próbálkozások elektroncsöves berendezések építésére is (pl. a 3. ábra elvi megoldása), melyeknek szintén a rövid élettartam volt a fő jellemzőjük.

Az igazi áttörést a modern félvezetők – azon belül is a nagyfeszültségű kapcsolóelemek – megjelenése hozta, és így jöttek létre a modern elektronikával dolgozó elektromos vezérlő berendezések (HVPPS-ek).

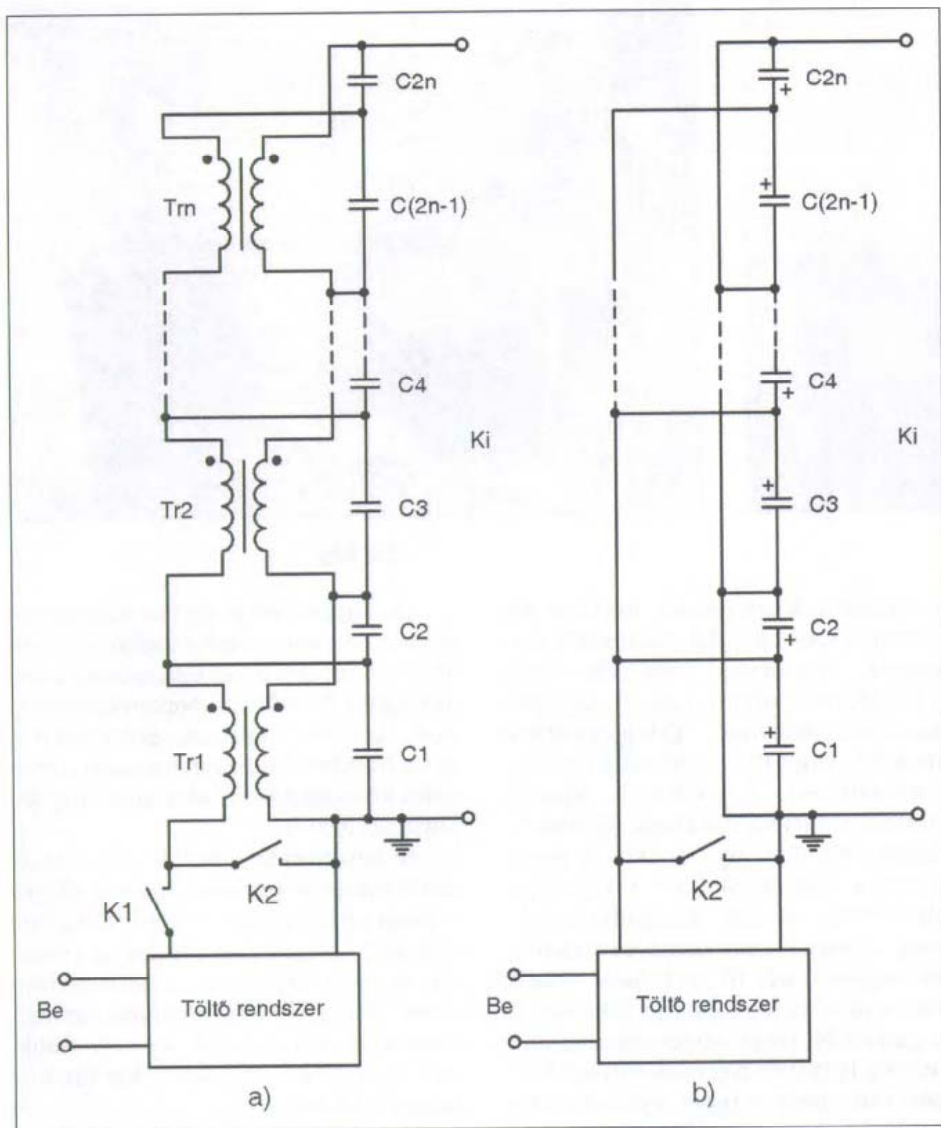
1.3. A villanypásztorok technológiai jelene

Az utóbbi nyolcvan év folyamatos technikai fejlődése eredményeképpen kialakult a villanypásztorok mai megjelenési formája. Ebben a fejezetünkben az általánosan ismert megoldásokat vizsgáljuk meg olyan szempontból, hogy azokból mit lehet hasznosítani a házilagos építés során. Így (sajnos) nem foglalkozunk a napjaink legfejlettebb kettős, vagy többszörös impulzussal dolgozó berendezéseivel („bipulsetronic”), egyrészt azok nem hozzáférhető dokumentációja, másrészt a processzorvezérlése okán.

Ettől függetlenül a modern energetizáló „lelke” az impulzustranzformátor, amely a kimenetén 8...10 kV-os impulzussorozatot produkál 0,7...1 Hz ismétlődési frekvenciával. A tárolt energiájuk a 60...70 J-t (!) is elérhetik. Általánosított elrendezésünk tömbvázlatát a 4. ábrán láthatjuk, amely alapján a rendszer működése nyomon követhető.

Minden impulzusciklus a tároló kondenzátor v. töltő kondenzátor feltöltésével kezdődik. (Sokat polemizáltunk azon, hogyan nevezzük magyarul ezt az alkatrészt. Talán a legjobb a „transzferkondenzátor” lenne, de hát ez sem igazán magyar szóösszetétel... A szerk.) Ennek akár 400...900 V-os töltő feszültségét elektronikai egység szabályozza. A tárolt energia aztán a kerítésen – mint terhelésen – kisül. A kettő közötti illesztést a Tr transzformátor biztosítja.

Az energiaátadás a Th tirisztoros impulzuskapcsoló fokozat segítségével történik, amelynek vezérlése szintén elektronikai. A passzív RFI szűrőhálózat elsődlegesen az RF interferenciazavarokat csökkenti, másrészt az impulzusjellemzőket alakítja. Az impulzus-trafóval üzemelő berendezések széles körben elterjedtek a villanypásztorgyártók körében azok egyszerűsége,



8. ábra

rezgések alapvetően a terhelő impedancia által meghatározottak, és nemigen szabályozhatók külön extra kapcsolók beépítése nélkül. A rendszer hatásfoka fejleszthető a transzformátorok csatolásának növelésével, valamint a rezonanciafrekvencia-kompenzálás alkalmazásával.

Még ha a vektor irányváltós topológia rendelkezik is néhány igazán attraktív tulajdonsággal, meg kell említenünk annak nem csekély hátrányait is. Mivelhogy az egység nem alkalmaz olyan kapcsolót, amely a kimenetet közvetlenül szabályozná, ennek a technikának alkalmazása villanypásztorok számára kevésbé biztonságos.

A kimeneti impulzus alakja és tartama teljes egészében a terhelés nagyságától és a trafók szórt induktivitásától függ, továbbá a kapcsolóáram a pulzáló állapotban kiloamper nagyságrendűvé növekedhet, mert igen nagy lehet az irányváltó áram.

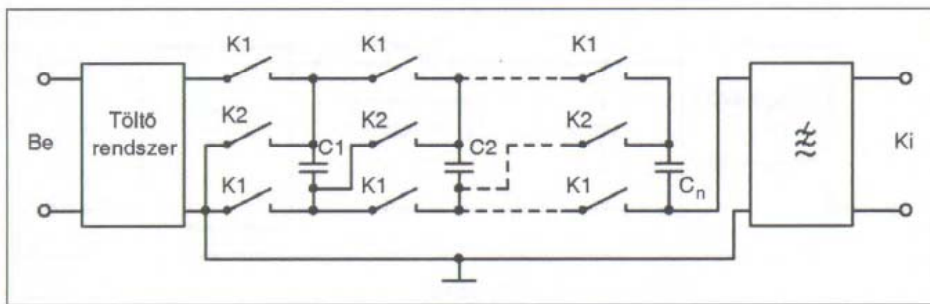
Tehát előnyök és hátrányok valamennyi változatnál. Az alábbiakban a táblázatban összefoglaljuk az általunk említett HVPPS rendszerek főbb tulajdonságait megkönnyítendő a későbbi áramköri választásunkat.

3. A villanypásztorok üzemvitele

Írásunk ezen fejezetének mondanivalóját azok is hasznosíthatják, akik nem adják áramkörépítésre fejüket, de ilyen készüléket vásárolni, telepíteni, üzemeltetni szeretnének. Lehet, hogy a bevezetőben említett készülék tönkreme-

Táblázat

	Tulajdonság	Közvetlen kisütésű	Impulzus trafós	Marx generátoros	Vektor inverziós
1.	Kimeneti imp. szélesség	szabályozható	szűrőfüggő	szabályozható	terhelésfüggő
2.	Kimeneti feszültség	korlátozottan szabályozható	korlátozottan szabályozható	szabályozható	terhelésfüggő
3.	Hatásfok	magas	alacsony	magas	alacsonyabb
4.	Megbízhatóság	alacsony	magas	közepes	magas
5.	Kiviteli komplexitás	közepes	alacsony	magas	alacsony
6.	Biztonság	alacsony	magas	közepes	alacsonyabb
7.	Alkatrész-feszültségtűrési igény	magas	alacsony	alacsony	alacsony
8.	Áramsokk az alkatrészen	alacsony	magas	alacsony	magas
9.	Kimeneti szűrő kivitele	komplex	egyszerű	komplex	egyszerű
10.	Költség	közepes	alacsony	magas	közepes
11.	Méret	kompakt	terjedelmes	kompakt	terjedelmes



7. ábra

A nagyfeszültségű kapcsoló megoldásra a 6. ábra mutat egy IGBT-s megoldási vázlatot. Ez esetben is gondoskodni kell az IGBT vezérlésekor a komplex feszültség kiegyenlítésre a meghajtó fokozatoknál (gyártási paraméter-szórás). Ez a megoldás is alkalmaz rádiófrekvenciás interferencia szűrőt (RFI-t), annak minden nyűgjével és áldásával együtt. A rendszer maximálisan tárolható energiáját az $E_{\max} = CU^2/2$ ismert összefüggéssel számíthatjuk ki.

A rendszer további hátrányaként említjük a magasabb biztonsági költségeket, a magas kondenzátorfeszültséget kísérő korona jelenséget (ld. [1]), valamint a terjedelmes méretet. Minden hátrány ellenére számos előnye miatt előfordul a gyártók palettáján. Mivel nincs szükség kimeneti transzformátorra, az impulzusok széles kitöltési tartományát tudja egyszerűen megvalósítani, s az impulzus-időtartam is könnyen szabályozható a mindenkori kimeneti terhelés függvényében. (Bár azt is láttuk, hogy az EU-ban ezek a jellemzők csak keskeny sávban „mozoghatnak”).

Végül is ilyen elven jó hatásfokú berendezések alkothatók, és a kísérő tranzien jelenségek is sokkal kisebbnek bizonyulnak a többi elvi megoldással való összehasonlításban.

2.2. Impulzustrafós impulzusgenerátor

A legszélesebb körben alkalmazott megoldásról van szó. Lényegesebb tulajdonságait a 4. ábra nyomán már bemutatottuk. A rendszer legnagyobb előnye, hogy standard kereskedelmi minősítésű alkatelemekből felépíthető, ami igen versenyképes árat is jelent ennek a típusnak. Paradox módon a fő hátránya maga az elve, nevezetesen az impulzustrafó alkalmazása. Erős töltési feltételek mellett a trafó jelentősen befolyásolhatja a kimeneti feszültséget a nagy

áttétel okán. Például egy 50 ohmos terhelés 0,5 ohmnak „látszik” a primer oldalán, ha az áttételi viszony 1:10. Így ha az összesített tekercselési ellenállás és a szűrő induktív ellenállása is 0,5 ohm, akkor a kimeneti feszültség megfelelődik. Ráadásul ilyen feltételek mellett a kimeneti trafó szórt induktivitása további kimeneti feszültségcsökkenéshez adhat okot. Ezen megfontolásokkal az elrendezéssel kb. 75%-os hatásfok érhető el.

2.3. Marx generátor típusú berendezés

Bizonyos E. Marx 1924-ben olyan teljesítményimpulzus-generátort tervezett, amely kapcsoló mátrixot használt arra a célra, hogy egy alacsony feszültségből nagyfeszültségű impulzusokat állítson elő induktív reaktív elemek (mert ki szereti azokat?) felhasználása nélkül. Mivel a kapcsoló fokozatok száma tetszőlegesen növelhető, az alkalmazott félvezető és egyéb eszközök feszültségűrési igénye is sokkal szerényebb, összehasonlítva a többi módszerével. (Pl. nem igényel nagyfeszültségű tárolókondenzátort.)

Az elrendezés tömbvázlatát a 7. ábrán láthatjuk. A jelölt kapcsolók aktív és passzív kapcsolók. A tároló kondenzátorok párhuzamosan kapcsolva töltődnek és soros elrendezésben sülnak ki. Töltéskor tehát K1 kapcsolók zárva – ekkor töltik a C1-Cn kondenzátort –, mialatt a K2-k nyitva maradnak.

A K2-k zárásakor a K1-eket nyitjuk, mikor is a kondenzátorok feszültségének soros eredője adja a kimeneti impulzus amplitúdóját, amely n-szer nagyobb, mint az egyes kondenzátorok kezdeti feszültsége. Így hozható létre nagy kimeneti feszültségű impulzus az egyes alkatemek jelentős „stresszelése” nélkül. Az elrendezés legnagyobb tökéletlensége a megvalósításának meglehetősen komplexitása és persze a költsége.

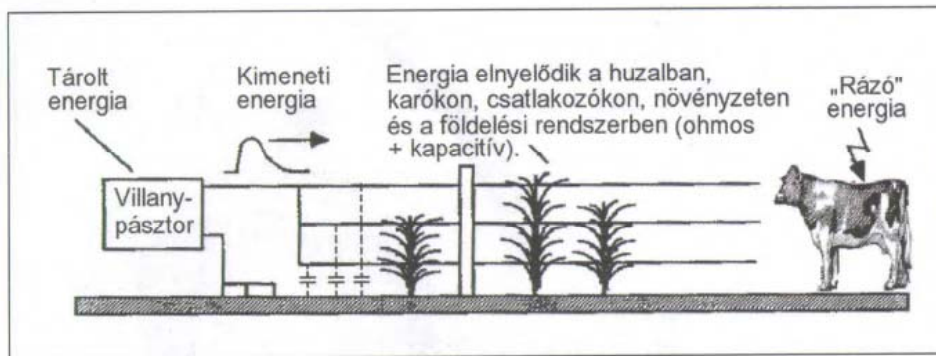
(A szerkesztő megjegyzése: az elv nagyon hasonlít Jedlik Anyos egykori feszültségsokszorozó készülékéhez, a csöves villámfeszítőhöz. Ez a berendezés egy szellemes kapcsolórendszeren át „influenziagéppel” feltöltött 8 db, párhuzamosan kapcsolt leydeni palackot - azaz korabeli kondenzátort -, majd azokat a kapcsolórendszer átváltásával sorba kötötte. Ezzel 60 cm-nél is hosszabb szikrát tudott előállítani.)

24. Vektorinverziós generátor

Az inverz vektoros (talán magyarul irányváltósnak hevezhetnénk?) topológia némileg hasonlatos a Marx-konceptióhoz. Az elv szoros csatolású transzformátorokat használ kapcsolók helyett a tároló kapacitások soros-párhuzamos elrendezésének megvalósítására, így hozva létre a nagyfeszültségű kimeneti impulzusokat. Azonban ennek eléréséhez egyetlen teljesítménykapcsoló is elegendő, így a technikája népszerűnek mondható annak ellenére, hogy elvéből adódóan tetemes méretekkel rendelkezik. A 8.a ábra tömbvázlata egy 2n fokozatú vektor inverziós generátort mutat, ahol n a szoros csatolású transzformátorok száma. Amikor K1 kapcsoló zárva van – miközben K2 nyitott – a töltő rendszer tölti az ekkor párhuzamos kapcsolású C1-Cn energiatároló kondenzátorokat a megkívánt feszültségig, a trafók induktivitásain keresztül. A töltési fázis alatt a transzformátor induktivitása közel rövidzárként viselkedik, amikor az állandósult állapot bekövetkezik.

Az eredmény a kapcsolási elrendezés tekintetében most a 8.b ábra szerint alakul. Ez az elrendezés biztosítja, hogy a páratlan számú kondenzátorok ellentétes polaritással töltődnek a páros számúakhoz képest. Ennélfogva a kimeneti terhelésen megjelenő eredő feszültség zérus. Ebből úgy lesz impulzus a kimeneten, hogy az irányváltó K2 kapcsolót zárjuk (mialatt K1-et nyitva hagyjuk), aminek az lesz a következménye, hogy a páratlan számú kondenzátorokon a feszültség invertálódik. Ennek következtében a tároló kondenzátor és a trafók szórt induktivitása rezonáns kört alkot, az eredmény pedig egy nagyfeszültségű impulzus a kimeneten. Ennek nagysága ideális esetben a egyes kondenzátorok feszültségének 2n-szerese.

A valóságban persze ez az amplitúdó kisebb, a veszteségek és a magasabb rendű rezonanciák miatt. A keletkező



10. ábra

el. Ezt a tényt a készülékgyártók is tudják. A vonatkozó katalógusadat a hatásos kerítéstávolság (adott energia mellett), amely rendszerint három számértéket tartalmaz. Például a *Lacme Secur 1800 Bipulse* készülék 2 J energiáját 16/4/2 km távolságra ajánlja, amely alacsony, közepes és dús aljnövényzet esetére értendő. Ugyanez az érték sor pl. 6 J-ra 55/10/5 km-re adódik. Van egyébként a rendszernek egy önszabályozó mechanizmusa is. A növényekkel érintkező vezetősál elszáritja azt (igaz a rendszerhatásfok rovására), így a gyomnövényzet relatíve állandó magasságú marad, ha egyébként műveléssel nem gondozzuk a karám nyomvonalát. Köszönhetően a betáplált energia szabályozottságának és kis volumenének, az elektromos kerítés az elszáradt gyomnövényzetet nem gyújtja meg, azaz nem tűzveszélyes. Persze minden a betáplált energiától függ, ha valaki a biztonságos – és szabványokban rögzített – értéket jelentősen túllépi akkor ugye...

4. A villanypásztorok főbb műszaki paraméterei

Mint azt az előzőekben láttuk, villanypásztorok meglehetősen régóta léteznek (mező)gazdasági környezetünkben. Technológiájuk kifejlett, gyártmányok széles választéka található meg a piacokon. Azt hihetnénk, hogy könnyű dolgunk van, ha – a vásárlást megkönnyítendő – össze akarjuk hasonlítani a különböző típusokat. Sajnos nem így áll a helyzet, s ez a tény sok leendő vásárlónak okoz gondot. Az egyes szakkifejezések, egységek, amelyekkel a gyártók jellemzik termékeiket, eltérőek lehetnek és értelmezésük is nehézkes. Csak példaként említenénk: tárolt energia, kimeneti energia, kimeneti csúcsergia, kimeneti feszültség a terhelésen, a kerítés maximális hossza, a huzal hossza stb.

A „kerítés hossza” értelmezésére bemutattunk egy – az ebben a technikában sokat emlegetett – ökölszabályt: 1 J tárolt energia kb. 10 km-nyi kerítést táplálhat. Ez természetesen a dolgok abszolút leegyszerűsítése, amely pl. figyelmen kívül hagyja az impulzusalakokat, a terhelési görbét stb. Ezért aképpen pontosíthatnánk, hogy ez a szabály kb. 50 km felett már nem működik. Problémánk szemléltetésére egy autós hasonlattal élünk. Általánosan elmondhatjuk, hogy egy nagyobb (teljesítményű) motorral gyorsabban jutunk el A-ból B-be. Ezek után egyesek simán összetéveszthetik a teherautót a sportkocsival. Ha valaki autót vásárol, nem csak a motor teljesítményét kell megnéznie. Nos az alábbiakban néhány főbb villanypásztor-jellemzőt próbálunk meg értelmezni.

– *A kerítést „működtető” berendezés* egy része a villanypásztornak, bár általában azt értjük a „villanypásztor” fogalma alatt. A valóságban energetizáló egységnek, töltő egységnek hívja a szakirodalom. Tartalmi részéről az előzőekben már szó esett, és a továbbiakban részletesen taglaljuk a különböző áramköri elveket.

– *Tárolt energia.* Ennek a jellemzőnek a megadása viszonylag egyszerű, ha olyan berendezésünk van, amely energiátárolásra kondenzátort használ. (Ez az általánosan elterjedt.) A tárolt energia tehát a kondenzátor kisütése előtti pillanatban összességében tárolt energiája. Amennyiben ismerjük a kondenzátor töltöttségét (feszültségét), akkor a 2.1. pontban már megismert formulával megadható a tárolt energia. Más – és sokkal bonyolultabb – a helyzet akkor, ha energiátárolóként *csakán inductivitást* használunk, pl. impulzus-trafó formájában. Sok amatőr építésű berendezés – és erre mi is mutatunk példát – készül így, teljesen bizonytalan energetizáló tulajdonsággal. Emlékezzünk: $E = P \cdot t$, ahol a P-t alkotó feszült-

ség- és áramértékek az impulzus ideje alatt folyamatosan változnak, ráadásul korántsem periodikusán. Ennél fogva csak bonyolult integrálszámítással, s akkor is csak közelítően határozható meg a tárolt energia. Az ilyen berendezések kivitelezése viszont egyszerű és olcsó, ami az amatőrzsebnek nem mindegy.

A tárolt energiát, mint a villanypásztorok egyedüli „mérőszámát” használni ezért nem túl elegáns. Mert pl. lehetséges nagy tárolt energiát előállítani egészen kis (értékű) kondenzátor alkalmazásával, melyet extrém nagy feszültségre töltünk fel (négyzetes összefüggés). Tovább takarékoskodhatunk az anyaggal, ha a határig „könnyűre méretezett” kimeneti trafót használunk a gyártók. Tehát van nagy tárolt energiánk, de a megbízhatóság, a hatásfok, a disszipáció hol van ekkor? (No, nem is publikálják a „no name” készülékhez...)

– *Kimeneti energia.* Azon elektromos energia mennyisége, amely az adott terhelésre jut impulzusonként. Számítása az előzőek okán:

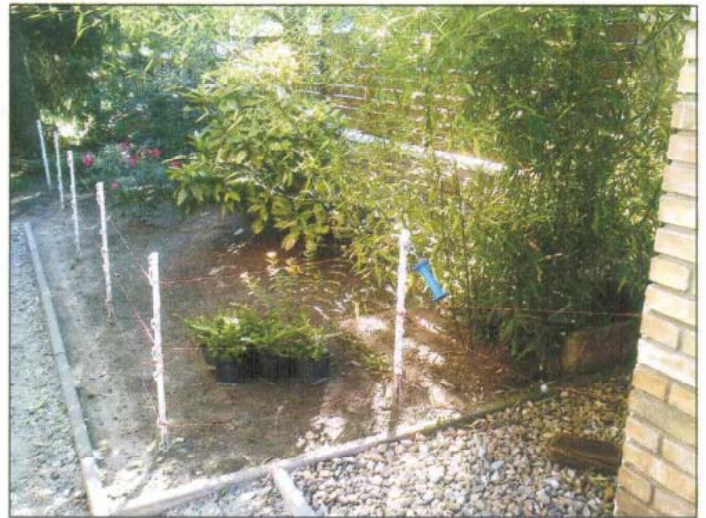
$$E = \int_0^T U(t)^2 / R dt;$$

ahol T az impulzusszélesség, U a feszültség lefolyása, R a terhelő ellenállás. Ebből viszont az következik, hogy az az ismertető, amely kimeneti energiáról beszél terhelés megadása nélkül, nem mond semmit. Megjegyezzük, hogy a biztonsági terhelési határ 500 ohm; tipikusan erre vonatkoztatják (vagy kellene vonatkoztatni) a paramétereket. Ráadásul ennél a jellemzőnél is lehetséges létrehozni nagy kimeneti energiájú berendezést gyalázatosan kinéző impulzusalakokkal, amely a parazita belengések legfőbb okozója, s mint ilyen, a kimeneti energiát akár 30%-kal módosíthatja. Így, ha ez a jellemző az összehasonlítási alapunk különböző készülékek között, akkor meg kell fontolni, hogy milyen terhelési formák adottak, és vajon a kimeneti energia tisztán hasznos-e. Ez pedig eléggé nehéz a gyakorlatban.

– *A kerítés (táplált) hossza.* Ez egy elméleti maximális kerítés- vagy huzal-hossz, amelyet egy adott berendezés (hasznosan) tud energetizálni. Megjegyezzük, hogy nem szokták megadni – pedig jó volna tudni –, hogy a specifikált kerítéshossz végén milyen alacsony a feszültség. Néhány gyártó



3.a kép



3.b kép

netelek a üzemviteli szabályok be nem tartásából is eredhetnek. Először az erdő-mező és vadgazdálkodásban alkalmazott kerítésrendszereket tekintjük át a [2] anyagának általánosításával.

Az említett alkalmazási területeken két fő kerítéstípus használatos: a mechanikai védelmű és az elektromos védelmű. Már az első kategóriát is hosszasan kellene tárgyalni, de szakirányunknak megfelelően most az utóbbival foglalkozunk, azt is csupán a lényegét érintően. Az elektromos védelmű kerítések is két fő csoportba oszthatók: állandó helyen telepített, ill. és hordozható rendszereket lehet kialakítani. Az állandó helyen telepített kerítéseknel (is) a legjobb befektetés a minőségi (és ennél fogva drágább) anyagok (időtálló, terhelést bíró stb.) beépítése. A legstabilabb szerkezet az ún. oszlopveréses technológiával hozható létre, mikor is bizonyos osztásközönként (5...12 m) – rendszerint előkészített – akácoszlopokat helyezünk el a kijelölt nyomvonal mentén. Ennek technikai

kivitelezése lehet beásás, beverés, talajfűrés (3.a kép). Az oszlopokra szigetelők kerülnek, amelyek csak UV-álló, erős polipropilénből, vagy poliamidból lehetnek. (Megjegyezzük azonban, hogy itt is találkozhatunk elmentmondással. Egyik-másik erősebb kivitelű szigetelő hibásnak bizonyult, rendre átütöttek, ugyanakkor a gyengébbnek tűnő kivitel jól vizsgázott.) Már most ki kell hangsúlyoznunk, hogy az elektromos kerítések megbízhatóságának két fő sarkalatos pontja van: a jó szigetelés és a jó földelés. A szigetelőknél (vagy szigetelőknél) futó vezetők legyenek nagy szilárdságú horganyzott huzalok (nem nyúlnak, nem lazulnak). A feszített állapot fontos!

Természetesen a kereskedelemben csúcsmínőségű ún. villanypásztor-zsinórok is kaphatók, amelyek alaktartók, ellenállnak a fotokémiai folyamatoknak és jó áramvezetési tulajdonsággal rendelkeznek. Ilyenek pl. az ECO-6, Extrableu, Superbleu elnevezésű típusok.

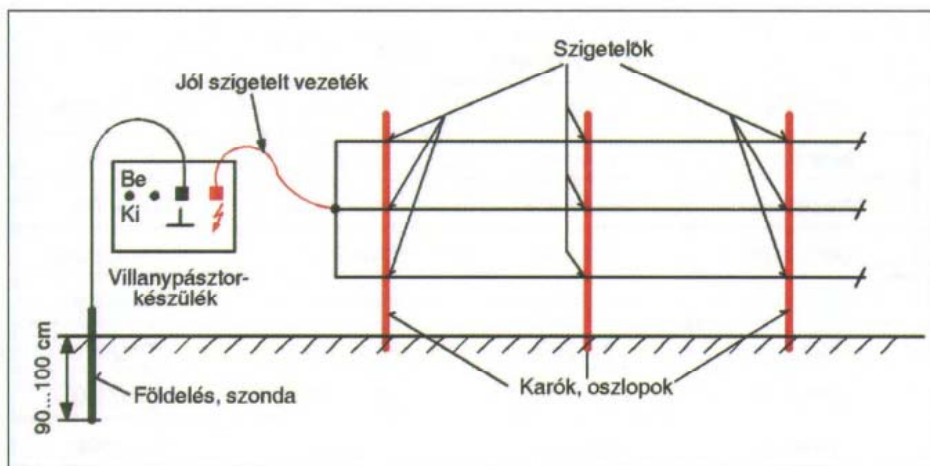
A földelésünk jósága az energiabevitelő elektronikánk hatékonyságát döntően befolyásolja. Éppen ezért nem korrodáló fémből (pl. horganyzott vízvezetékcsőből) készítsük, és legalább 1 m mélyen kerüljön a talajba, amit a földelés környezetében célszerű még gyakorta öntözni is.

A hordozható (inkább neveznénk mobilizálható) kerítésrendszerek alkalmazása területváltáskor kerül előtérbe. Ilyenkor az oszlopozó technika változik, ugyanis anyagában szigetelt polipropilén vagy üvegszál erősítésű karókat telepítünk, amelyeknek leszűrő fülük van és egyszerű taposással kerülnek a talajba (3.b kép).

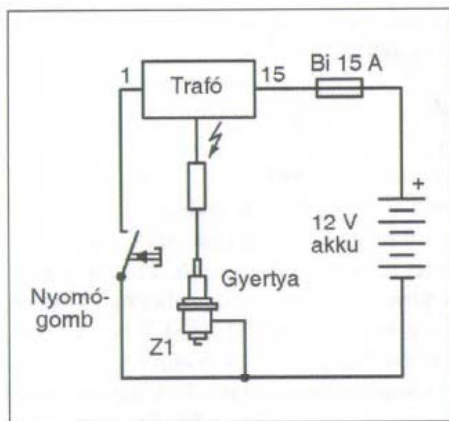
Vezetőnek fémhuzal nem javasolt. Inkább villanypásztor-zsinórt, vagy optikai szalagot használjunk!

Fölvetődhet a kérdés, hogy a vezetőszálakat egy-, vagy többsorosán alakítsuk-e ki? Erre a választ a rendszábról kívánt lábasjószág természeté adja meg. Tehenekre pl. egy katalógus három sorban: 25, 55 és 90 cm magasságban történő vezetékvezést javasol.

Az eddig elmondottakat szemlélteti a 9. ábra. A kerítésekkel kapcsolatosan még egy dolgot feltétlenül meg kell említenünk, ez pedig a terepi adottságok, azon belül is az aljnövényzet kérdése. Az energetizáló (villanypásztor) által a karamba táplált energia hatásosága („rázóképeség”) attól függ mennyi energia nyelődik el, – azaz megy veszendőbe – bizonyos járulékos veszteségek miatt. A lehetséges veszteségi forrásokat mutatja a 10. ábra, amelyen belül is – mint látjuk – a vegetáció jelenléte meghatározó. Amennyiben a zöld növényzet burjánzik és a talaj is esőtől áztatott, akkor szinte a teljes betáplált energiát a fűszálak vezetik



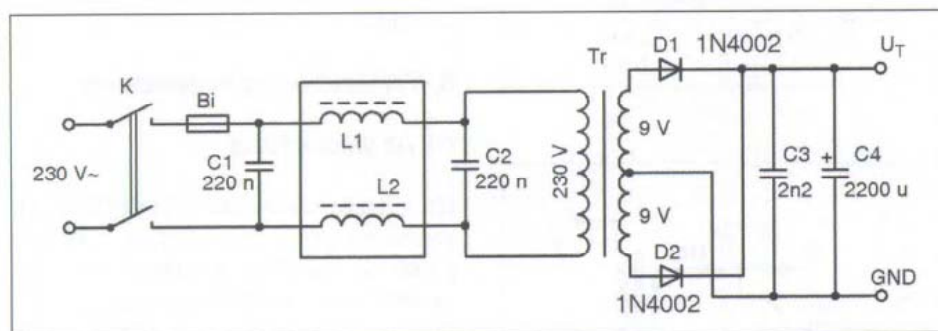
9. ábra



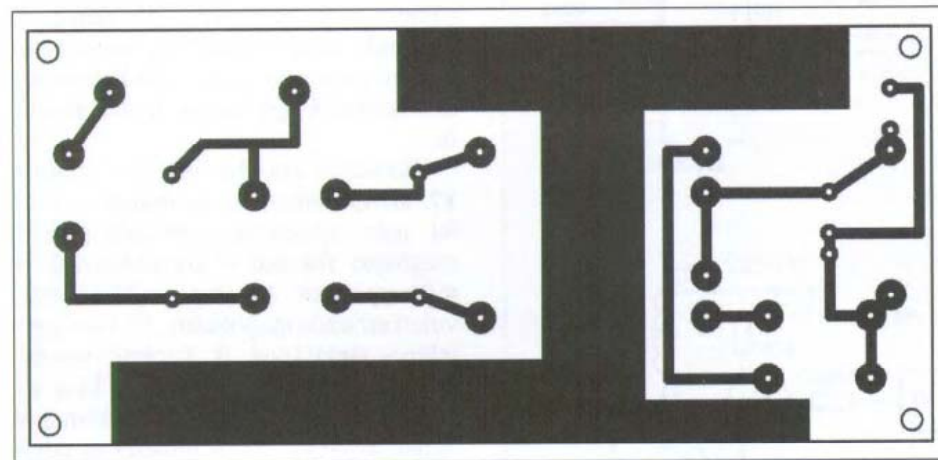
12. ábra

nem az „autóba való” – amúgy igaz – tulajdonságát jelöli.) Szerkezeti felépítését a 11. ábrán láthatjuk.

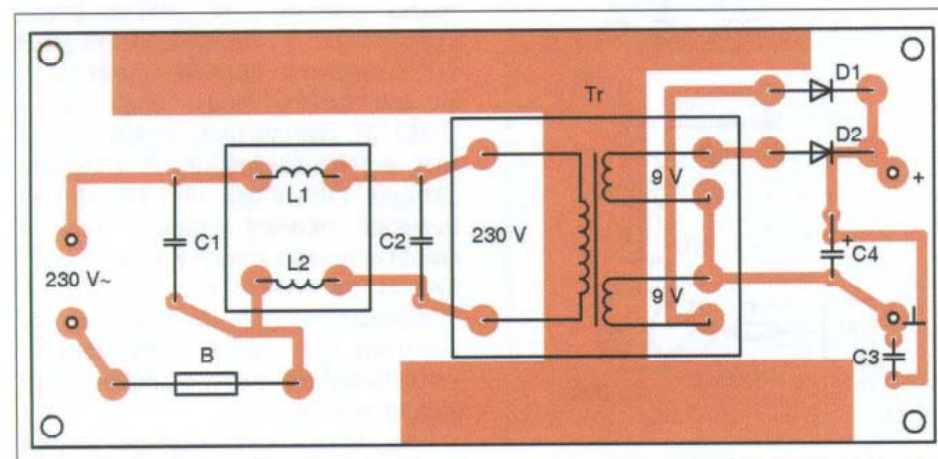
A 12 V-ról üzemelő, csekély menetszámú primer tekercsének ellenállása 1 ohm alatt van. A primer egy ponton közös a nagy menetszámú szekunderrel. A nyitott mágneskör adja a transzformátor nagy belsőellenállását, s teszi egyben biztonságossá ebbéli alkalmazását. (Megjegyezzük, hogy a mai ún. „ceruza” gyújtótrafók, amelyet trafómodulnak is hívnak, a gyújtásvezérlő rendszer részét képezik és elektronikát is tartalmaznak, valamint zárt mágneskörűek.)



13. ábra



14. ábra



15. ábra

A hagyományos trafóhoz legkedvezőbben autóbontókban juthatunk hozzá. Megvásárlása előtt egy ellenállásméréssel győződjünk meg annak „ép-ségéről”: az ohmmérő egyik kivezetését tegyük a gyújtókábel helyére, a másikat a pozitív, vagy negatív kivezetésre! A mutatott értéknek néhány kilohm nagyságúnak kell lennie. Pontos értéke számunkra közömbös, és trafóként változó is. A nagyobb ellenállásérték nagyobb kimenőfeszültséget ad, de azt meg úgyis „kordában” fogjuk tartani. Működési ellenőrzését pl. a 12. ábra szerint végezhetjük el, ami azért már kellő odafigyelést igényel a nagyfeszültség jelenléte miatt.

5.2. A közös áramkörök

Ez a besorolásunk kissé önkényesnek hathat, hiszen a különböző elektronikai megoldásaink is számos „közös áramkör” tartalmaznak, mégsem itt tárgyaljuk őket. Funkciójuk okán tényleg közősek, de kapcsolásonként apró részleteiben eltérnek. Ami valamennyi kapcsolásunkhoz közösen ajánlott, az a tápellátás akkor, ha villanypásztorunkat hálózatról kívánjuk üzemeltetni. Tápegységünk terhelhetősége akkora, hogy a bemutatott áramkörök bármelyikét képes kiszolgálni.

Az egységes hálózati tápegység elvi rajzát a 13. ábrán láthatjuk. A tápáramkör stabilizálatlan, mert tapasztalataink szerint felesleges stabilizáló elektronikát bevezetni, az eredmény ezzel a megoldással is „ütös” tud lenni. A kis (3 VA-es) nyáktrafó 2x9 V-os tekercsének feszültségét egyszerűen egyenirányítjuk és puffereljük. A primer körben viszont zavarűző egységet találunk, melyet a táplálendő áramkör impulzusüzemének a hálózatra való esetleges visszahatása miatt célszerű alkalmazni. A megvalósítása során sem kell kétségbe esni, mert erre a helyre pl. a tévékészülékből, vagy roncs számítógép-tápegységből kitermelhető kész áramköri egységet alkalmaztunk. A villanypásztor-elektronikák készítése során a szerzőnek rendelkezésre állt egy leselejtezett színestévé-„alaplap”, amiből szinte minden lényeges rész hasznosításra került.

A tápegység konkrét kivitelezéséhez a nyáktervet a 14. ábrán, míg beültetési rajzát a 15. ábrán adjuk meg. Természetesen – főleg a tápegységeknél – ahány amatőrfiók, annyi kivitel megoldás létezhet, ajánlatunk csak egy a sok lehetséges megjelenési forma

„meleg vezetéknek” nevezi ezt az adatot, utalva arra, amikor több vezeték van a kerítésen. A gyakorlatban a nagy energiájú berendezések esetében a maximális kerítés- vagy huzalhossz ugyanazt jelenti.

Végül álljon itt példaként egy, az előbbieket szerint korrektnek mondható adatlap-részlet a *CORRAL SUPER N1100* villanypásztor berendezéséről, mely tételekkel eddigi fejezeteinkben részletesen foglalkoztunk:

Áramellátás: 230 V-os hálózat,
 Max. kimeneti feszültség: 10,9 kV,
 Feszültség 500 ohm-nál: 4,5 kV,
 Tárolt energia: 1,6 J,
 Max. kimeneti energia: 1,1 J,
 Teljesítményfelvétel: 5 W,
 Elméleti kerítéshossz: 35 km,
 Gyakorlati kerítéshossz:
 15/5/2 km,
 Minimális földelőtüskék száma:
 1 db (1 m-es),
 Szabvány: megfelel az
 EU-s EN60335-nek.



4. kép

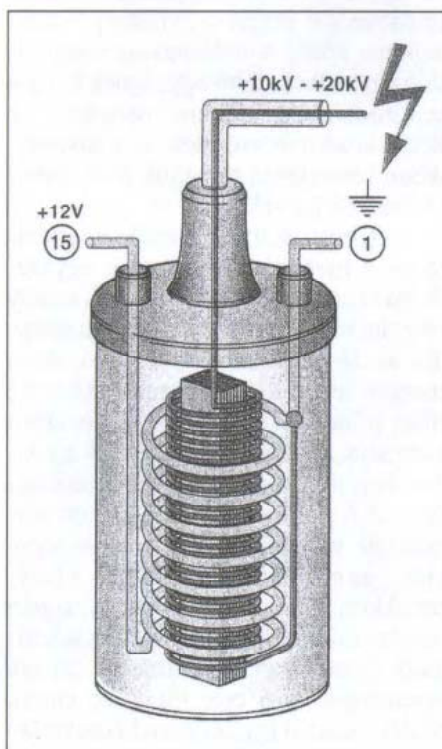
5. A megépített áramkörök, általában

A bevezetőben a villanypásztor készülékek amatőr építési lehetőségeinek bemutatását ígértük. Ennyi „elméleti” előkészület után ennek a fejezetnek a közreadásával váltjuk be ígéretünket. Természetesen nem vonatkoztathatunk el a megismert szabályszerűségektől, így – jóllehet bőséges internetes irodalma van – nem foglalkozunk a biztonságot a legkisebb mértékben is veszélyeztető megoldásokkal, még ha bármennyire egyszerűek és olcsók is. Ezzel együtt utánépítés esetén a legnagyobb óvatossággal járunk el, mert ugye mégsem egy kéttranzistoros LED-es villogót készítünk! Az egyes áramkörök bemutatása előtt a valamennyi áramkörre érvényes közös tudnivalókat foglaljuk össze, elkerülendő a fölösleges ismétléseket.

5.1. A közös alkatrészekről

Megismerve a 2.4 fejezet táblázatát és annak előzményeit, nem volt kétséges, hogy amatőrépítés vonatkozásában is az impulzustrafós megoldást választjuk. Abban is biztosak voltunk, hogy házilagos körülmények között – de még gyakorta ipari környezetben is –

lehetetlen megbízható nagyfeszültségű impulzustrafót készíteni. Létezik viszont elérhető kész megoldás, nevezetesen a tévévevők sorkimenő transzformátora és a gépkocsi gyújtótrafó. Mindkét alkatrész kiforrott gyártás-

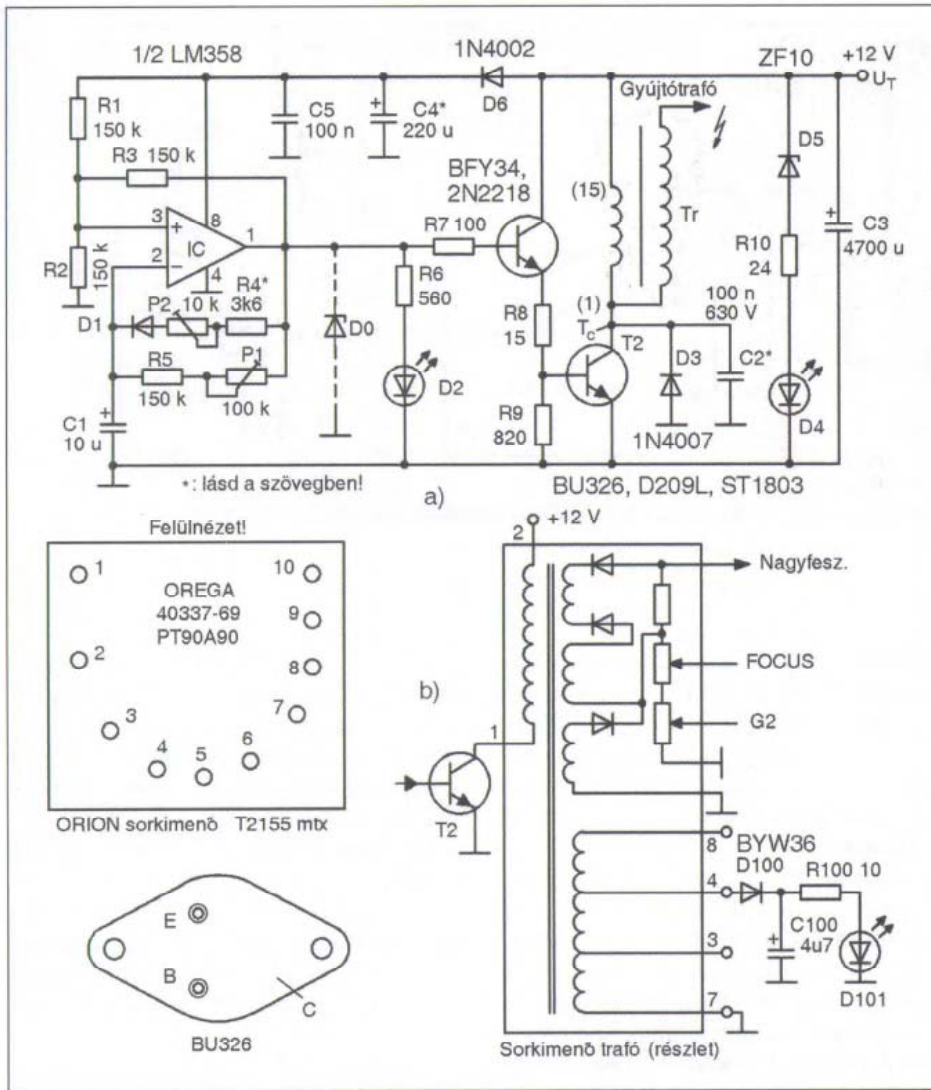


11. ábra

technológiájú, és nagy megbízhatóságú építőelem a maga környezetében, mi munkára fogjuk villanypásztor céljaira is (4. kép). A sorkimenővel az [1]-ben részletesen megismerkedtünk, és arra a sajnálatos megállapításra jutottunk, hogy a levegő-ionizátorokban az ún. újgenerációs sorkimenők felhasználása nem lehetséges. Azért is éreztük fájó pontnak, mert a CRT készülékek lecserélése „lapos tévé”-re tömegesen teszi „hozzáférhetővé” ezen alkatrészeket. Megnyugvással jelenthetjük ki, hogy villanypásztorba viszont – ha némi megfontolással is – be tudjuk építeni azokat.

A másik – s talán az ilyen célra leggyakrabban használt – fő alkatrészünk a gépkocsi gyújtótrafó lesz. Ez az olykor természetes alkatelem az autók gyújtógyertyája számára állítja elő az akár 10...20 kV körüli nagyfeszültséget. Minthogy a mai modern autók gyújtása már nemigen hasonlít az azt megelőző hosszú korszak megoldásához, így azok a gyújtótrafók is „várják” újrahasznosítási lehetőségeiket.

A klasszikus gyújtótrafó egy olajjal kitöltött, hermetikusan lezárt hengeres fémtokba szerelt, nyitott mágnescső, lemezelte autotranszformátor. (Ezt a szakkifejezést itt a *takaréktranszformátor* szinonimájaként használjuk, s



17. ábra

rán megadott és a tévékben használatos) legyen. Alapesetben impulzustrafóval találkozunk, de kapcsolásunk kiválóan működik a már sokadszor emle-

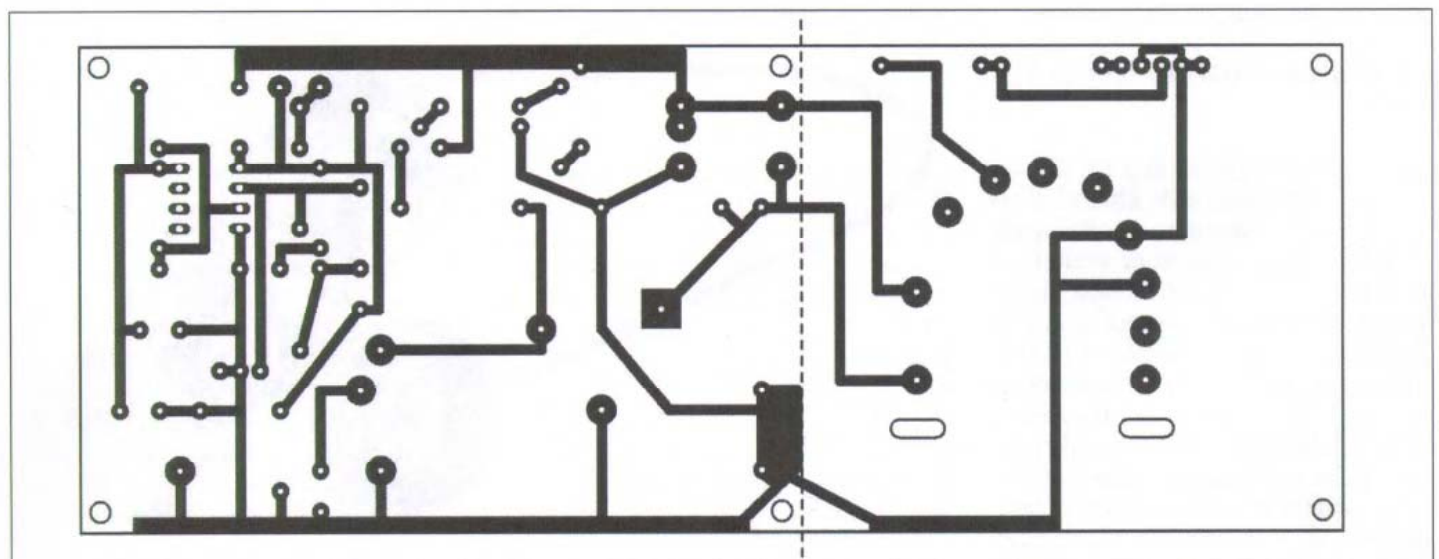
getett televízió sorkimenővel is. Az, hogy a kiöntött sortrafó egyenirányító egységet is tartalmaz, most nem zavaró, hiszen pozitív állású impulzusokat ge-

nerál a kimenetén. (Azt azért meg kell jegyeznünk, hogy terhelhetősége ennek okán korántsem egyenértékű a gyűjtőtrafóéval, de eleve kis „hatótávolságú” berendezéseket készítünk.)

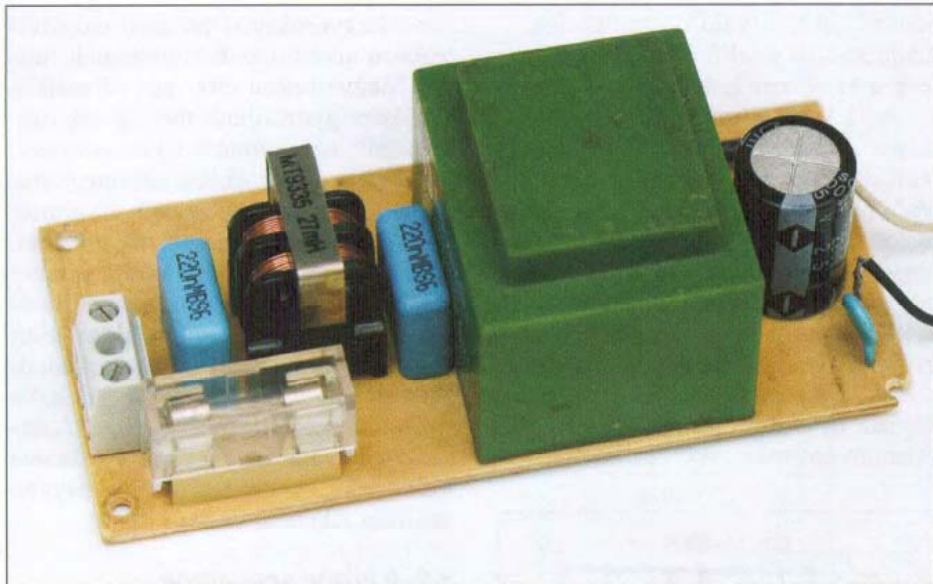
A 17.b ábrán ennek elvi megoldását látjuk. Egy ORION tévében (ezúttal sajnos japán gyártmányról van szó, nem pedig a nagy múltú hazai gyár termékéről) használt OREGA gyártmányú sorkimenő rendszerbe illesztését láthatjuk, de hasonlóan kell eljárunk bármely más típus esetén is. Ehhez persze szükségünk lesz a tévévevő kapcsolási rajzára is, ami nagyban megkönnyíti a sorkimenő kivezetéseinek beazonosítását. Néhány méréssel és próbával persze e nélkül is célhoz érhetnek a nagyobb türelemmel rendelkezők.

A kapcsoló fokozat védelmét szolgálja a D3 és a C2, az alapharmonikuson túli nagy impulzustűskék csillapítása által. A C2-t az alkalmazott impulzustrafóhoz kell igazítani; beállítása csak oszcilloszkópos vizsgálattal lehetséges. Tulajdonképpen a rendszertechnikai fejezetünkben ismertetett RFI szűrő részét képezi.

Fontos szerepe van még a D6, C4 áramköri elemeknek. Feladatuk az alaposzcillátornak a kapcsoló fokozattól való tápoldali izolálása, s egyben védik az IC-t. A C4 pufferelemet akkorára válasszuk csak, hogy a kapcsoló fokozat nagy „áramrágásai” az alaposzcillátor frekvenciáját ne húzzák el. Értéke a rajzon csak irányadó, az adott gyűjtőtrafóhoz kell igazítani. (Ha túl kicsi, akkor a frekvenciát befolyásolja T2 működése, ha túl nagy, akkor a ki-kapcsolás után is sokáig működik a be-



18. ábra



5. kép

közül. A megépített prototípust az 5. kép ábrázolja.

Van még egy áramköri egység, amit ebbe a fejezetbe soroltunk. Impulzus-
trafós megoldást választottunk, s azt
kapcsolni, vezérelni, „meghajtani”
kell. Megoldási lehetőségeit tekintve
számtalan közel egyenértékű megoldás
létezik. Ezek közül a 16. ábrán adunk
közre egy kipróbált csokorra valót. A
16.a-tól 16.c-ig MOSFET-es, míg a
16.d-től a 16.f-ig bipoláris tranziszto-
ros megoldásokat látunk. Magyarázatra
nemigen szorulnak, a későbbi áramkö-
reinkhez ezek közül választunk, s ha
kell megfontolás az ábrához, ott meg-
tesszük.

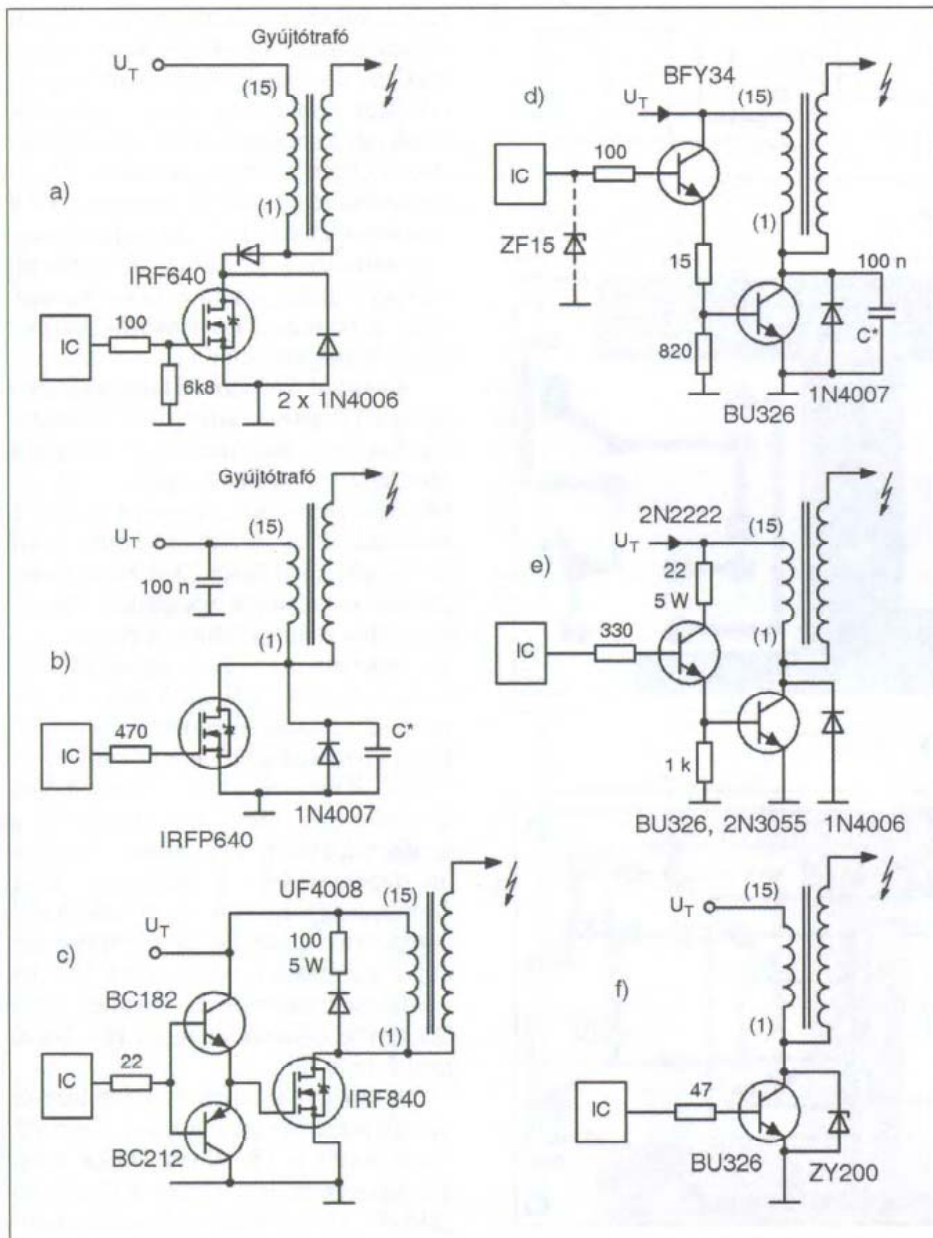
6. Variációk villanypásztorra

6.1. Az alapváltozat

Ha visszaemlékszünk a HVPPS rend-
szereket tagláló fejezetünkre, ott ener-
giatároló elemként a kondenzátor (ki-
meneti impulzustrafóval, vagy anélkül)
mindig előfordult. Ettől eltérően elő-
ször a kondenzátort mellőztük, csupán
kimeneti transzformátort használunk.
Ennek energiátárolási problémáiról
szóltunk, de az áramkör egyszerű kivi-
tele és olcsósága szinte kínálja magát
az amatőrnek, így mi sem térünk ki elő-
le.

Kiinduló áramkörünk elvi rajzát a
17. ábrán láthatjuk. Az áramköri kép-
let igen egyszerű: alaposzcillátor +
meghajtó fokozat + impulzustrafó =
villanypásztor. Az alaposzcillátor mű-
veleti erősítős megoldású, 12 V-os egy-
telepes táplálással. A „kétágú” vissz-
csatoló hálózat és C1 alakítja ki a kí-
vánt keskeny impulzusokat. Mindkét
ágban egy-egy potenciométer is talál-
ható, amelyek közül P1 a frekvenciát
615 mHz és 1 Hz között, míg P2 az imp-
ulzus szélességet 40...100 ms között
szabályozza. Az impulzusok meglétét
D2 felvillanásai mutatják. Látszólag az
is értelmetlen, hogy dual OPA-t
(LM358) alkalmazunk, mikor úgy is
csak a felét használjuk. A közismert
„szingli” OPA-k (pl. 741, TL071 stb.)
bemeneti fokozata egytelepes táplálás
esetén nem teszi lehetővé a „rail to rail”
üzemet, az LM358 pnp tranzisztoros
differenciálerősítője azonban 0-ig ve-
zérelhető, így a meghajtó fokozat köz-
vetlenül tudja fogadni a „táptól-tápig”
előálló impulzusokat.

Az impulzustrafó meghajtó fokoza-
ta a 16.d ábra szerinti, melyben min-
denképpen nagyfeszültségű (pl. az áb-



16. ábra

óvatosan járjunk el és tartsuk be a biztonsági előírásokat! A nagyfeszültség kimutatására nem elegáns – és veszélyes volta miatt főleg nem szakszerű – a kimeneti pont földre zárásakor keletkező nagyfeszültségű ív létrehozása (szikroszkóp)!

Kísérleteink során egy hálózati ellenőrző glimmlámpát – melyet leválasztottunk soros ellenállásától – kötöttünk párhuzamosan egy 18-20 kohm/2 W-os ellenállással. Ez az elrendezés ugyanolyan ívet húz a kimenet és a föld között, de biztonságosabb, s a lámpa felvillanásai az impulzus erősségét is indikálják. Ezt az elrendezést a végleges dobozolásnál is felhasználhatjuk, beiktatva a kimenet és a kerítés közé.

Ennek kapcsán említünk még egy ökölszabályt. Jelentős hibatarományyal ugyan, de elmondhatjuk, hogy minden kb. 10 mm-es villamos ív 10 kV feszültségnek felel meg. Az elkészült alapváltozat az **6. képen** látható.

6.3. A kettős üzemi változat

A **20. ábrán** látható megoldás sok újat mutat az alapváltozathoz képest. Az áramköri képlet mit sem változott, kivitelezésében azonban más lett, és szolgáltatásaiban is bővült berendezésünk. Egy kétáramkörös kapcsoló (Ka; Kb) segítségével kétféle üzemmód közül

választhatunk. Az „1” állásban direkt (folyamatos) üzemi, miként az előző változat is volt.

A kapcsolót átkapcsolva „2”-es állásba, a villanypásztor csak akkor fog „rázni”, ha azt az állat (?) megéri. Ez az ún. érintésezem, amely kiváltóképp energiatakarékosági szempontból hasznos számunkra.

Nézzük a részleteket konkrétabban! Az alaposzcillátor (IC és környezete) ez esetben az 555-ösre épül, a szokásos astabil üzemi beállításban. A frekvenciameghatározó RC tag ellenállás része itt is „kétágú”, lehetővé téve a frekvencia és az impulzusszélesség külön-külön történő szabályozását.

Ennek köszönhetően a P1 segítségével a frekvenciát 1...2,8 Hz között, a P2-vel pedig az impulzusszélességet 1...10 ms között tudjuk változtatni. Megfigyelve ezeket az értékeket, láthatjuk, hogy teljesítjük a többször hivatkozott EU-s szabvány ide vonatkozó paramétereit.

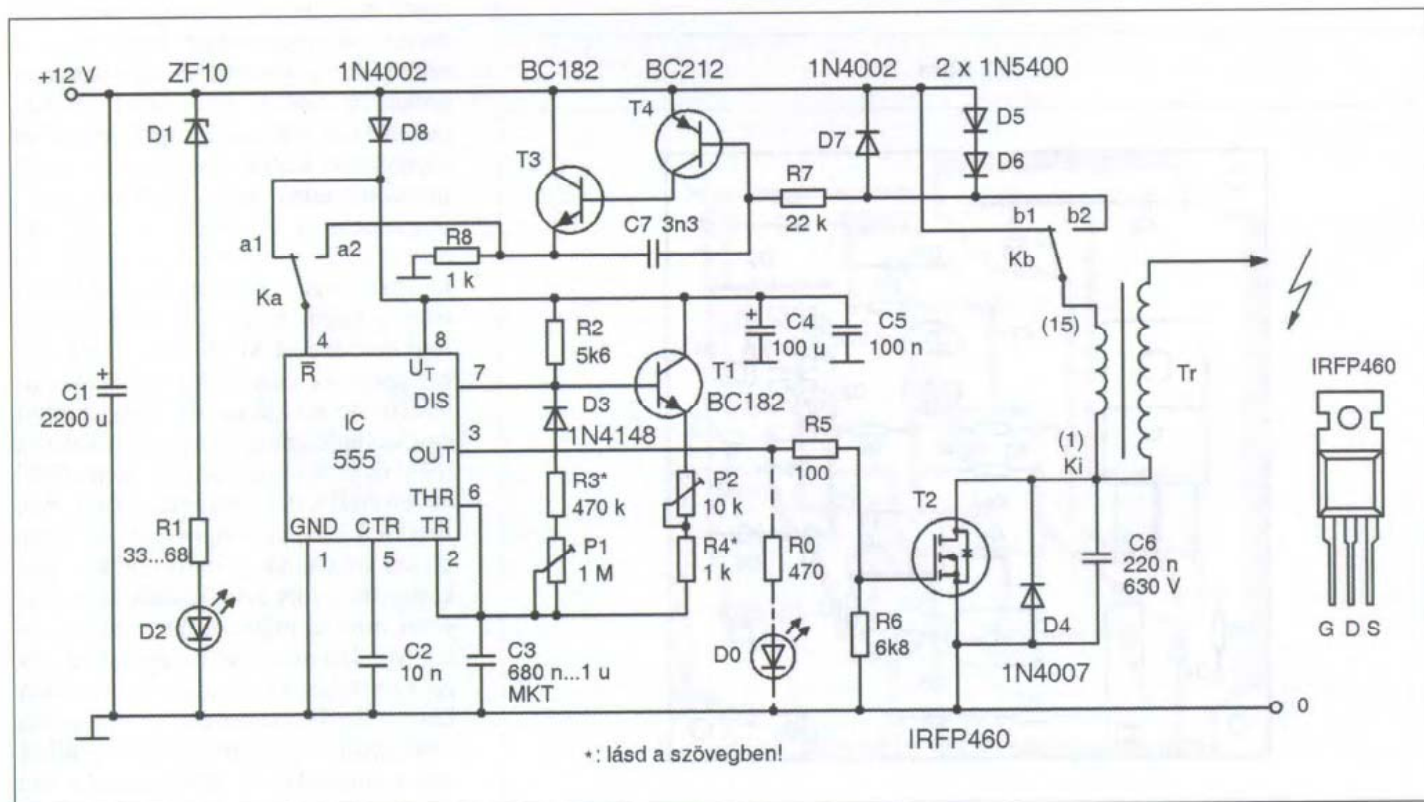
Az impulzusokra jellemző kis kitélési tényezőt, azaz a jelentős aszimmetriát, a két ág nagyságrendi értékkülönbsége adja, az elválasztásról pedig a D3 és a T1 gondoskodik. Az IC Reset bemenete (4. láb) azonban lehetővé teszi a tok kapuzását is amit – most először – ki is használunk. A kapcsoló „1”-es állásában ez a kivezetés a szokásos mó-

don a magas szintre van kötve, az oszcilláció ily módon folyamatos. A gyűjtőtrafót most egy egyfokozatú MOS-FET-es áramkör hajtja meg a 16.a ábra szerint. A D8, C4, C5 szerepéről az alapváltozatnál részletesen szóltunk, feladatuk itt is ugyanaz.

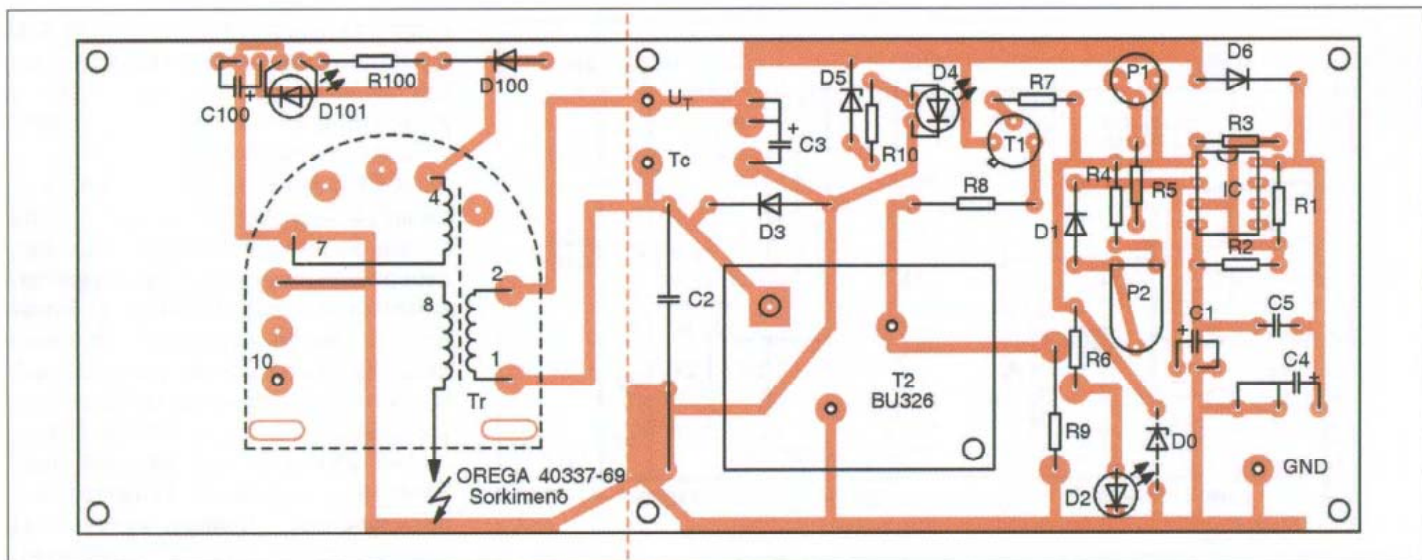
Kapcsoljuk most át Ka és a Kb kapcsolót „2”-es állásba. Az IC Reset bemenete az R8-on keresztül testelve van, az oszcillátor nem működik. Az impulzustrafó most a D5, D6 diódákon keresztül kap tápfeszültséget, de minden nyugalomban van. A karámvezeték érintése esetén – mivel autotrafóról van szó – a szekunderáram a primerkörön is átfolyik és a két diódán nyitófeszültség esik.

Ez a kb. 1,5 V-os feszültségesés nyitja T4 tranzisztort. Ennek telítésbe vezérlése a T3-at nyitja és az IC 4. kivezetését tápfeszültségre emeli. Ennek következményeképpen az oszcilláció beindul és minden a folyamatos üzemi szerinti történik, a karám „ráz”. A tranzisztorok gyors élváltását C7 segíti elő.

Amint az állat elhagyja a kerítést, az áramkör ismét leáll. Az érintési ellenállás 2 Mohmig biztosan beindítja az oszcillációt. (Kísérleteinknél még 10 Mohm felett is működött.) Kényelmi szolgáltatásként itt is megtaláljuk az impulzuskijelzést (D0) és az akkumulátor lemerülési kijelzést (D2).



20. ábra



19. ábra

rendezés, ami pl. javításnál „meglepetéseket” okozhat.)

Akkumulátoros üzemnél lehet jelentősége a D5, R10, D4 áramköri részletnek. Alapesetben a D4 a 12 V-os tápfeszültség meglétét jelzi. Amennyiben ez a feszültség 10 V alá csökken, a LED már nem világít, jelezvén, hogy az akku töltésre szorul.

Ez csak jelzés az üzemeltetőnek. Nincs lekapcsoló automatika, ami meg is védené az akkumulátort, így az üzemvitelre oda kell figyelni!

A rajzon opcionálisan látjuk – s a nyáklapon helyet is kapott – a Do alkatrész, amely szintén az IC védelmét szolgálhatja. A gyengébb technológiai sorozatú meghajtó tranzisztorok bázisán a gyújtótrafón fellépő közel 300 V-os tüskék „átszökhetnek”, az IC halálát okozván. A beiktatott 15 V-os Z-dióda megoldja ezt a problémát is, ami nem általános, de előfordulhat.

6.2. Az alapváltozat elkészítése, beállítás

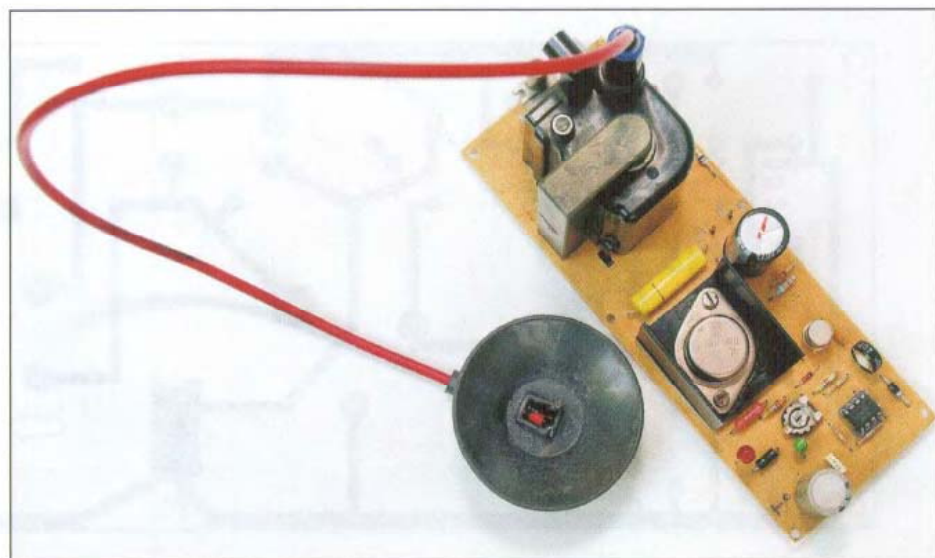
Kapcsolásunk nyáktervét a 18. ábrán, míg beültetési rajzát a 19. ábrán láthatjuk. Utóbbi láthatóan a sorkimenős változathoz készítettünk, de a jelölt vonal mentén a nyomtatott lemez elvágható és közvetlenül a gyújtótrafóhoz is illeszthető. Ehhez Tc ponton a T2 kollektora is ki van vezetve. További érdekessége a megoldásunknak, hogy a sorkimenő lehetőségeit az alaprendeltetésén túl is kihasználjuk, annak okán, hogy számtalan segédtekercsel rendelkezik. Ezek az impulzustekercsek az eredeti rendeltetésük szerint különböző tápfeszültségértéket adtak a vevő áram-

körei számára. Jelen esetben az impulzustrafó működését (azaz a nagyfeszültség meglétét) indikáljuk D100, C100, R100, D101 alkatелеmek segítségével. Amennyiben ezt a megoldást választjuk, szükségtelen az R6 és a D2 beültetése.

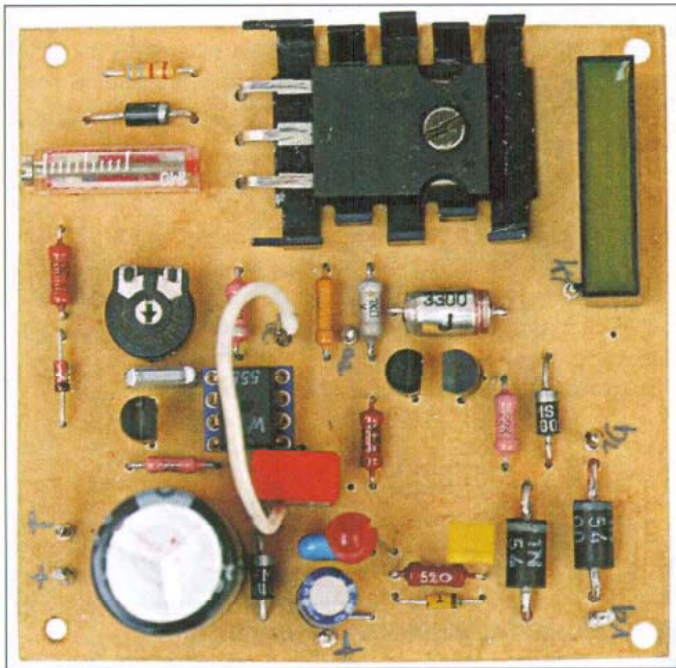
Gondos kivitelezés után először az alaposzcillátor jellemzőit állítsuk be a kívánt értékre a P1, ill. a P2 segítségével! Ehhez digitális oszcilloszkópra lesz szükségünk, melynek hiányában nem követünk el nagy hibát, ha kezdetnek a potenciométereket középállásba csavarjuk. (Ekkor a mért kitöltési tényező 6% volt). Minden további állítás a telepítési tényezőktől is függ, melyekről részletesen értekeztünk. Csak példaként említjük, hogy az állapot „szoktatásakor” magasabb frekvenciát szoktak választani (dacolva a szabvá-

nyokkal is), majd „ismétlő oltásként” már az alacsony frekvencia is elegendő. Ugyanígy az impulzusszélesség (s ezzel összefüggésben a nagyfeszültség értéke) is a regulázandó állapot fajtájától, természetétől függhet. A frekvencia értéke szkóp nélkül is D2 okán jól megfigyelhető, illetve időmérő eszközzel pontosítható. A kapcsoló fokozatot úgy ellenőrizhetjük, hogy a Tc kivezetés és a táp közé egy 12 V-os izzót kötünk, s annak felvillanásai jelzik a teljes vezérlő elektronikánk működőképességét.

Ezt követően kössük csak rá a gyújtótrafót, vagy sorkimenőt. Érdemi változást csak az áramfelvétel növekedésében kell tapasztalnunk, amely nem haladhatja meg az 500 mA-t. *Tekintettel az ekkor már jelen levő nagyfeszültségre, minden lépésünket (beállítás, mérés) alaposan gondoljuk át, nagyon*



6. kép



7. kép

6.5. Energiatárolás kondenzátorral

Következő kapcsolásunkat már – az előzőek ismeretében – az „útban a professzionális megoldások felé” jelzős szerkezettel is illelhetnénk. Kezdő lépés ugyan az úton, de már – hasonlóan a nagy HVPPS rendszerekhez – az energiátárolásra kondenzátort használunk. Végül is mi az alapvető hatásbéli különbség (az áramkört látni fogjuk) a csupán impulzustrafót használó és a kondenzátor + impulzustrafós megoldás között? A kimeneti feszültség 10...20 kV-ig gond nélkül előáll mindkét esetben, csak az energiátárolás nem azonos. A használó nyelvére fordítva:

az első esetben „ereje” nem sok lesz a berendezésnek, s csak 100-200 m-es vezeték táplálhatunk vele. Mivel kitűzött célként ez volt a minimális távolság, amit „védeni” akartunk, így ezért mutattunk be csupán ennyire képes megoldásokat is.

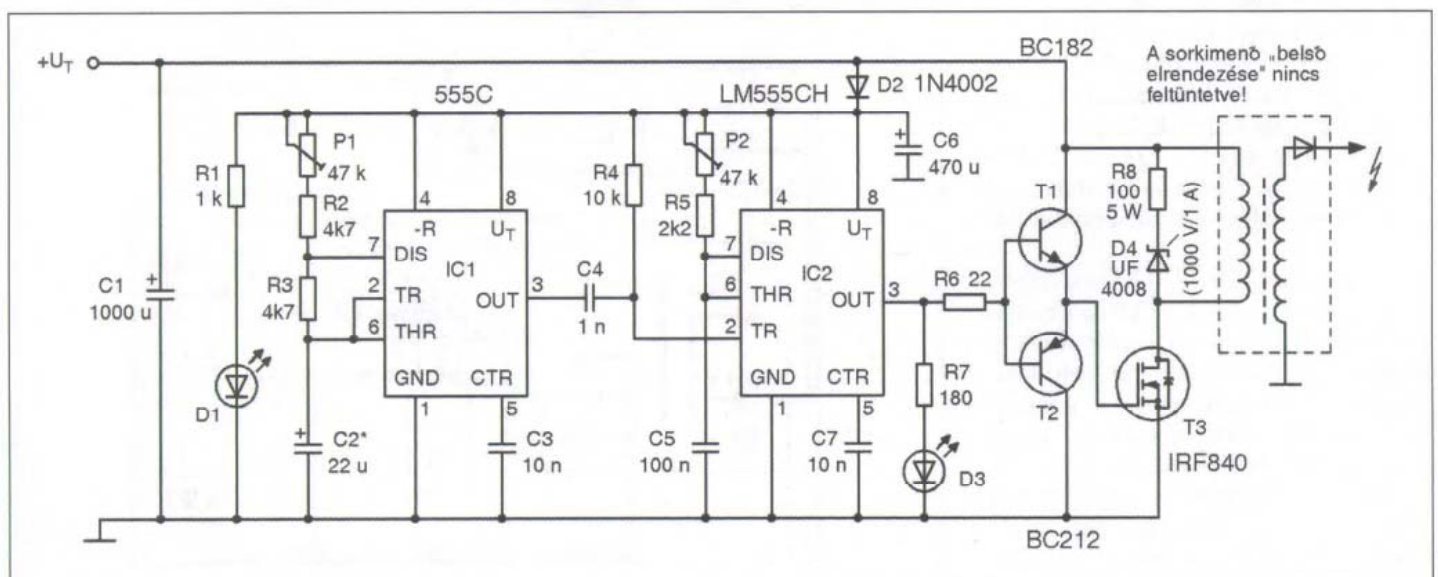
Visszatérve a kondenzátoros típushoz, ebben a kategóriában is sok gyenge minőségű és főként veszélyeket magában hordozó kapcsolás lelhető fel. A veszély abban áll, hogy a tároló

kondenzátort nagyfeszültségre kell tölteni, majd azt a gyűjtőtrafóra periodikusan „rásütögetni”. A kondenzátorok feltöltésére a kapcsolások egy része közvetlenül a hálózati feszültséget használja, mint pl. a [4] és az [5]. Egyszerű és járható út, de kiváltképp’ veszélyes, ezért a szerző személy szerint nem támogatja az ilyenek építését és nem is mutatunk be ilyet!

Bár a villanypásztor-technika eleve veszélyes, de van különbség az erősáramú hálózat közvetlen felhasználása és a gyengeáramú technika nagyfeszültségű célra történő alkalmazása terén, ami a véletlen érintés élettani hatásait illeti. Ebben a műfajban „elegáns”

megoldás az, amelyik DC/DC konvertert használ a kondenzátor nagyfeszültségre történő töltésére. Ezt lehet persze egyszerűbben (takarékosabban) és precízebben is megoldani. Egy „arany középutas” megoldást láthatunk a 24. ábrán. A kapcsolás DC/DC konverter része egyszerű, de nem a legmodernebb technológiájú, míg a kapcsoló fokozat és annak vezérlése kimondottan takarékosnak mondható.

Nézzük a működési részleteket! A DC/DC konverter az 555-ös timeren alapul. Az IC asatbil beállításban erősen aszimmetrikus – már-már impulzus – négyszögjelet generál, amelynek frekvenciáját az R1, az R2, a D1 és a C1 alkatelem határozza meg meg. A rajzon megadott értékekkel a frekvencia 1,5 kHz, a kitöltési tényező 25%. Ennek a két adatnak a későbbiekben fontos szerepe lesz. Ez a jel kapcsolófokozatot (T) vezérel, amely aztán egy „fordítva” kötött kis hálózati transzformátorra kapcsolgatja a 12 V-os tápfeszültséget. A trafó (itt) szekunder oldalán létrejövő nagyfeszültségű impulzusokat Graetz híddal egyenirányítjuk, s a pufferelest maga az energiátároló (C5) kondenzátor oldja meg. Az impulzustrafó (Tr) – amely a tároló kondenzátorral sorba van kötve – kapcsolását a Th tirisztor végzi, amely egy relaxációs oszcillátor része is egyben. A híd-egyenirányító feszültsége C3 kondenzátort is tölti, a R5, P elemeken keresztül. Ha a töltő feszültség eléri a D6 diak kb. 30...32 V-os gyűjtőfeszültségét, az begyűjtja a tirisztort. Ez a periodikusan ismétlődő kapcsolási folyamat a gyűjtőtrafón keresztül kisüti a tároló kon-



23. ábra

64. A kettős üzemű változat elkészítése, beállítása

Az áramkör elkészítéséhez ezúttal is dokumentációval járunk hozzá. A nyáktervet a **21. ábrán** láthatjuk, a beültetést pedig a **22. ábra** mutatja. Az előző áramkörünkhöz hasonlóan az áramköri élesztést a nagyfeszültség jelenléte nélkül végezzük el, mert a panel bemérhető a kapcsolók, a trafó bekötése nélkül is. Az alaposzcillátor ellenőrzéséhez kössük össze a *Ka-a1* pontot

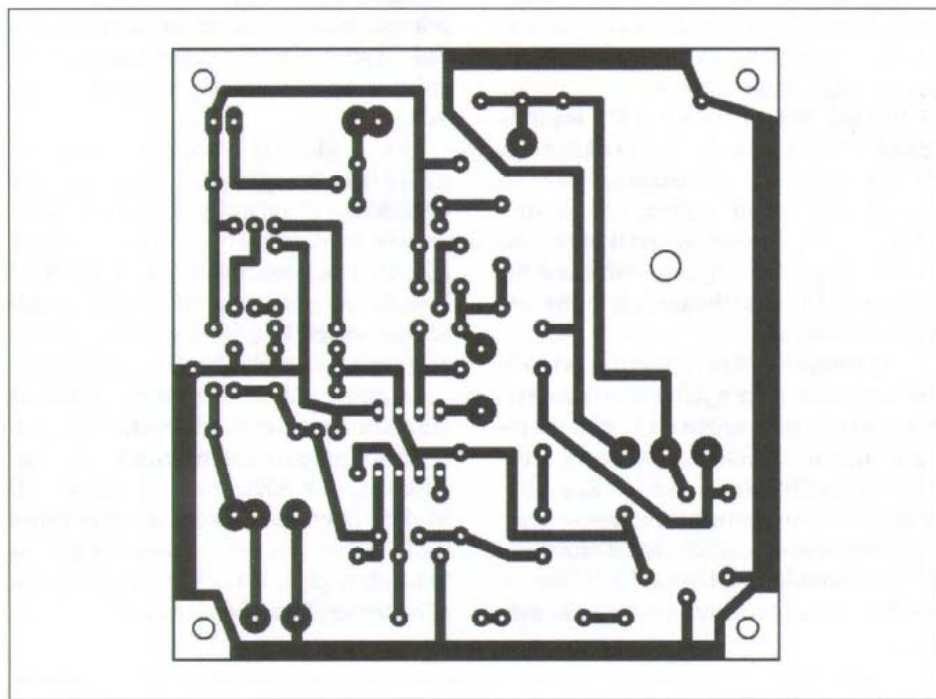
egymással, és kapcsoljunk tápfeszültségre! Ha beültettük, akkor a D0 rövid felvillanásai jelzik az impulzusok meglétét. Digitális oszcilloszkóppal az impulzusadatok pontosabban meghatározhatók.

A meghajtó fokozat működését most is izzólámpával ellenőrizhetjük, amit a *Ki* és a +12 V pont közé kell kötni. Az érintéses üzemmód ellenőrzéséhez most a *Ka* és az *a2* pontot kössük össze! Az oszcillátor ekkor nem működik. Egy néhány száz kiloohmos ellen-

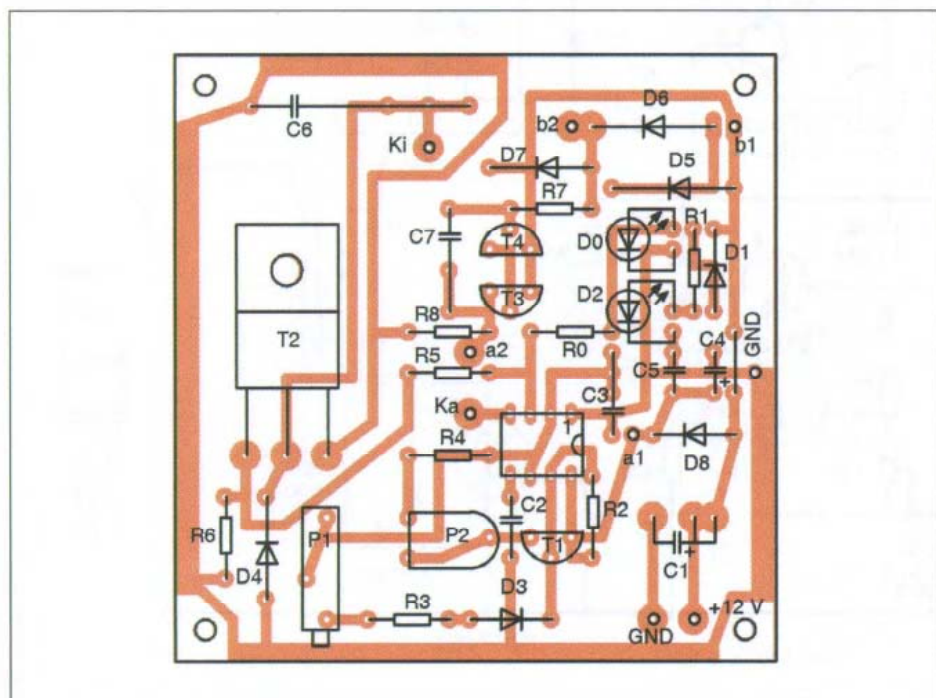
állással a *b2* pontot zárjuk testre! Az IC kimenetén az impulzusoknak meg kell jelenniük. Amennyiben mindent rendben találtunk, akkor kössük rá a gyújtótrafót és kössük be a kapcsolót. A *Ka* és a *Kb* egy kétáramkörös kétállású kapcsoló legyen! Némikompromisszummal elegendő csupán *Ka* alkalmazása (egyáramkörös kivétel). Ekkor a gyújtótrafó közvetlenül a *b2* pontra kötenőd. Ez azzal a csekély veszteséggel jár, hogy a D5, D6 diódapáron eső feszültséggel alacsonyabb a végfok működtető feszültsége, valamint a T3, T4 ebben az üzemmódban is működik, jóllehet hatásuk a *Ka* miatt nem érvényesül. Itt kell megjegyeznünk, hogy a relatíve nagy áramlökések miatt a két dióda 4...10 A-es típus legyen!

Kipróbáltuk az áramkört IGBT kapcsolóval (G20N60B3D) is, s annyira beváltotta a hozzá fűzött reményeket, hogy ezt véglegesítettük (**7. kép**). Az áramkör fogyasztása 25/30 mA volt az IGBT „javára”.

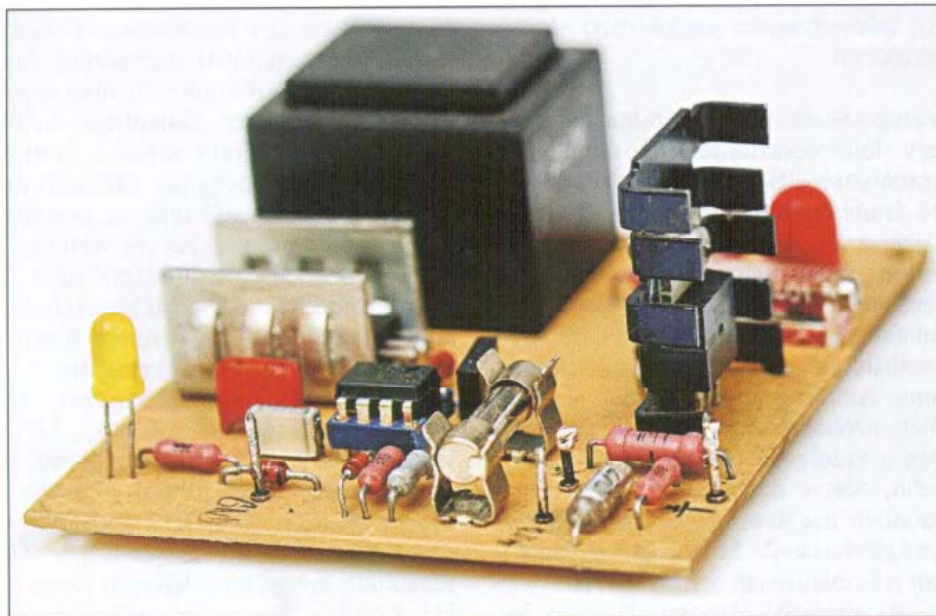
A csupán impulzustrafót használó elektromos kerítésekre ez idáig két egyszerű példát mutattunk be, megismerve az ilyen típusú berendezések felépítését. A netes fórumokon ezeknek számtalan variációja megtalálható közel azonos szolgáltatással. A sort mi egy harmadik példával zárjuk, ahol visszatérünk a modern tévétrafóinak használatához. A **23. ábra** áramkörének beállítási lehetőségei alapjaiban ehhez az alkatrészhez igazítottak. A működési frekvencia és az impulzus szélesség beállítására ezúttal két független IC-s fokozat szolgál, astabil és monosztatbil kapcsolási elrendezésben. Immáron talán megszokott módon a frekvenciát a P1-gyel, az impulzushosszt a P2-vel tudjuk szabályozni. Az időzítők most – gondolván az akkumulátoros üzem megkövetelte minimális fogyasztásra – CMOS változatúak. Ehhez igazodik a meghajtó fokozat kivitelezése. Az IC kimenetét kiegészítettük egy komplementer kapcsolófokozattal (néhány szakirodalom „Totem-Pole” néven említi, bár nem egészen az), és ez vezérli T3 kapcsolóegységet. Az ellenüzemű meghajtás gondoskodik a gate kapacitás gyors feltöltéséről és kisütéséről, amit az impulzusüzem megkövetel. Minden más vonatkozásban az előző kapcsolásokhoz adott tudnivalókat kövessük. Természetesen a klasszikus autó-gyújtótranszformátorhoz is alkalmas a kapcsolás. Kísérleteinknél a 16.c ábra szerinti meghajtó fokozattal kiválóan üzemelt.



21. ábra



22. ábra



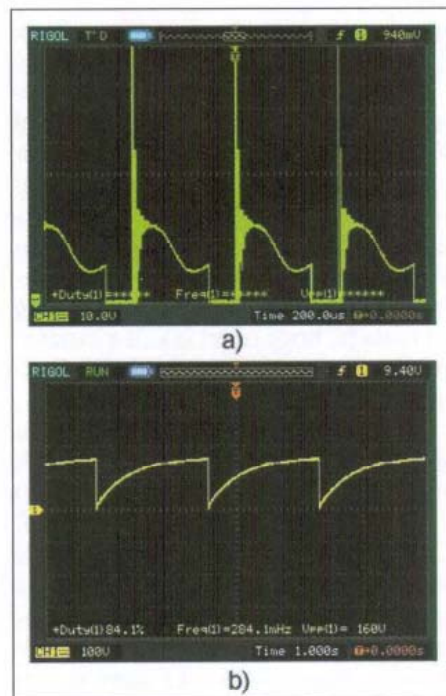
8. kép

sok akkor, ha a trafót a szokásos módon táplálnánk. Akkor viszont olyan nagy lenne annak áramfelvétele (DC-t kapcsolgatunk rajta), hogy ilyen üzemmódról szó sem lehet.

Kis kitöltési tényezőt kell választani, hogy a „kecske meg a káposzta esete” előálljon. Kis kitöltéssel pedig időbetelik a kondenzátor töltése. Ráadásul

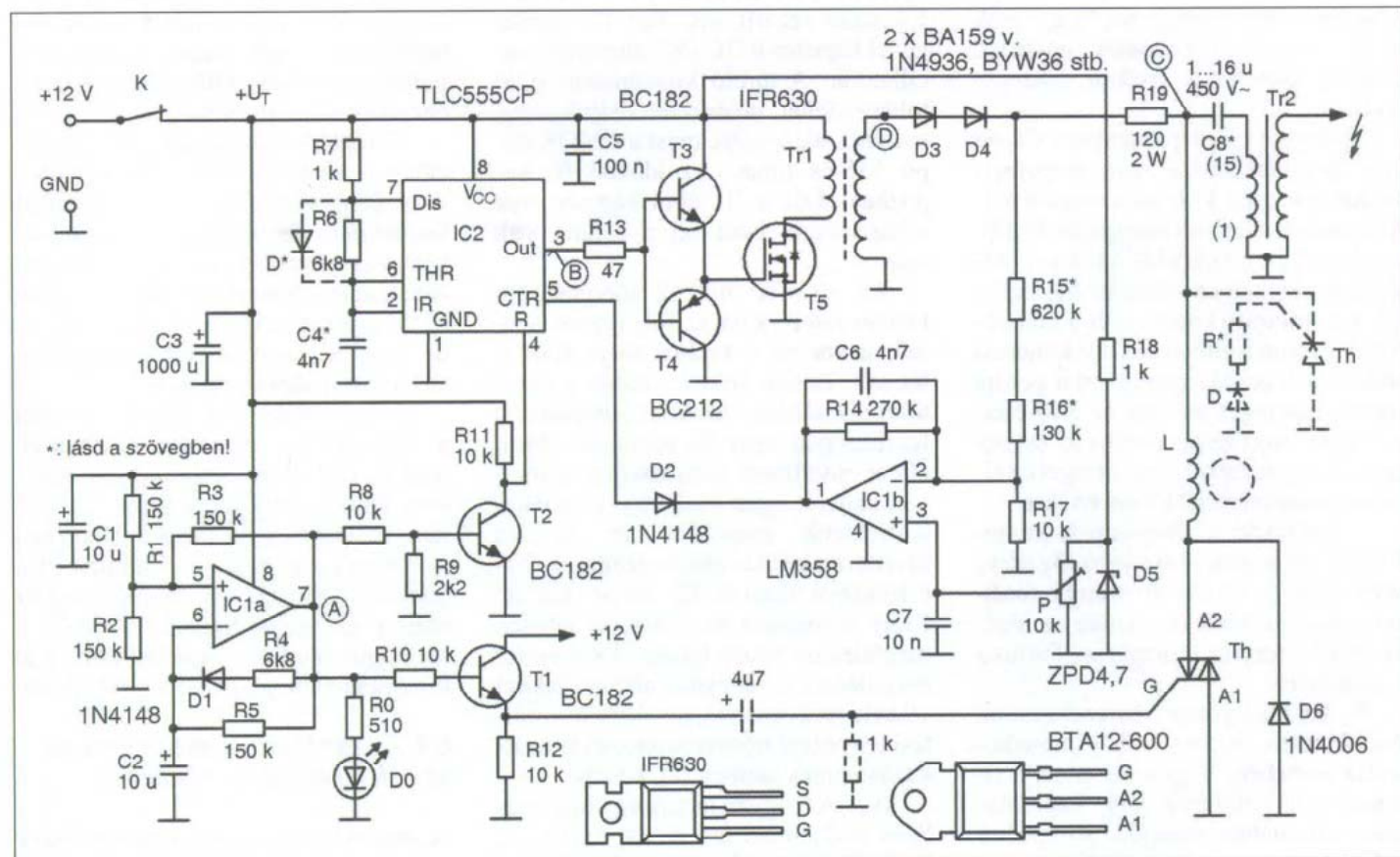
azt hihetnénk, hogy hálózati trafóról lévén szó, azt 50 Hz-el kellene táplálni. Nem így van! Meg kell találnunk a trafó „kapcsolási rezonanciáját”, amely frekvenciaértéknél a legnagyobb feszültséget adja le négyszögjeles meghajtásnál.

Meghatározása hanggenerátorral és oszcilloszkóppal lehetséges. Ez a frek-

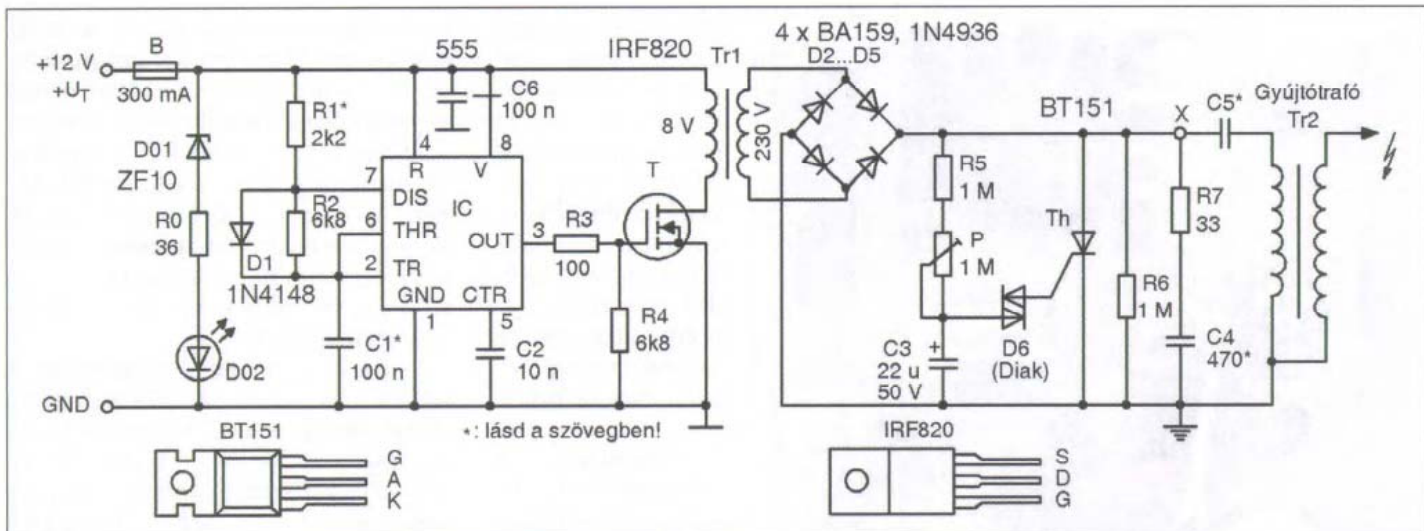


27. ábra

kvenciaérték 1...5 kHz közé szokott esni. Az esetleges módosításhoz tartozó alkatrészekről szoltunk. (Pl. ha $R1 = 1$ kohm, akkor a frekvencia 1,8 kHz és a kitöltés 15% lesz). Tehát olyan frekvencia- és kitöltési értéket állítsunk be, amely 1 s alatt az általunk megkívánt



28. ábra



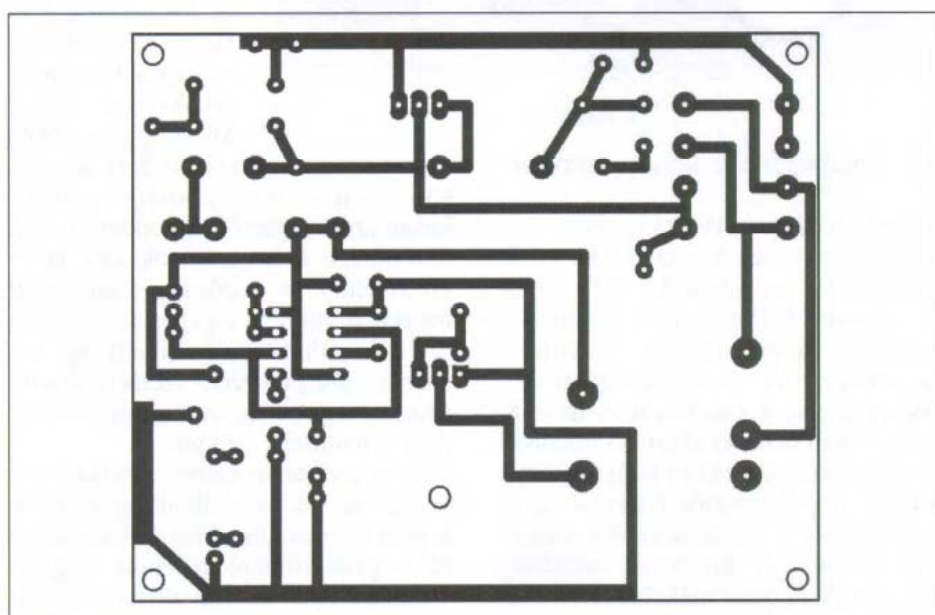
24. ábra

denzátort. A nagy meredekségű áramváltozás (gyakorlatilag rövid ideig fennálló rövidzár) indukálja a kimeneten az akár 20...30 kV értékű nagyfeszültséget. Az áramkörben R6 gondoskodik arról, hogy a berendezés kikapcsolásakor a tároló kondenzátor kisüljön, nélküle „rázós” élményben lehet részünk pl. beméréskor, javításakor. A kapcsolási transziensek csillapítására való az R7 és a C4. Ez utóbbinak értéke 470 pF – 2,2 nF lehet.

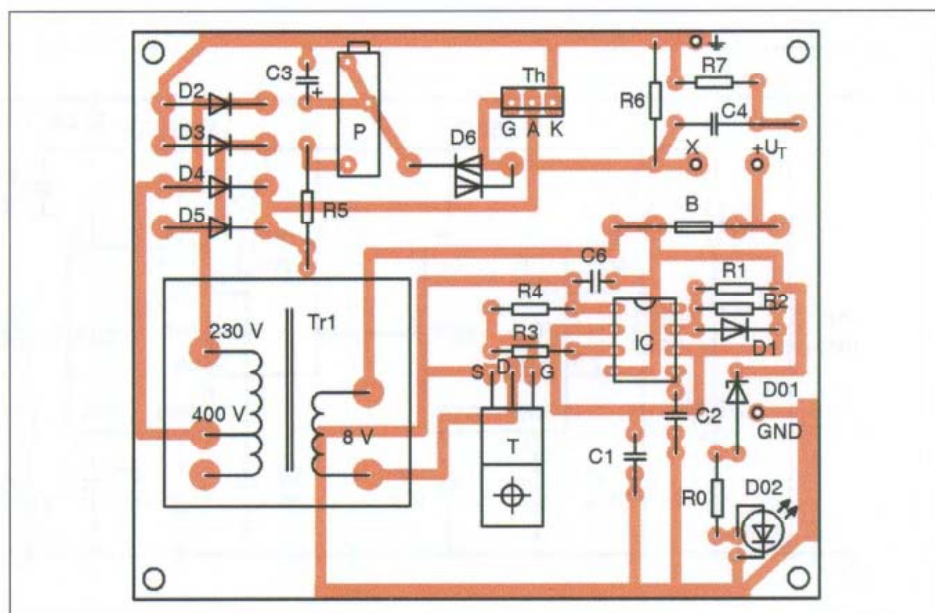
6.6. A kondenzátoros energiatárolású villanypásztor elkészítése, beállítása

Ahogy haladunk a komplex áramkörök alkalmazása felé, úgy válik azok bemérése is összetettebbé – s talán – veszélyesebbé is. Mostani elektronikánk nyáktervét a 25. ábrán, beültetési rajzát a 26. ábrán láthatjuk. Ennek a dokumentációnak a közreadása is önkényesnek hathat, hiszen a felhasznált kis nyáktrefő (Tr1) típusához igazodik, eltérő darab használatánál azon módosítani szükséges (8. kép). A mintakészülékben egy 1,5 VA-es, 230 v. 400/8 V-os megvásárolható típust alkalmaztunk, ahhoz készült a dokumentáció.

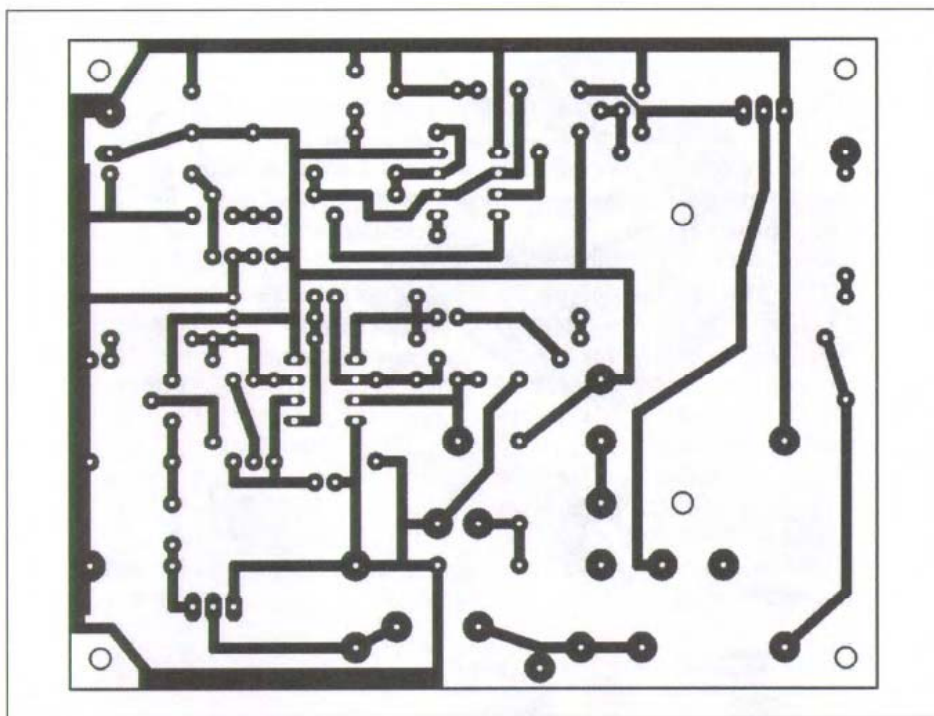
Beültetés után a DC/DC konverterrel kezdjük a beállítást. Az ismertetett alkatrészek használata esetén csak a megadott impulzusadatokat kell leellenőrizni, ellenkező esetben gondolkodjunk egy kicsit visszafelé. Szeretnénk a szabvány előírásainak megfelelni, azaz a karám impulzusfrekvenciája 1 Hz körüli érték lehet. Az ennek megfelelő ismétlődési idő alatt kell nekünk az energiatároló kondenzátort csúcsra tölteni. Ez a 1...1,5 s időtartam igen



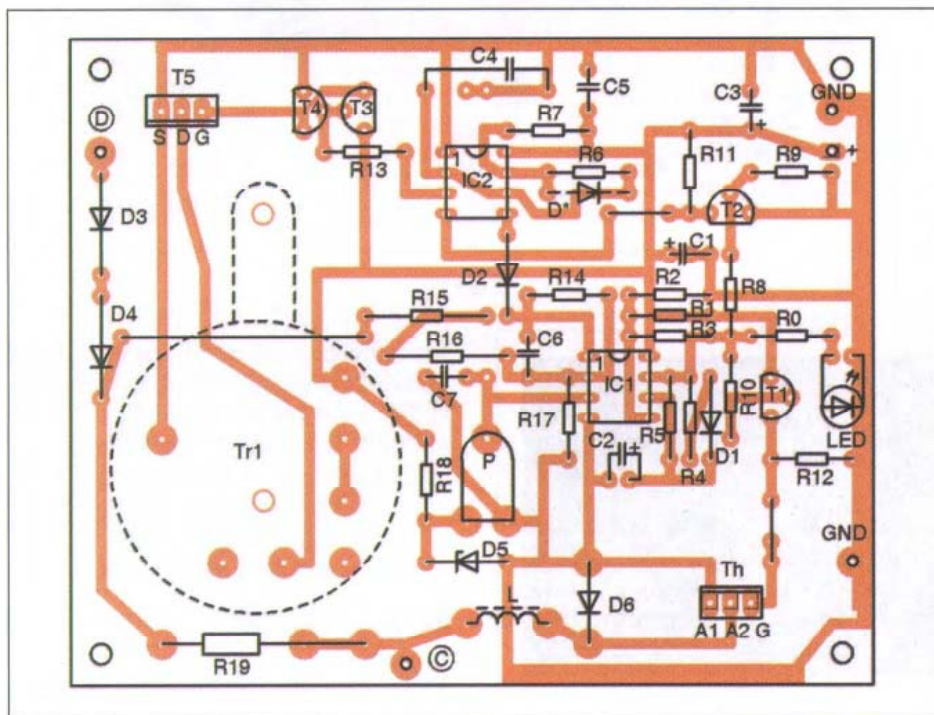
25. ábra



26. ábra



29. ábra



30. ábra

tok működése egymásra hat, azok bemérése némi „logisztikai” átgondolást igényel, különös tekintettel a veszélyhelyzet elkerülésére. Először az alapmegoldás vizsgálatát vezetjük le, majd az esetleges módosításokról szólunk.

A beültetett áramkörünket áramkorlátozó tápegységre kapcsoljuk, és még a Tr1, C8, Tr2 alkatrészt ne kössük be! Ekkor az alaposzcillátor és az inverter oszcillátora vizsgálható. Az ütemadó oszcillátor (IC1/a) digitális oszcillosz-

kóppal mért frekvenciája 926 mHz volt 6%-os kitöltési tényező mellett. Hagyományos CRT oszcilloszkóppal ebből mit sem látunk, a fényvonal rövid „felugrásai” már jól jelentenek azon túl, hogy ezt a tényt D0 jelzi is számunkra.

Biztosan mérhető viszont az inverterbeli oszcillátor (IC2) kimeneti jelalakja. Ahhoz, hogy folyamatos üzemet lássuk, zárjuk rövidre T2 B-E kivezetéseit! Ekkor a kimeneten kb. 19

kHz-es, 50 %-os kitöltésű négyszögjel regisztrálható (B pont).

Ha felengedjük a rövidzárát, akkor az IC kapuzását figyelhetjük meg a 31.a ábrának megfelelően (CH1 az alaposzcillátor jele, CH2 a kapuzott inverterbeli oszcillátor). Most még a komparátor hatása nem érvényesül, annak kimenetén H szint van.

Következő lépésként kössük be a Tr1-et és a C8-at. (A bemérés ebben a szakaszában a kondenzátor másik fegyverzetét ideiglenesen testre csatlakoztatjuk.) Itt essék szó az inverter feszültségnövelő transzformátoráról (Tr1). Mint látjuk, mintául sorkimenőt választottunk dokumentációs szinten, de rengeteg kísérletet végeztünk, miközben kipróbáltunk többek között csöves rádiók hangkimenő transzformátorát, hálózati nyáktrafót (pl. a 24. ábra szerinti). Magunk is készíthetünk pl. fazékmagos kivitelű impulzustrafót erre a célra, bár ehhez szükséges némi méretezési gyakorlat és biztonságos gyártástechnológia.

Az egyébként is hálózati vagy nagyfeszültségű technikában használatos trafóknál meg van az az előny, hogy a biztonságos szigetelésről nem kell gondoskodnunk, az „gyárilag” adott. Természetesen az inverter üzemi frekvenciáját az alkalmazott trafóhoz kell igazítani.

Térjünk vissza a folyamat vizsgálatához! Működik az inverterünk is, R19-en keresztül tölti C8-at. A mintavevő áramkör – mint feszültségesztő – leosztja a kimeneti feszültséget, ami összehasonlítódik a komparátor referencijelével. A mintavevő osztó felső tagját két ellenállásból raktuk össze a pontosabb méretezhetőség miatt, és el is akartuk kerülni a nagyfeszültségű potenciométer alkalmazását. Amennyiben R15 és R16 eredő értéke 740 kohm, akkor 300 V, ha 820 kohm, akkor 350 V a beállítható töltő feszültség felső határa.

Motorindító kondenzátorok alkalmazásával akár 450 V-ig elmehetünk az osztó átméretezésével, amivel jelentősen növelhető (a négyzetes összefüggés miatt) a tárolt energiánk. Szóba jöhet még a mikrohullámú sütők kb. 2500 V-os szűrőkondenzátora is, bár azok tipikusan csak 1 μ F értékűek, így több darab kellene belőlük.

Multiméterrel mérjük a C8 feszültségét a P szabályozásának függvényében. Ezzel egyidejűleg oszcilloszkóppal figyeljük meg a B ponton a kitöltési tényező változását. Mintakészülékün-

töltő feszültséget adja a 12 V-os ágba, elfogadható áramfelvétel mellett.

Megjegyezzük, hogy azért lehetséges pl. 2 db csengőtrafó használatával 50 Hz-es táplálással is töltő feszültséget előállítani, csak hát a transzformátor mindig költséges dolog. Az inverter-rész megépítése és üzembehelyezése – mint azt láttuk – némi megfontolást igényel. A **27.a ábra** pedig azt mutatja, hogy miért is kell a kapcsoló tranzisztornak nagyfeszültségű típusnak lennie.

A teljes beméréshez először kössük az X pontra a tároló kondenzátor egyik fegyverzetét, míg a másikat egy 230 V/15 W-os égőn keresztül a földpontra. Csatlakoztassunk multimétert az X pontra, majd mérjük feszültséget! Az oszcillátor fokozat működésének megfelelően 1-2 s-ként a kondenzátor feltöltődik, majd kisül. Az izzó ugyan nem világít, de ebben a bemérési szakaszban biztonsági okokból kikerüljük a gyújtótrafót. A feszültség – trafótól függően – akár 350 V is lehet, de ha már 150 V körüli, akkor biztosan jól működik berendezésünk (**27.b ábra**).

Ezek után kössük rá (az égő helyett) a gyújtótrafót, és a már alkalmazott glimmlámpás módszerrel figyeljük meg a feszültségívek (szikrák) távolságát és gyakoriságát. Ez utóbbit a P segítségével úgy állítsuk be, hogy azok 1...1,5 s-onként kövessék egymást. Szükség esetén C3 értékén módosítsunk.

A kisütés előtti pillanatban C5-ön mért feszültségből a már megismert módon könnyen ki lehet számolni villanypásztorunk tárolt energiáját. Itt először említjük a *szikraköz* kérdését. Általában két helyen szokták használni [5]: a gyújtótrafó kimenete és a föld között, valamint a villanypásztor kimeneti pontja és a kerítés csatlakozási pontja között. Lényeges szerepe az első esetben lehet, mert ez maximálja az esetleges túl nagy kimeneti feszültséget az általunk megkívánt 10 kV-os értékre.

A szikraköz házilagosan is kivitelezhető. Jól szigetelő anyagba rögzített, egymással kb. 10 mm-re szembe fordított esztergált fémcsúcs lenne az ideális, de két facsavar is megteszi; fontos a jó szigetelés.

A beszabályozott berendezésünk áramfelvétele 50 mA volt a mintakészülék esetében. Végezetül ennél a típusnál is megemlítjük, hogy kapcsolásunk kipróbáltan működik sorkimenő trafóval is, de annak bekötésénél oda kell figyelni!

6.7. Villanypásztor szabályozó elektronikával

Válogatásunk utolsó darabjaként már egy félprofesszionálisnak mondható, szabályozó elektronikával is rendelkező áramkört mutatunk be. Kapcsolási rajzát a **28. ábrán** láthatjuk, melynek külön érdekessége, hogy bizonyos részletek elhagyásával a 24. ábrán bemutatott készülék szolgáltatásaira egyszerűsíthető villanypásztorhoz juthatunk. Ami az áramköri részegységeket illeti, azokat már jól ismerjük, csak éppen a kidolgozásuk egy fokkal precízebb, illetve összetettebb. Ez a tény azonban magával hozza a berendezés szolgáltatásának bővülését, ugyanakkor a bemérésének nehézségét is.

Az ütemadó alaposzcillátorunk ismét műveleti erősítés megoldású, a már megismert egytelepes táplálású munkapontbeállítással. A visszacsatoló ág kialakításából láthatjuk, hogy újra erősen aszimmetrikus (kis kitöltési tényezőjű) négyszöggenerátorról van szó, amely a kimenetén 1 Hz-es, 6%-os kitöltési tényezőjű kapcsolójelet ad. Ebben az esetben a frekvenciát nem tettük szabályozhatóvá, szükség esetén az R5 vagy a C2 értékét módosíthatjuk.

Az ütemadó jele kétfelé ágazik el: egyrészt a T1-en keresztül a kapcsoló fokozatot vezérli, másrészt T2 segítségével kapuzza a DC/DC konverter oszcillátorát. A tároló kondenzátor (C8) töltését tehát inverterrel oldjuk meg, melynek alappillére most a CMOS alapú 555-ös timer. Az időzítő IC kapuzhatóságát a 20. ábra kapcsán már kihasználtuk, csak ott a célunk volt más.

Az inverter tölti az energiatároló kondenzátort, s ha az folyamatos üzemmű, akkor az a kisütés ideje alatt is fennáll. Ennek következtében a soros töltő ellenálláson tovább „pumpálja” a feszültséget, vagy ha ellenállás nincs, akkor rövidzárba dolgoztatjuk a trafó szekunderét, igaz csak egy pillanatra. Korrektebb megoldás az, ha az invertert a kisütés idejére leállítjuk. Ezt a feladatot végzi el T2, mikor is az IC Reset bemenetét az ütemadó jelének megfelelően testre húzza. Az inverter oszcillátora az ábrázolt alkatrészekkel 19 kHz frekvenciájú, kb. 50%-os kitöltési tényezőjű négyszögjelet ad beavatkozásmentes esetben (ld. később).

A rajzon ugyan látunk egy opcionálisan beültethető D* diódát amely azt kis kitöltésre változtatná, de alapesetben hagyjuk figyelmen kívül! A CMOS

IC kimenetét egy komplementer tranzistoros meghajtóval egészítettük ki, szerepéről már szóltunk a 23. ábra kapcsán. Az inverter feszültségnövelő transzformátora (Tr1) abból a szempontból érdekes, hogy az – azt követő szabályozó elektronikának köszönhetően – szinte bármi lehet (ld. később). Alapváltozatnak egy „Junoszty” televízió mini sorkimenő trafóját használtuk, ehhez igazítottuk az inverter üzemi frekvenciáját. A trafó szekunder feszültségét a D3, D4 egyenirányítja (vigyázzunk ez a feszültség akár 1...2 kV is lehet!), és az R19-en keresztül tölti a tároló kondenzátort. Ebből a feszültségből az R15, R16, R17 feszültségosztó „mintát vesz”, melyet IC1/b-ből kialakított komparátor hasonlít össze a D5, P által meghatározott referenciafeszültséggel.

A komparátor kimenete az időzítő „szabályozó feszültség” bemenetét (Voltage Control; 5. láb) vezérli a D2-n keresztül. Amikor a mintafeszültség – a kimeneti feszültség növekedésének következtében – eléri a beállított referenciát, a komparátor átbillen. Ekkor oly módon befolyásolja IC2 működését, hogy jelentősen csökkentve a jel kitöltési tényezőjét, a kimeneti jel sem növekszik tovább, azaz kvázi stabil és beállítható töltő feszültségünk lesz. Másrészt fogalmazva, adott mintavevő osztó esetén a referenciát meghatározó potencióméterrel a villanypásztor tárolt energiája szabályozható.

Visszatérve az ütemadó és a T1 funkciójához, azok egy triakos kapcsolófokozatot (Th) vezérelnek, amely a tároló kondenzátor feszültségét másodpercenként a gyújtótrafóra „rásüti”. A triak helyett megfelelő paraméterekkel rendelkező tirisztor (pl. BAT151) is alkalmazható, de mivel a „változatosság gyönyörködtet”, most triakot ültettünk be.

A kapcsolókörben látható L tekercs a triazienek „elnyelésére” hivatott, azaz az RFI szűrő részét képezi. Kivitelét tekintve egy kicsiny, kb. 13...15 mm átmérőjű gyűrűmagra tekercselt 6-7 menet legyen 0,4-0,5 mm-es CuZ huzalból. (Aki a precízebb fogalmazást szereti, az anyaga: Neosid 17-732-22, a katalógus szerint.) Hasonlót készen is kitermelhetünk pl. PC tápegységekből.

6.8. A szabályozó elektronika készülék elkészítése, beállítása

Az áramkör elkészítését ismét nyákterv (**29. ábra**) és beültetési rajz (**30. ábra**) segíti. Tekintve, hogy az egyes fokoza-



10. kép



11. kép

módosításokat hajtsuk végre. Hagyjuk el a mintavevő és a komparátor alkatrészeit, viszont ültessük be D*-ot, miáltal az inverter oszcillátor kis kitöltési té-

nyezőjűvé válik. (Ennek fontosságáról az előző áramkör kapcsán szoltunk) Elhagyhatjuk T2-t is és R11 helyét zárjuk rövide. Az alaposzcillátornál R4-et



GLOBAL FOCUS KFT.

1119 Budapest, Etele út 59-61.

Kézi PC-s oszcilloszkóp
oszcilloszkóp
+ spektrum analizátor
+ multiméter üzemmódok



PC-s oszcilloszkóp
- oszcilloszkóp
- spektrumanalizátor és
- adatgyűjtő funkciókkal

UNI-T műszerek

- hordozható és asztali multiméterek
- hőmérsékletmérők / infra
- érintésvédelmi műszerek



Műszerek és méréstechnikai eszközök forgalmazása, karbantartása

www.globalfocus.hu

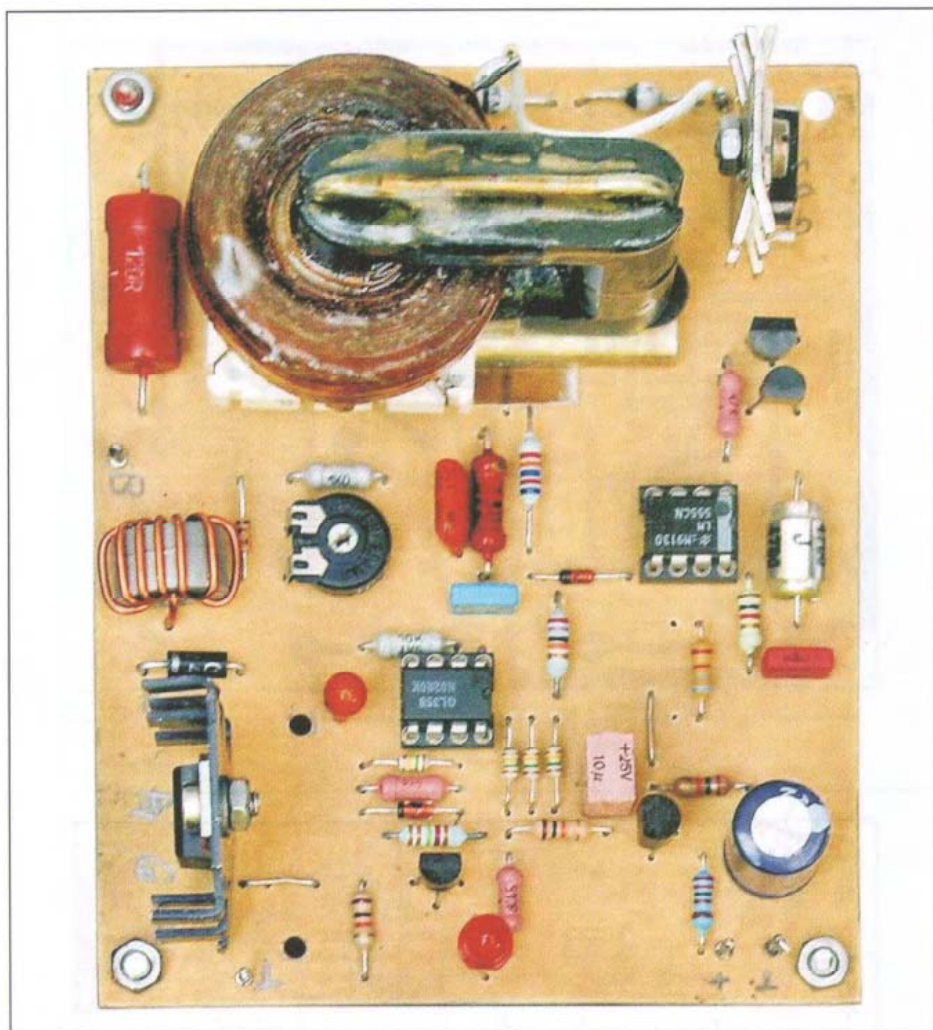
Tel.: (1) 481-1233, (1) 481-1161

ket mérve néhány esetre a következő értékek adódtak:

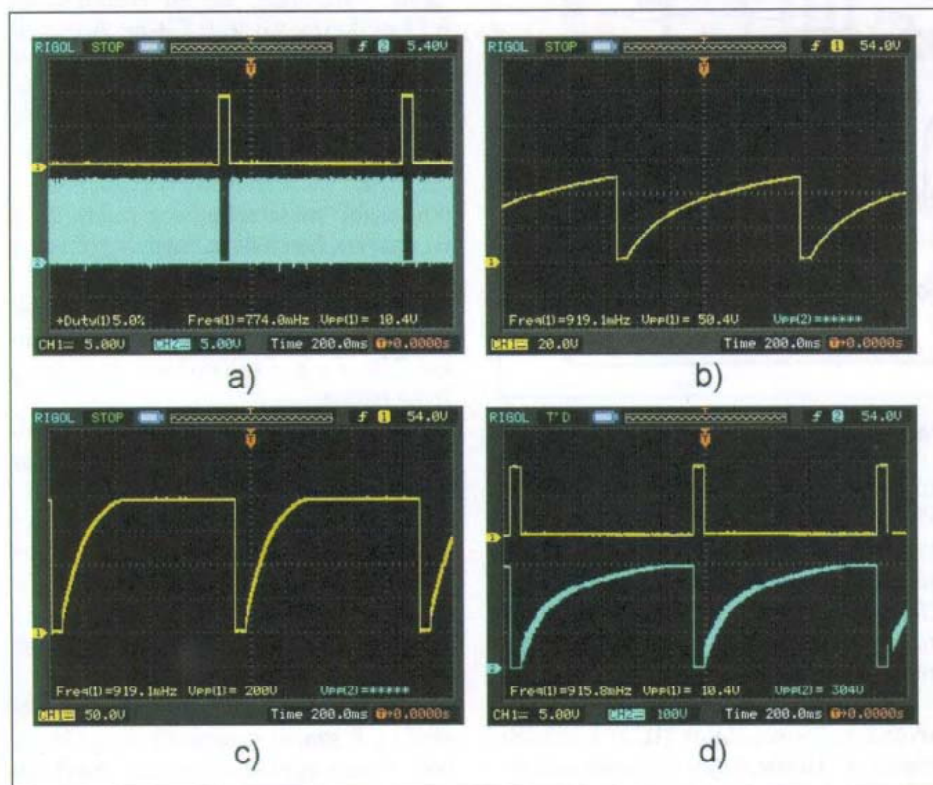
Kondenzátor feszültség (V)	70	170	350
Kitöltési tényező (%)	8,5	30	52

Ezek után következnek a kapcsoló fokozat működésének ellenőrzése. Szabadítsuk fel C8 testre kötött ágát és – imitálva a gyújtótrafót – egy 230/15 W-os égőt iktassunk be az áramkörbe a trafó helyére. Most már a töltés-kisütés folyamat a C ponton szépen nyomon követhető hagyományos oszcilloszkóppal is. Azt figyeljük meg, hogy legnagyobb megkívánt feszültségnél is elegendő-e a töltési idő C8 feltöltéséhez, vagy az inverter és/vagy alaposzcillátor frekvenciáján módosítani kell. A 31.b és a 31.c ábra 50 és 200 V-os beállított értékhez tartozó töltési folyamatot mutatják. Ugyanezen ábra d részlete az A és C pont egymáshoz viszonyított állapotát szemlélteti 300 V-os töltő feszültség mellett. Az ábrák elemzésével jól megállapítható, hogy mely töltő feszültség értéknél van az áramkörnek „frekvenciatartaléka”. Az áramfelvétel ekkor 75/160 mA volt.

Amennyiben minden a leírtak szerint működik, csak akkor kössük rá a gyújtótrafót és végezzük el az ívhúzá-



9. kép



31. ábra

szos terhelési próbát! Ebben a végleges összeállításban a készülék áramfelvétele 300 V-os beállításban átlagosan 150 mA volt. Tekintve az alkalmazott félvezetők nagy kapcsolási sebességét, a rájuk szerelt piciny hűtőborda is csak jelképesnek tekinthető (9. kép), semmilyen alkatrész nem melegedhet.

6.9. Módosítások

Az áramkör elemzésének rövid bevezetőjében említettük, hogy lehetséges az áramkör módosítása, vagy egyszerűsítése, amennyiben ezt a felépítést bonyolultnak találjuk. Minden az alábbiakban vázolt módosítás nem érinti a dokumentáció megváltoztatását, mert a nyaktervet úgy alakítottuk ki, hogy azok elvégezhetők legyenek.

1. Amennyiben IC2 nem CMOS változatú, akkor T3-T4 elhagyható, R3-at közvetlenül T5 gate-re kössük.

2. Amennyiben nem kívánunk az energiaszabályozó automatika előnyeivel élni, azt a kapcsolásból elhagyhatjuk. Ehhez a következő egyszerűsítő

Megjelent a digitális

RÁDIÓTECHNIKA

Itt keresse: www.dimag.hu

- 40%-kal olcsóbb
- elektronikus fizetés
- nincs postaköltség
- környezetbarát
- gyors hozzáférés
- online vagy offline
- min. Win XP-s PC-n, Apple iPad-en, Androidos mobilon, táblagépen



Vásárlás, előfizetés, további információ: www.dimag.hu

Dimag your digital media

név:
jelszó:

Regisztráció | Elfelejtett jelszó | Bejelentkezés

Kosár
kosár tartalma ▼
0 Ft **Fizetés**

Főoldal | Magazinok | dimag reader | Hírek | Gyakori kérdések | Kiadóknak | Magunkról | Ügyfélszolgálat

tematika
Barkács / Technika
Szabadidő/Szórakozás
Technika

kiadvány
Rádiótechnika

további kiadványok
1 Szuka
100% Fradi
108.hu magazin
4x4 magazin
576 Katalógus
576KByte
A 100 leggazdagabb

DIMAG READER ANDROID **DIMAG KUPONJA VAN? ITT BEVÁLTHATJA...**

LEGYEN SZERENCÉS AZ ÚJÉVBEN IS, NYERJ MINÉL TOBB AJÁNDÉKOT A DIMAGON!

explorer **%TIPP** napi **tovább**

Rádiótechnika 12.01
ELEKTRONIKAI FOLYÓIRAT

Rádiótechnika 2012/01
Korunk a rádió-elektronika világa, ezt hozza emberközelbe a már a LXII. évfolyamában járó RÁDIÓTECHNIKA elektronikai magazin. Profijában és tematikájában egyedül a piacon, rovatok: Hi-Fi-technika, DIY elektronika, amatőr és CB-rádiózás, hardver/szoftver, alkatrészek, rádió-tv vétel.

Ára: 645 Ft **belépő**

Rádiótechnika előfizetések

1 év (12 db) 6450 Ft	fél év (6 db) 3510 Ft	negyed év (3 db) 1800 Ft	havi
----------------------	-----------------------	--------------------------	------

SHARE

40% **Lapszám vásárlása**

Hamarosan több kiadványunk – RT évkönyvek, HE Füzetek – digitálisan!

cseréljük 100 kiloohmra, miáltal a kitöltési tényező 32%-ra növekszik. A triak gyújtásához ekkor a szaggatottan és pirossal rajzolt differenciáló tagokat ültessük be (a nyákon van helyük, de külön nem jelöltük.) Ezzel az átalakítással a 24. ábrával egyenértékű berendezéshez jutottunk, bizonyítva ugyanannak a szolgáltatásnak az áramköri változatosságát.

3. Amatőrépítésű berendezések nem foglalkoznak – s konkrétan mi sem tesszük – a villanypásztor, mint meghajtó generátor illesztési kérdéseivel. Amikor a tároló kondenzátor energiája (itt C8) Tr2 transzformátoron keresztül kisül, akkor az energia nagy része a kerítésbe jut. Amennyiben a kerítés terhelő impedanciája nem egyezik meg a kimeneti feszültségnövelő transzformátor (itt nem feltétlenül gyújtótrafó) van szó impedanciájával, akkor nincs 100%-os energiaátadás, az energia kis része reflektálódik Tr2 primer tekercsbe. Ez pedig megfordítja a mágneses doméneket a trafóban és ellenfázisú forrásfeszültséget hoz létre, amelyet el kell disszipálni. Ha ezt a visszaható feszültséget nem disszipáljuk el, akkor az mint negatív feszültség visszareflekálódik a kerítésbe. Ez a negatív feszültség megnövelné a kerítésben levő impulzus időtartamát, s ezzel a biztonsági kockázatot is.

A [6] nyomán a C pontra kötendően szaggatottan és pirossal rajzoltunk be az áramkörbe egy lehetséges megoldást az iménti probléma kivédésére. A visszareflekálódó ellentétes polaritású feszültség kezdetben a töltő kondenzátorban tárolódik, majd nyitófeszültségként szolgál Th számára, így az disszipálja el. Az R* és D alkatrészek a tirisztor munkapont beállító elemei. Ennek a részáramkörnek konkrét kidolgozása további laborkísérleteket igényel, hogy annak gyakorlati haszna

igazolható legyen, tekintettel arra, hogy rövid „hatótávolságú” berendezésekkel foglalkozunk.

Meg kell jegyeznünk, hogy ugyan csak [6] nyomán lehetséges a 28. ábra áramköri struktúráját (és nem konkrétan az áramkörei részleteit) másfajta szabályozási automatizmusra is kialakítani. A mi gondolatunkban a tárolt energia szabályozhatóságát mutattuk be, a tápfeszültséget állandónak tekintettük. A szabályozási elvet megtartva a kapcsolás átdolgozható arra a követelményre is, hogy egy fix kimeneti energia akkor is maradjon konstans, ha a telepfeszültség (akkumulátoros üzem) elkezd csökkenni, majd egy, az akkura nézve kritikus határ elérésekor a készülék álljon le. Nagyszámú olvasói érdeklődés esetén ennek a megoldásnak kidolgozására egy későbbi alkalommal visszatérünk.

Az előző oldalakon négy különféle szolgáltatású és ennek megfelelő áramköri felépítésű villanypásztor-elektronikát mutattunk be, melyeknek ilyenolyan változatai sok helyen megtalálhatóak. Célunk az ismeretek rendszerezése volt, valamint az, hogy az elméletet hogyan lehet már-már inkurrens, ennélfogva olcsó alkatrészekből a gyakorlatban megvalósítani. *Valamennyi áramkörünk kivitelezésére javasolható, hogy utánépítés esetén a kiválasztott teljes elektronikát jól szigetelt, időjárásálló kültéri műanyag dobozba szerelvényezzük. Ez utóbbi feltétlenül teljesítse az MSZ 806/1-76, (újabbban az MSZ IEC 529) a min. IP55-ös védetségű fokozatra vonatkozó előírásait! A dobozra jól olvashatóan helyezzük el a „NAGYFESZÜLTSEG!” feliratot! A szerelt elektronikai egységünket a gyújtótranszformátortól kezdődően speciális – és autóvillamossági boltokban*

kapható – ún. gyújtókábellel kössük össze a karámvezetékekkel (10. kép). Amatőrviszonylatban a középkategóriás, fém vezetőszállal rendelkező típust válasszunk!

A dolog természetéből adódik, hogy valamennyi áramkör hosszú idejű viselkedéséről nem tudunk beszámolni.

Tartós üzem tekintetében egyetlen kivételt – a szerzőnek a cikk megírására inspirációt adó Nagy László Attila kollégája által elkészített – gyújtótrafóval működtetett alapváltozat „üzemi” tapasztalata jelenti. Az általa megépített berendezés másfél éves folyamatos működés mellett teljes egészében beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A rendelkezésünkre bocsátott fényképek még a telepített rendszert mutatják (11. kép).

Jelenleg a kerítésre sincs már szükség, a kutyák a „védett” útvonalat oly annyira tiszteletben tartják, hogy „rázós” emlékképeik után azt villanypásztor hiányában sem közelítik meg.

Tekintettel a téma változatos megvalósítási lehetőségeire, néhány további feldolgozott példát a Rádiótechnika hasábjain szándékozunk közzé tenni.

Végezetül a szerző köszönetet mond Gyűrű Attila úrnak az igényes tárgyfejtők elkészítéséért.

Irodalomjegyzék:

1. Nagymáté Cs. Dr. Nagymáté E.: A levegőionizátor; Rádiótechnika Évkönyve 2011, 93-121. o.
2. Vargyas Csaba Attila: Hasznos tanácsok kerítést telepítők részére; Agrárágazat Mezőgazdasági Havi Lap 2010/4. (Netes forrás)
3. Duleepa J. Thrimawithana: A Novel Electric Fence Energizer, Design and Analysis (doktori értekezés)
4. Hobby Elektronika 2002/5. 161. o.
5. Hobby Elektronika 2002/8. 272. o.
6. David L. Shaw, Gerald D. Wyatt: Electric Fence Charger; USA szabadalmi leírás

RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG!

Régebbi
RÁDIÓTECHNIKA
Elektronika lappéldányok,

illetve a HE '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, 2000, '01, '02, '03 és '04-es számainak nyák-filmjei is beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

Ha nincs meg...

Címünk:

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.
Személyesen hétköznap 9-14 óra között.

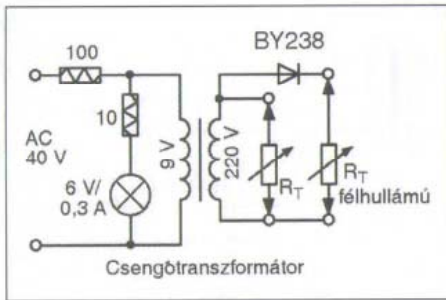
Postacím: RT vagy HE szerkesztősége 1374 Budapest, Pf. 603.

E-mail: hambazar@radiovilag.hu

Utazás előtt érdemes telefonon érdeklődni: 239-4932, 239-4933!

A **Rádiótechnika** és a **Hobby Elektronika** 2005 előtti számai egységesen 300 Ft/db, a **HE nyák-filmjei** 250 Ft/db áron.

RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! 3



2. ábra

szükség van a földhöz képest, és az anódkörben levő trafó segítségével rövidre zárja az izzóból és a vele sorba kötött ellenállásból álló tagot. Így az izzó nem világít, legfeljebb parázslík, ami fontos lehet az erős állomásra való hangolás esetén a gyors reagáláshoz. (Ezt a trükköt egyébként még 20-30 évvel ezelőtt az izzólámpás reklámokban is alkalmazták.)

A működés vizsgálatához (modellezéséhez) a 2. ábrán látható kapcsolási elrendezést készítettem. Mely adatok voltak ismertek a Standard rádiókból? Sajnos csak a jelzőizzó alapparamétereit (4 V/0,3 A) és a vezérlő elektroncső (T7; AC2) adatlapja. Ennek alapján készült el az ábrán bemutatott elrendezés. Az izzó ebben az esetben 6,3 V/0,3 A-es, az izzóval sorba kötve 10 és 100 ohmos ellenállás van, míg a transzformátort egy csengőreduktor helyettesíti. Az elektroncsövet egy BY238 dióda és egy ellenállásdekád modellezi.

A mérési eredményeket az 1. táblázat tartalmazza. Megjegyzések a mérési adatokhoz: az áram- és feszültségmérések olyan kéziműszerrel történtek, melyek a váltófeszültség pozitív és negatív félperiódusát is egyaránt mérik. (Feszültségmérő: GANZUNIV-3, árammérő: H&B MULTAVI-5.)

Ezt külön ellenőriztem és eszerint választottam ki a mérőműszereket, bár tudom, hogy valós effektívértéket mérő műszert kellett volna használnom! (Volt ilyenem, de megtért őseihez...)

A „hangolólámpás” kifejezést az [1] irodalomból vettem át.

A hangolólámpás hangolásjelző fogyasztása (hálózatból történő teljesítményfelvétele) igen érdekesen alakul. Ugyanis minél erősebben világít az izzó, annál kisebb a teljesítményfelvétel és fordítva! Az eredeti elrendezésben sorba van kötve egy 60 ohmos és egy 6 ohmos ellenállás, valamint egy 4 V/0,3 A-es izzó. Ahhoz, hogy az izzó maximális fényerővel világítson, $U = (I \cdot R) + 4V$, azaz $19,8 + 4 = 23,8$ V-os transzformátor-leágazáshoz kell kötni a rend-

1. táblázat

Tiszta ohmos terhelés		Félhullámú ohmos terhelés	
I_T , mA	$U_{izzó}$, V	I_T , mA	$U_{izzó}$, V
0	6	0	6
2,55	5	1,25	5,5
4,25	4,4	3	4,7
5,25	4	5,5	3,5
6,5	3,6	7,5	2,65
10	2,4	10	1,85
14	1,35	10,25	1,75

szert. De ha az izzó sötét, (mert az izzó és a 6 Ω -os ellenállást a trafó rövidre zárja) akkor $I = U/R$, azaz $I = 23,8/60 = 0,3966$ A folyik. Vagyis, ha az izzó világít, akkor $P = 23,8 \cdot 0,3 = 7,14$ W, ha az izzó sötét, akkor $P = 23,8 \cdot 0,3966 = 9,44$ W a teljesítményfelvétel. Természetesen ebben az értékben még nincs benne az AC2 cső fűtőtelsítmény-felvétele, ami 4 V-tal és 0,65 A-rel számolva, további 2,6 W-ot jelent.

Végezetül szeretnék egy bűvös kifejezést leírni, amely ráillik erre a kapcsolási elrendezésre: ez a „mágneses erősítő”. Jelen esetben egy kis árammal, a T7 anódcáramával vezéreljük a sokkal nagyobb áramú izzólámpa áramát, egy transzformátor közbeiktatásával. Ezt az elvet használják pl. az EMG 1834-II típusú hálózati feszültségstabilizátorában is. (A szerkesztő megjegyzése: a mágneses erősítő olyan teljesítményerősítő eszköz, amelyben végső soron kis egyenáramú teljesítményváltoztatással lehet létrehozni jóval nagyobb váltóáramú teljesítményváltozást. Az erősítési folyamat a vasmag permeabilitásának változása által jön létre. A jelenség és az eszközök egyszerű, de átfogó ismertetése pl. a [3]-ban olvasható.)

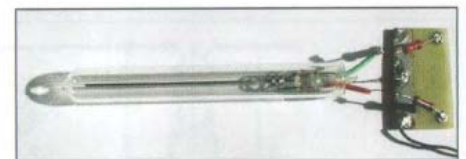
3. Neoncsöves hangolásjelzők

Míg a hangolólámpás hangolásjelzős készülékek típusváltozatainak száma elenyészően kicsi, (kettőt találtam) addig neoncsöves hangolásjelzővel több típust is felszereltek; Magyarországon tudomásom szerint hatféle rádióba került. Vajon miért?

Az okok a következők lehetnek: sokkal egyszerűbb kapcsolási elrendezés, elmarad a mágneses erősítő trafója (a biztonságos szigetelés problémájával együtt, hiszen a trafó kisfeszültségű

tekerce és a jelzőizzó közvetlenül össze van kötve a hálózati feszültséggel). Továbbá összehasonlíthatatlanul kisebb fogyasztás, esztétikusabb látvány és könnyebb kiértékelhetőség jellemzi, mivel a fénycsík hosszát – ez függött a térerőtől – akár beosztással is el lehetett látni. Ezzel szemben az izzó fényerejéhez nehéz volt bármit is viszonyítani, mivel annak megítélése erősen függött például a rádióhallgatás helyén levő megvilágítástól!

Ezeket az előnyöket azonban nem adták teljesen ingyen, hiszen egy új vákuumtechnikai eszközt kellett kifejleszteni és gyártani: a neoncsövet. Ismereteim szerint a hazai készülékekbe kétféle típusú neoncső került, úgymint a VT2 és a VT8. A VT2 egyirányú, míg a VT8 szimmetrikus kitérítésű cső volt. A két típus között kapcsolási elrendezésben nem volt különbség, legfeljebb a gyújtó- és a vezérlő elektródával sorba kötött ellenállás értékekben volt eltérés.



1. kép



2. kép

Hangolásjelzők fejlődése az izzólámpától a varázsszemig

Borody Huba okl. villamosmérnök, huba@borody.com

Mi is ihlette ezt a cikket? Az MTV 2012. január 30-án közvetített „Maradj talpon!” c. műveltségi vetélkedőjén 2'20 másodperc alatt ketten is kiestek egy furmányos feladvány miatt, aminek a meghatározása pontosan így szólt:

– Zöld fénye miatt így nevezték a hangolásjelző csövet a régi rádiókon. (Négy betű is meg volt adva a válaszból.) Nos, többek közt a pórul járt versenyzőknek is szól ez az írás!*

1. A hangolásjelzők megjelenése

Az ún. egyenes rendszerű rádiókészülékekkel párhuzamosan megjelentek a szuper rendszerű készülékek. Az általam forrásként használt irodalom szerint ([1] és [2]) az egyenes vevők ipari gyártása 1925-től 1942-ig tartott, míg a szuper rendszerű készülékek gyártása 1931-ben kezdődött Magyarországon. Vagyis volt egy 12 éves időszak, amikor párhuzamosan gyártottak egyenes és szuper rendszerű vevőkészülékeket. Nyilván más-más árkatóriájú készülékekről van szó. A szuper rendszerű rádiók megjelenésével leegyszerűsödött a rádióvevők állomásra hangolása. Az egyenes rendszerű vevőknél használni kellett az állomáskeresőt, az antennacsatolót (ez volt a hangerőszabályozó is, bár nem minden egyenes rendszerű vevő rendelkezett állítható antennacsatolóval) és a visszacsatoló gombot (ezzel lehetett a maximális érzékenységet és a legjobb szelektivitást beállítani, ill. a hangerőt is lehetett vele szabályozni ott, ahol nem volt állítható antennacsatoló). Vagyis egyszerre három, de minimum két gombot kellett tekergetni. A szuper rendszerű vevőknél elég volt csak az állomáskeresőt forgatni.

Az egyenesvevők használatát tovább nehezítette még az a körülmény is, hogy a rádióállomások szaporodásával egyre nehezebb lett ezen készülékek kezelése. A vétel helyén egyre sűrűbben váltogatták egymást a kis és nagy térerejű állomások. Ez különösen akkor okozott problémát, ha a vevőnkkel éppen a gyengébb állomást akartuk hallgatni. Gondoljunk a szinte kötele-

zőként beépített hullámcsapdára, mely az erős helyi adó gyengítésére (kiszűrésére) szolgált. A szuperheterodin rendszerű rádióknál a több hangoltkör miatt megnőtt a rádiók szelektivitása, és a nagyfrekvenciás fokozatok számának növekedésével ugrásszerűen megnőtt a rádiók érzékenysége is. Állomáskereső közben csak az állomásbeállító gombot és a hangerőszabályozót kellett állítani.

Ekkor vetődhetett fel az ún. „néma hangolás” igénye: azaz lecsavart hangerőszabályozó esetén is meg lehessen könnyen találni a keresett állomást, és pontosan rá lehessen hangolni a rádiót. Ne feledjük, minden szuper rendszerű rádió rendelkezett a rádióállomások neveit tartalmazó rádióskálával is! (Egyenesvevőknél általános volt a 180°-os beosztású hangológomb, a készülékeknek csak egy részét szerelték fel az állomások neveit tartalmazó skálával.) Ha már „némán” behangoltuk a rádiót, akkor be lehetett állítani a kívánt hangerőt is. Természetesen az összes ismertetésre kerülő hangolásjelző tájékoztatott az adott rádióállomásnak a vétel helyén létesített térerejéről is. A technika fejlődésével a hangolásjelzők ugyanúgy fejlődtek, mint a rádiók egyéb áramköri megoldásai és építőelemei, noha egy ideig egyazon évben előfordult akár mindháromféle hangolásjelző is a gyártott készülékekben (úgy mint: hangológó, neoncsöves és műszeres). Az

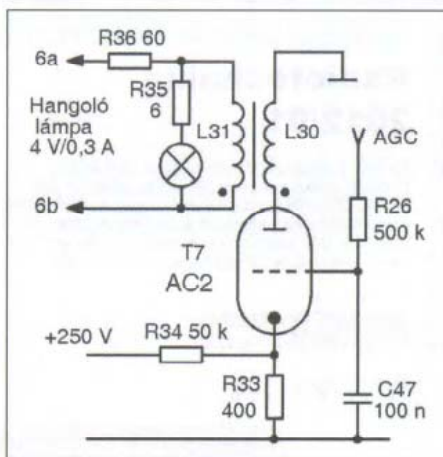
1937–38 -as évben a varázsszem is bekerült negyedik megoldásként.

A hangolásjelzőket minden esetben a felerősített, demodulált és a hangfrekvenciás modulációtól megszürt antennajel működtette valamilyen úton-módon. Ez a jel tulajdonképpen a rádió automatikus erősítésszabályzó jele (AGC), hiszen egy vagy több változó meredekségű csövet vezérelt. (Ilyen szabályzást kapott elsősorban a KF erősítőcső, és rendszerint leosztott szabályzójel került a keverőcsőre.)

Véleményem szerint különösen a varázsszem előtti hangolásjelző megoldások ismertetése azért is lehet hasznos, mivel ezek egy része feledésbe merült. Sok fiatal nem is találkozhatott a korábbi megoldásokkal, mert kevés készüléktípusba építették be azokat. A szakirodalomban csak rendkívül szűk körű leírás vagy magyarázat található a működésükről. Jelen írás azt tűzte ki célul, hogy megmutassa a fejlődés egyes fázisait, és segítse a régi készülékeket restauráló munkáját.

2. Hangológó (izzólámpás) hangolásjelző

Talán a legbonyolultabb megoldás, ami az 1936 és 1938 között gyártott készülékekben fordul elő ([1] és [2]). Lényege, hogy egy kis jelzőizzó fényerejét változtatja az elektronika a demodulált antennajel nagyságának megfelelően. Talán ennek a hangolásjelzőnek ismert legkevésbé a működése. Hogyan is működött a jelzőrendszer? Vizsgáljuk meg a Standard Imperator rádióban alkalmazott megoldást (1. ábra). Az ábrán csak a működés megértéséhez fontos részletek láthatók. Nagy térerő (erős állomás) vételekor a T7 jelű AC2 típusú cső le van zárva, ezért az izzó maximális fényerővel világít. Ha nincs antennajel vagy nagyon kis értékű, akkor a T7 rácsa nem kap negatív AGC feszültséget. A cső vezet, (az R33 és az R34 alkotta osztón létrejövő feszültség megszabta munkapontnak megfelelően), amikor is az anódján pozitív fe-



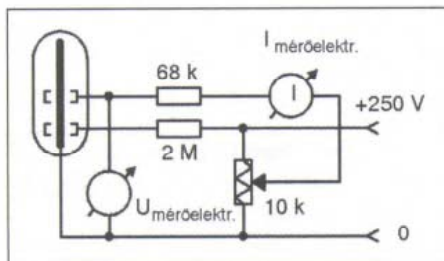
1. ábra

2.b táblázat

Katód világító hossza, mm	0	45	90
Mérőelektroda árama, mA	0,4	2,6	6,5
Mérőelektroda feszültsége, V	140	145	150

3. táblázat

Neoncső típusa	Mérőelektroda feszültsége, V	Mérőelektroda árama, mA
VT2	0	-27 μ A
	100	0
	140	0,1
	144	0,2
	145	0,3
	148	0,4
	150	0,5
	152	0,75
	155	1
	158	1,3
VT8	0	-2,5 μ A
	45	0
	138	0,1
	140	0,2
	141	0,3
	142	0,4
	144	0,5
	146	0,75
	150	1
	156	1,35
RR145S	0	-4,5 μ A
	46	0
	132	0,1
	133	0,2
	134	0,3
	135	0,4
	136	0,5
	137	0,75
	138	1
	140	1,55



5. ábra

feszültségstabilizátornak.) Elkészítettem az 5. ábrán látható mérési összeállítást. Az előző ábrához képest csak a feszültségmérés helye változott, ill. beiktattunk egy árammérést.

A mért áram- és feszültségadatok a 3. táblázatban találhatóak. A mérési eredményekből látható, hogy a neoncső típusától függetlenül, a fénycsík hossza csak az elektroda áramától függ. Ezt az áramot hivatott adott értéktartományon belülre korlátozni az R_{vez} ellenállás.

Az áramkör fogyasztása nagyon csekély, hiszen a neoncsőnek fűtőteljesítményre sincs szüksége.

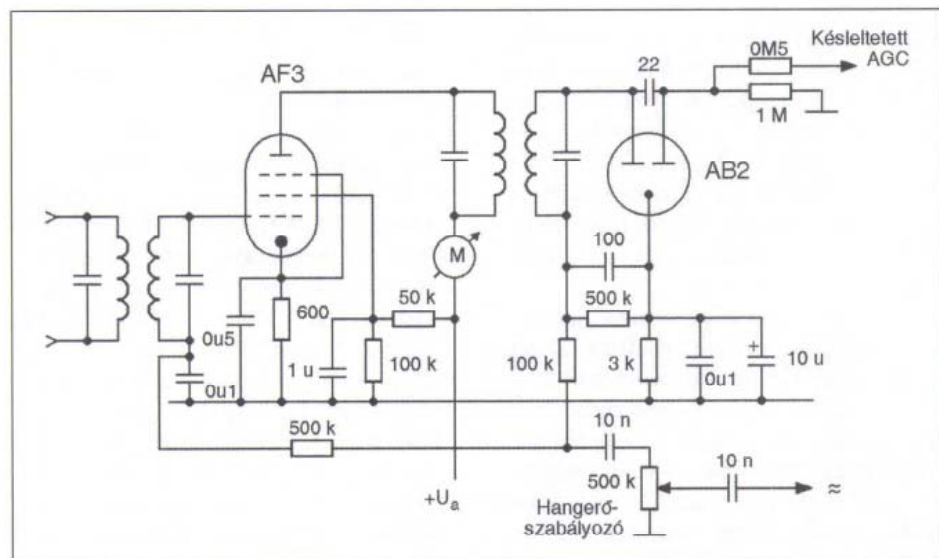
Találtam neoncsöves hangolászjelzőre egy gyári műszeres alkalmazást is, mégpedig a Philips GM-3121 típusú GDO-jában, amibe 4662 típusú csövet építettek be.

4. Műszeres hangolászjelzők

1934 és 1939 között mintegy 14 féle hazai típust szereltek fel hangolászjelző műszerrel. A hangolászjelző eszközök tekintetében talán ez volt a legegyszerűbb megoldás. Egy lehetséges kapcsolási elrendezés a 6. ábrán látható. Ezt a megoldást a *Standard Szuper 36-os* készülékben alkalmazták. A kapcsolás erős hasonlóságot mutat a neoncsöves hangolászjelzőhöz, azzal az eltéréssel, hogy a szabályozott KF erősítőcső anódkörében levő KF-trafóval sorba kapcsolva most nem egy ellenállást találunk, hanem egy mutatós műszert. Ez egy mai értelemben viszonylag érzéketlen alpműszer volt, általában 10 mA-es végkitéréssel. A műszer „fordítva” volt skálázva, vagyis a maximális műszerkitéréshez a jel nélküli állapot tartozott és viszont. A műszer a változó meredekségű KF erősítőcső anódáramát mutatta, mely az AGC feszültségtől függött, azaz a demodulált antennajelről. A mérőkör szinte teljesítményfelvétel nélkül működött, leszámítva esetenként az alpműszer megvilágítását szolgáló izzó fogyasztását.

Érdekes lenne megtudni, hogy akkoriban mennyibe kerülhetett egy ilyen alpműszer? Például hány neoncsövet lehetett volna kapni az áráért? Ne felejtjük el, ezek igazi alpműszerek voltak és nem tucatdarab indikátorműszerek!

A műszeres, neoncsöves és hangolászjelző kijelzést az 1938-39-es évektől a csöves rádiókészülékekből teljesen kiszorította a varázsszemes hangolászjelző. De erről majd később. Azért nem ment feledésbe a műszeres



6. ábra



3. kép



4. kép

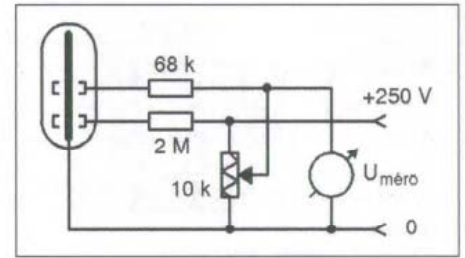
Az 1. képen egy ismeretlen típusú, de működő példányt láthatunk, a kísérleti beüzemeléséhez szükséges külső ellenállásokkal felszerelve. E darab előnye, hogy a cső sem kívül, sem belül nincs festve, így belső felépítése szemügyre vehető. A 2. kép az elterjedtebb, festett falú típusokból mutat be hármat: a VT2 egyirányú, a VT8 szimmetrikus és a RR145S egyirányú kijelzőt.

A demonstrációs példányt működés közben a 3. és a 4. kép mutatja. A felvételek tanúsága szerint a katód állapota hagy némi kívánnivalót maga után, ugyanis a világító fénycsík eléggé foltos! A hengeres üvegcső hosszában, a cső középvonalában helyezkedett el a katód, melyet földre (a tápegység negatív sarkához) kellett kötni. A cső alsó vége közelében volt a gyűjtőanód (segédanód); ezt 2 Mohm körüli ellenálláson keresztül a pozitív anódfeszültségre kötötték. Ez az elektróda gyújtotta be a csövet.

Volt egy alakra hasonló másik elektróda, ami vagy a katód alsó végé-

nél volt (egyirányú kitérítésű cső) vagy annak közepénél (szimmetrikus kitérítésű cső). Mindkét elektróda gyűrű alakban vette körül az egyenes katódot.

A hangolásjelző rádióban történő alkalmazását a *Philips Luxus Szuper* készülékén, a 3. ábrán mutatom be. Vagyis a katód földön, a segéd- vagy gyűjtőelektróda 2 Mohmos ellenállással az anódfeszültségre kötve, míg a ve-



4. ábra

2.a táblázat

Hangolásjelző típusa	Mérőelektróda feszültsége minimális fényhossznál, V	Mérőelektróda feszültsége maximális fényhossznál, V
VT2	140	250
VT8	140	250
RR145S	125	250

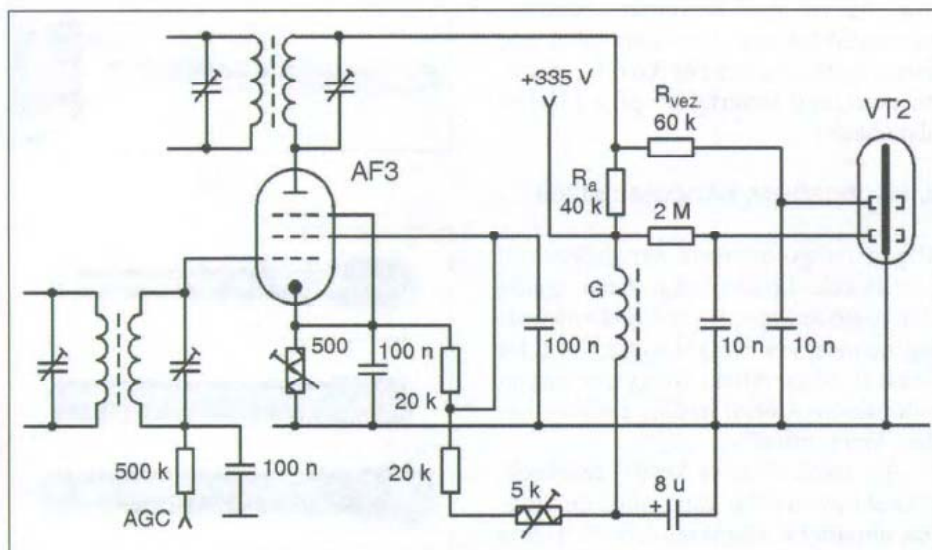
zérő elektróda 60 kohmos ellenálláson keresztül az AF3, változó meredekségű cső anódkörében levő KF-trafó és a vele sorba kötött $R_a = 40$ kohmos ellenállás közös pontjáról kapott táplálást. Ezen a ponton levő feszültség értéke egy dologtól függött: az AF3 rácsára kerülő szabályozófeszültségtől, vagyis a demodulált antennajel nagyságától. Erős állomás vételkor a cső lezárás felé volt szabályozva, anódárama kis értékű volt, így az R_a -n csak kis feszültségesés keletkezett. Az R_{vez} ellenállásra ekkor nagyobb feszültség került, és a fénycsík hosszabb lett, jelezve a nagy antennajelét (erős állomást). Gyenge antennajelnél vagy állomás nélküli esetben a KF erősítőcső nagy árammal vezetett, az R_a -n nagy volt a feszültség-

esés, következésképpen az R_{vez} -re kisebb feszültség került, ennek hatására a fénycsík összezsugorodott.

A kijelzőcső működését azért érdemes körbejárni, mert az előbbiekből úgy tűnik, ez egy feszültségvezérelt eszköz, de nem az! Ugyanis a fénycsík hossza nem az elektróda feszültségtől függ, hanem az elektróda befolyó áramtól! (Igaz ugyan, hogy ez viszont az R_{vez} és az U_{vez} értékétől függ.) De hogyan? Nos, erre építettem egy mérőkapcsolást, ahol – katalógusadat nem lévén – felvettem R_a -t 2 Mohmra, R_{vez} -t pedig 68 kohmra (szokásos értékek). A vizsgált csövek mindegyike használt, de működő darab volt. A mérési összeállítást a 4. ábra, míg a mérési eredményeket a 2.a táblázat tartalmazza ($R_{gyujtoelektród} = 2$ Mohm, $R_{meroelektród} = 68$ kohm).

A 2.b táblázat az 1. képen látható neon hangolásjelző mérési adatait tartalmazza. A cső méretei leszívó csönk nélkül: $\varnothing 14,5 \times 118$ mm, teljes hossza: 124 mm, a világító katód hossza: 90 mm. A mérés során alkalmazott, önkényesen megválasztott ellenállások: $R_{gyujtoelektród} = 1,8$ M Ω , $R_{meroelektród} = 11$ k Ω .

Elgondolkodtató volt, hogy az R_{vez} -re adott feszültségtől miért függ a fénycsík hossza, hiszen egy gázkiszűlésű csőnél az ún. égőfeszültség nem változhat széles tartományban! (Pl. egy VR150-es stabilizátor csőben 5 mA és 50 mA-es áramhoz egyformán 150 V körüli feszültség tartozik, csak a katódhenger nagyobb felülete világít a nagyobb áramtól, míg az égési feszültség csak pár voltot változik. Ezért hívjuk



3. ábra

(vagy Indikátor) egység". Ez egy mini-atűr katódsugárcső téröltő ráccsal, eltérítő lemezzel és világító ernyővel, fókuszáló elektródák nélkül. A két csőfél katódja és fűtése közös. Az elektródák elnevezései: f = fűtés, k = katód, g = vezérlőrács, g' = téröltőrács, a_1 és a_2 = anódok, St_1 és St_2 = eltérítő elektródák, L = világító ernyő.

- A fűtés és a katód (f , k) szerepe ismert.
- Vezérlőrács: (g). Erre vezetjük az AGC feszültséget, és ez vezérli jelen esetben a két darab anódra jutó elektronáramot.
- Anódok: egy (a) vagy két darab (a_1 , a_2) van belőle attól függően, hogy milyen típusú eszközzel van szó. A két anód esetén az anódoknak mindig eltérő a méretük, ugyanis ezzel lehet elérni a két eltérítő rendszer eltérő érzékenységét. Az EM4-nél az egyik anód 3 mm, míg a másik 8 mm széles, a többi méretük egyezik. Ez azért hasznos, mert így kis és nagy jelnél (kis és nagy AGC feszültség) is jól látható indikációt kapunk, nem kell még külön a hangolászjelző érzékenységét állítani. Az anód-munkaellenállások viszont egyforma értékűek.
- Téröltőrács: (g'). Legtöbb esetben lekötik a kijelző egység katódjához. Ha ki van vezetve, akkor segítségével az ernyő fényerejét lehet vezérelni úgy, hogy közben nem változik a kijelzés nagysága. (Pl. a vizsgált EM71 esetében -5 V nál már teljesen elsötétedett az ernyő.)
- Eltérítő elektróda: (St). Ezt az elektródát késnek is nevezik; talán legjobban a katódsugárcsőveknél használatos eltérítő elektródához (lemezhez) hasonlítható a feladata. Szinte majd minden esetben csövön belül össze van kötve az a_1 és az a_2 jelű anóddal. Az EM4-es csőnél a kések $0,5$ mm átmérőjű huzalok, és a keskenyebbik anódhoz tartozó kés benyúlik teljes hosszban a szélesebbik anódba is.
- Világító ernyő: (L). Ez egy speciális, a becsapódó elektronok hatására fénykibocsátó anyaggal bevont lemez, elsősorban a régebbi varázsszemeknél, míg újabbaknál a cső üvegfelületére felvitt fénykibocsátó anyag,

(mint a katódsugárcsőveknél). Az ernyő színe a bevonat anyagától függ, rendszerint zöld. Ha az St elektródák feszültsége kisebb, mint az L ernyő feszültsége, akkor a negatív töltésű elektronok az ernyő felé repülnek egy keskeny sávban, vagyis az ernyő nagy felülete sötét. Ha az St elektródák feszültsége nő, akkor az elektronok eltérülnek a kések (St) felé, és egyre nagyobb felülete fog világítani az ernyőnek. (Azaz ha a kések feszültsége növekszik, akkor az elektronok által elért világító ernyőfelület megnő.)

Itt lép be a működésbe a triódás erősítő, melynek anódja össze van kötve a késekkel. A trióda-anódokon egy-egy munkaellenállás van, értékük 100 kohm és $2,2$ Mohm között változik csőtípustól függően. A trióda rácsán 0 körüli feszültség esetén a cső nagy árammal vezet, ezért az anóddenálláson nagy lesz a feszültesedés, vagyis kis értékű lesz a késre jutó feszültség. Ennek következtében a világító ernyő nagy felülete sötét marad. -5 V, illetve -16 V feletti feszültség a triódákat lezárja, anódáramuk csökken, és ennek hatására megnő az anódfeszültségük. A megnövekedett anódfeszültség rákerül a késre, miáltal megnő az ernyőn levő fénysáv.

A varázsszemek közül talán a kosaras foglalatú kettős érzékenyséű EM4 a legnagyobb karriert befutott típus. Kettős érzékenysége folytán kis és nagy AGC feszültség esetén is jól értékelhető kijelzést ad. Műszeripari elterjedése és használata is ennek tulajdonítható. Továbbá 200 mA-es fűtőárama lehetővé tette „C” sorozatú 200 mA-es fűtőáramú csővekkal soros fűtőkörben való alkalmazását is.

Ismereteim szerint sem a rimlock, sem a miniatűrűcsővekhez nem készült hangolászjelző. Ezekben a rádiókban és az ún. 21-es csővekkal készültekben is az alkalmazott varázsszem a jól bevált EM4 volt. (Bár a Lorenz gyár gyártott EM71-es típusjelzéssel 21-es csőfoglalatú varázsszemet.)

Meg kell említenünk a kifejezetten telepes rádiók varázsszemét. Egy típus ismeretes: a DM21 ([5]), de ez tudomásom szerint nem került felhasználásra hazai építésű rádióban. Telepes rádióba és egyszerűbb hálózati készülékekbe hazánkban a DM70-et építették be ([4]).

5.2. Egy kis statisztika

Magyarországon 166 különféle típusú rádióba építették a 11 különféle típusú varázsszem valamelyikét. Ebből a 166 típusból 99 féle típusba az EM4 került, ami azt jelenti, hogy kereken a készülékek 60% -ában ez volt a hangolászjelző! (Így 40% maradt a többi tíz csőtípusra.) Az viszont a konstruktőrök izlését dicséri, vagy a nosztalgiajukat mutatja, hogy $1956-57$ között öt különböző típusú, teljesen noválcsovés rádióba építettek EM4 varázsszemet!

5.3. Varázsszemek javíthatósága

Ezzel az igen aktuális témával is részletesen foglalkozik Simoncsics László már említett írása. Hazánkban is a félvezetős készülékek tömeges elterjedésével végleg megszűnt mindenféle elektroncsőgyártás. Így sorra jelentek meg különféle leírások, hogy a még ép fűtőszálú és nem kontakthibás vagy nem zárlatos csőveket, melyeknek csak a katód vagy a fűtőszál emisszióvesztése a hibája, hogyan lehet javítani, regenerálni. A leírt módszerek megfelelően gondos végrehajtás esetén biztosan meghozzák a várt vagy ígért javulást. De mi a helyzet a varázsszemekkel? A varázsszemeknél két hiba fordulhat elő, éspedig az, hogy a világító ernyő „megvakul”, azaz többé-kevésbé elveszti fénykibocsátó képességét, ill. a kijelző rész katódja elveszti az emisszióképességét. Esetleg mindkét hiba egyszerre lép fel. Ugyanis, ha az erősítő rész katódja lenne emisszióvesztett, akkor az ernyőn a világító rész maximális méretű lenne, hiszen az erősítő rész anódján nem folyik áram, így nincs feszültesedés az anód munkaellenállásokon, tehát az eltérítési szög maximális lenne, és a cső rácsán keresztül nem lehetne vezérelni a világító szektor nagyságát. Az általam vizsgált 14 db EM 4 közül egy sem volt olyan, melyiknél az erősítőrész katódja gyengült volna le.

Végül is a bajt két dolog okozhatja: úgymint a kijelző rész katódja emittáló képességének az elvesztése és/vagy a világító ernyőre (üvegfelületre) felvitt festékanyag fénykibocsátó képességének drasztikus csökkenése, elvesztése. Ide kapcsolható egy jelenség, melyet önkényesen „Mambó effektusnak” neveztem el. Miről is van szó? A sokak által kedvelt Mambó magnetofonba épített EM80 típusú varázsszembről. Ez volt a magnó felvételi kivezérlésjelzője. Amíg a készülék új volt, tulajdo-

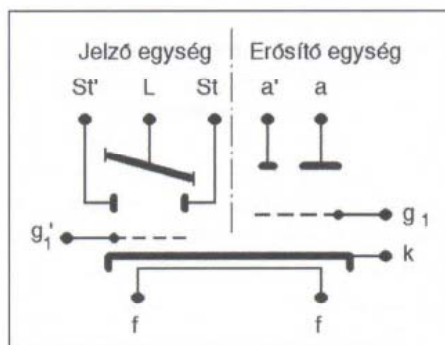
kijelzés sem, mert átkerült a professzionális vevőkbe, ahol „S mérőnek” hívják és az antennajel nagyságát mutatja a vevőkészülék antennabemenetén. Rádióamatőr forgalmazásban, több más adat mellett, ez az S érték ad információt az ellenállomás kezelőjének a vétel helyén levő jel nagyságról. A műszeres kijelzők másik továbbélési lehetőségét a félvezetős rádióvevők jelentik. Ugyanis közben ezek a műszerek indikátor műszerként olcsó tömegcikké váltak. (A szerkesztő megjegyzése: a modern vevőkbe hagyományos, mutató mérőművet is egyre ritkábban építenek be. A helyüket átveszik a digitális display-k kvázianalóg sor- vagy oszlop-kijelzői.)

Az 1937-38 as év volt az, amikor egyazon időszakban gyártott rádióknál előfordult mind a négyféle hangolászjelző megoldás, vagyis a felsoroltakon kívül megjelent a varázsszem is.

5. Varázsszemes hangolászjelzők

1938-as megjelenése óta egyetlen hangolászjelző megoldás sem futott be ilyen hosszú és sikeres karriert, mint a varázsszem! 1939-től már nem is találkozunk más hangolászjelző típusal. Rádiótechnikai alkalmazásán kívül hosszasan lehetne sorolni azon műszertechnikai alkalmazásait, ahol elsősorban indikátorként szerepelt. Műszeripari felhasználását részletesen ismerteti *Simoncsics László* barátom és szerzőtársam a következő írásban, melynek címe: „Varázsszem – varázsmérleg, alkalmazások”. A varázsszem csodálatos zöld fényére még ma is sok idős rádióhallgató nosztalgiával emlékszik vissza. Ez az eszköz mai szóhasználattal élve egy célorientált eszköz volt (mint a neon hangolászjelzőcső is). Felépítése, szerkezete olyan, hogy önállóan ellátja feladatát pár kiegészítő passzív alkatrész hozzáadásával. Vezérlését minden esetben a rádió AGC feszültsége adja, így működtetése semmilyen egyéb kiegészítő erősítő elemet sem igényel, továbbá a vezérlése sem igényel teljesítményt.

Utóbbi tulajdonsága teszi alkalmasá széleskörű műszeripari alkalmazását is. Legyenek állapota sem befolyásolja az egyébként jól működő rádió vagy mérőműszer működőképességét, legfeljebb nehezen látható a mutatott fény-sáv. Kivételt képez két eset: ha soros fűtésű rádióban kiég a varázsszem fűtése, ekkor megszakad a fűtőkör, illetve az az eset, amikor a csőbe még be van



7. ábra

építve egy hangfrekvenciás erősítő pentóda; ilyen pl. az EFM1 és EFM11-es hangolászjelző. A varázsszem „megvakul” kifejezést szokták használni, amikor a világító ernyő foltos, szigetes lesz, egyenlőtlenül világító részek keletkeznek. Ez különösen erős állomások gyakori hallgatásakor fordul elő ([4]).

A Magyarországon gyártott rádiókban 1938-39 -ben jelent meg az első varázsszem EM1 típusjelzéssel. Ez volt az ún. lóhere típusú kijelző. Nevét a négy azonos érzékenyséű fényszektorról kapta, amelyek négylevelű lóhere alakzatot mutattak. A cső fogyatékoságának tudható be, hogy a fényszektorok már -5 V nál teljesen kinyíltak ([5]), és onnantól kezdve az eszköz nem adott információt a hangolás pontosságáról.

Ezen fogyatékoság kiküszöbölésére fejlesztették ki kettős érzékenyséű utódját, az EM4-et, amely kb. 2 év leforgása alatt teljesen kiszorította az EM1-et. Érzékenyebb szektora -5 V-nál nyílt ki teljesen, míg érzéketlenebb szektora csak -16 V-nál. Az már csak hab a tortán, hogy egyetlen anó ellenállás utólagos beépítésével az EM1 tökéletesen helyettesíthető, pótolható volt az EM4-gyel, mivel geometriai méreteik is egyeztek ([5]). Mint korábban írtam, ez a kettős érzékenyséű tette vonzóvá műszeripari alkalmazását is. Az EM4 diadalútja 1939-es megjelenésétől 1959-ig tartott. (Ez testvérek közt is 20 esztendő!) Szinte hihetetlen, hogy az EM80 novál hangolászjelzőcső 1957-es megjelenése után még két évig, 1959-ig építettek novál csöves rádiókba EM4-es varázsszemet. (Összesen mintegy hat típusba.) Az EM80 típusú csőnél még meghagyták az eredeti felépítést, tehát hogy a világító festékanyag a csővön belül egy hajlított fémlemezre volt felvíve. A későbbi novál hangolászjelző csöveknél (EM84, EM87) szakítottak ezzel a megoldással; a vilá-

gító festék átkerült a cső belső üvegfalára, hasonlóan a katódsugárcsővekhez. Alapvető különbség az összes nem novál csőfoglatatú varázsszemhez képest, hogy azok mindegyikénél a kijelző egység a cső homlokfelületén volt, míg a novál foglatatú csöveknél átkerült a cső palástfelületére. Ez a megoldás lehetővé tette a cső könnyebb mechanikai felerősítését pl. a skálaüveg mögé.

Telepes varázsszem is készült. Ilyen volt a szubminiatűr DM70, amely csak hét rádiótípusba került beépítésre. Létezett még a telepes DM21 is ([5]), de ebből nem került hazai gyártású készülékbe egy sem. A csodálatos fényű varázsszemes hangolászjelzők használatának végét a teljesen félvezetős felépítésű szórakoztatóipari készülékek megjelenése okozta. Ezekben a készülékekben már nem állt rendelkezésre sem a 250 V-os anódfeszültség, sem a 6,3 V-os fűtőfeszültség. Ezek nélkül viszont nem lehetett az eszközök működtetni. Arról sem szabad megfeledkezni, hogy a félvezetős eszközök szinte a bekapcsolás pillanatában üzemképesek, így senkinek sem lenne türelme még kb. fél percet várni a hangolászjelző bemelegedésére.

Hálózati táplálású készülékekben még előfordultak (és talán ma is előfordulnak) ún. fluoreszcens kijelzők, amelyek 2-3 V-os fűtőfeszültséggel és 40 V körüli anódfeszültséggel jól működnek és a bekapcsolás pillanatában üzemképesek. Különlegességük, hogy nemcsak zölden, de akár vörös fényel is tudnak világítani (pl. magnóknál a felvétel vagy a túlvézérlés kijelzése) és különféle feliratokat és szimbólumokat is meg tudnak jeleníteni.

5.1. A varázsszem felépítése, működése

A varázsszem felépítését egy olyan kettős érzékenyséű cső (ilyen pl. az EM4) kiterített rajzán illusztrálom, ahol a csőnek minden egyes alkatrésze fel van tüntetve, még azok is, melyek esetenként a csővön belül össze vannak kötve. A cső valóságos belső szerkezeti felépítése a [4]-ben igen részletesen megtalálható. A kettős érzékenyséű varázsszem elvi belső felépítését a 7. ábra szemlélteti. Tulajdonképpen itt két csőrendszert látunk, melyeket a jobb áttekinthetőség miatt pontvonallal választottam szét. Ezek: „Erősítő egység” (rendszerint egy kettős trióda közösített vezérlőrácscsal) és egy „Jelző

8. Tesla gyártmányú EM4N, lóhere kijelzésű; a használhatósága határ- eset.
9. Tungstram EM4. Állandóan 0 AGC feszültségnél használták. Ezért az ernyő sötét, de -30 V-nál igen szépen világít az addig nem világító szektor.
10. Tungstram EM4; gyengén világít, az ernyő nem foltos.
11. Tungstram EM4; gyengén világít, az ernyő nem foltos.
12. Régi „mély ablakos” Tungstram EM4; gyengén világít, az ernyő nem foltos.
13. Gyengén világító Tungstram EM4, az ernyő nem foltos, $U_L = 350$ V-nál még használható.
14. Gyengén világító Tungstram EM4, foltos ernyő, $U_L = 400$ V-nál még használható.

Összefoglalva a leírtakat: az 1., 2., 3., és a 4. varázsszem igen jó, és minden további nélkül használható. Az 5-ös varázsszemet a mérsékelt használható kategóriába tenném, ugyanis viszonylag nagy ernyőáramhoz kis- mértékű fénykibocsátás tartozik. Tipi- kus esete annak, amikor nem a katód gyengül le, hanem valamiért az ernyőn levő festékanyag veszít fénykibocsátó képességéből. A 6., 9., 11., 12., és 14. varázsszemenél a siker reményében meg lehet próbálni valamilyen katód- emisszió-javítást. A 7., 8., 10., és 13.

csónél nagy valószínűséggel nem lehet segíteni a katódjavítással, (hiszen elég nagy katódáramok mérhetőek); marad a megemelt világítóernyő-feszültség alkalmazása.

Az általam végzett összehasonlító méréseket bárki elvégezheti saját varázsszemein, mindössze egy, még működő fényképészeti megvilágításmérő kell hozzá. (Megjegyzem, hogy a régi szelén fényelemes megvilágításmérők érzékenysége a látható színek tartományában egyenletesebb, mint a kadmi- um-szulfidosoké.)

Mit lehet mégis tenni, ha látni szeretnénk a varázsszem által mutatott jel- zést, de nem akarjuk a már hivatkozott írás egyik regeneráló megoldását sem alkalmazni? Tulajdonképpen egy dol- got: valamilyen módon a még meglévő festékanyagot erősebb fénykibocsátás- ra kényszerítjük. Egy viszonylag egy- szerű megoldást ismertetek. Ismert az a tény, hogy egy diódánál (a világító ernyő és a hozzátartozó katód így is fel- fogható) az anódáramot növelni lehet az anódfeszültség emelésével. Az anódfeszültség növelése két módon is javíthatja a fénykibocsátást. Először is megnö az ernyőt elérő elektronáram nagysága, másrészt az ernyőt elérő elektronok sebessége is. Az együttes hatás szabad szemmel is jól látható javulást eredményez. Kipróbáltam. A megoldást a 9. ábra mutatja, mely ötlet- et az interneten találtam. Tulajdonkép-

pen ez egy Villard feszültségkétszerező kapcsolás, amivel előállítjuk az eredeti anódfeszültség kétszeresét, és ezt ve- zetjük a varázsszem ernyőjére és csakis az ernyőre. Elektroncsöves, elsősorban asztali rádióknál a rajzon szereplő 4 db alkatrész elhelyezése, beépítése nem okozhat gondot. Sajnos, a varázsszem használata során az ernyőn keletkezett foltok, szigetek ettől nem fognak eltűn- ni, de legalább jobban látható lesz a kijelzőkép.

Zárszó helyett: ha egy jó tündér megkérdezné, hogy a rengeteg általam ismert elektroncső közül válasszak egyet, amit gyárthatnék, gondolkodás nélkül az EM4-et választanám (4. tá- blázat)!

*: Köszönet illeti Holló Györgyöt, a mű- sor főszerkesztőjét a gyors és pontos tá- jékoztatásért.

Irodalomjegyzék:

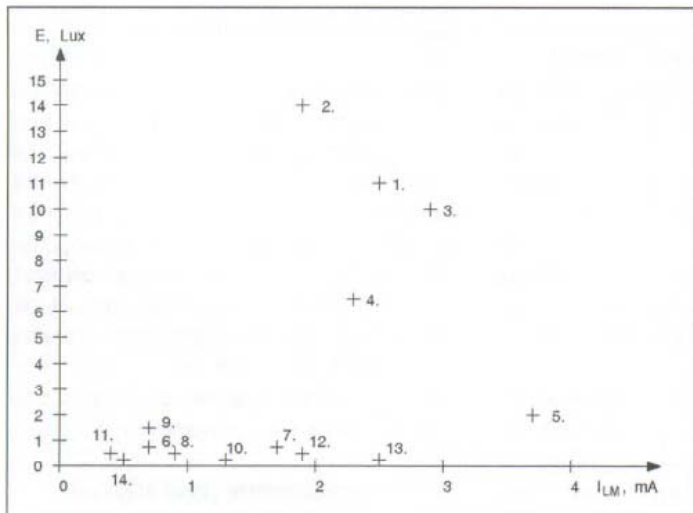
1. Farkas Imre: Standard Radio. 15 év; Globus Nyomdai Műintézet Rt., 1946.
2. Kádár Géza: Rádiókészülékek kapcsolá- sai; Műszaki Könyvkiadó, 1957.
3. M. Gurevics: Mágneses erősítők; Rádió- technika 1953/1. 7-9. o.
4. Hrabál László: A százcú varázsszem. Az MHSz Rádióamatőr füzetei 45. kötet. MHSz-Rákóczi lapkiadó
5. Röhren Taschenbuch; Fachbuchverlag Leipzig, 1956.
6. Valvo - Handbuch. Specialröhren I.; Valvo GmbH, Hamburg, 1963.

4. táblázat

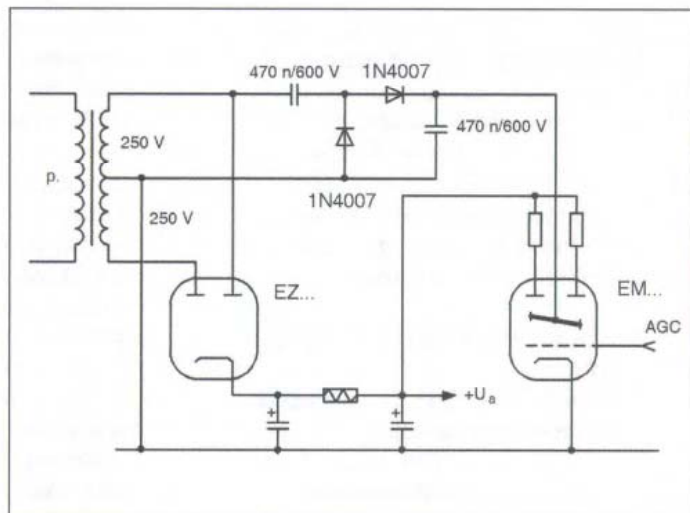
A hangolászjelző fajtája	Áramköri megoldás bonyolultsága	A megoldás költsége ¹	Fogyasztása ²	Esztétikai értékelése ¹	Előfordulása hazai készülékekben [1][2]
Hangolólámpa	A legbonyolultabb megoldás	Legmagasabb	12 W	Gyenge	1936-38 között 2 típusban
Neoncső	Igen egyszerű	Legolcsóbb	0,5 W	Közepes	1937-38 között 6 típusban
Műszeres	A legegyszerűbb megoldás	Közepes, ill. függ az alaplmszer minőségétől	1 mW	Jó	1934-39 között 14 típusban
Varázsszem	Egyszerű	Közepes	1,9 W (EM 4)	Legjobb	1939-59 között 166 típusban.
Telepes varázsszem	Egyszerű	Alacsony	40 mW	Közepes	1958-63 között 7 típusban
Műszeres; félvezetős rádiókban	Alacsony, mert olcsó indikátorműszert használnak	Alacsony	kb. 1 mW	Jó	Jelenleg is alkalmazzák
Műszeres; profi készülékekben	Az alaplmszer minőségétől függ	Alacsony	kb. 1 mW	Jó és igen elterjedt	Jelenleg is alkalmazzák

¹ Ez szubjektív értékelés, bárki nyilváníthat ellenvéleményt, ha megállja a helyét, elfogadom.

² Számításon alapuló besorolás.



8. ábra



9. ábra

nosa rengeteg felvételt készített vele. Aztán a házibulikon csak hallgatták a zenét. És most jön a lényeg: lejátszáskor mindig ki volt kapcsolva a varázsszem anód- és ernyőfeszültsége. Csak a fűtőfeszültséget kapta meg a cső. Aztán esetleg évek múltán akartak újabb felvételt készíteni a magnóval. Ekkor derült ki, hogy a varázsszem alig világít. Ugyanakkor az ernyőn semmilyen beégés vagy szigetképződés nem volt látható, szinte vadonatújnak látszott a világítóernyő. A bajt az okozta, hogy a varázsszem katódján a csögyártás utolsó fázisában létrehozott egyatomos fém bárium emittáló réteg alatt egy szigetelő réteg keletkezett. A cső ugyan fel volt fűtve, de anódfeszültség hiányában nem folyt semmiféle anód- illetve katódáram.

Ezt az üzemállapotot tartósan csak egyes speciális ipari csövek viselik el. Például a Valvo cég zöld bélyegzésű ipari sorozata ([6]). Természetesen az ipari csövek ára többszöröse volt a kommersz csövek árának!

Eme eszmefuttatást azért tartottam fontosnak leírni, mert biztos vagyok benne, hogy ezek a varázsszemek javíthatók a katód emissziójának helyreállításával!

Végeztem méréseket egy szétszedett EM4-en, és a következőket tapasztaltam. Az erősítő rész katódja 10 mm hosszú, és ehhez méréseim szerint maximálisan 0,45 mA-es anódáram tartozott 0 rácsfeszültségnél. Katalógus szerint az ernyőáram jó cső esetén 2 mA, amely értékhez mindössze 4,5 mm hosszú emittáló anyaggal bevont katódfelület tartozik. Természetesen a katódcső azonos átmérőjű mindkét csőrésszben. Vagyis törvényszerű, hogy a kijelzőrész katódja sokkal hamarabb

lesz emisszióvesztett, mint az erősítő rész katódja és ezáltal csökken a világító ernyő fénykibocsátó képessége! Méréseket végeztem 14 db EM4-en. Szerecsémre volt köztük egy, amelyikről biztosan tudtam, hogy vadonatúj darab.

Két dolgot mértem katalógus szerinti beállításban, úgymint az ernyőáramot és az ernyő fénykibocsátását. A méréseket -30 V-os rácsfeszültségnél végeztem, vagyis úgy, hogy az ernyő teljes felülete világítson. A méréshez a Valvo cég ORP30 típusú CdS fotoellenállást használtam, mivel ennek az eszköznek adatai rendelkezésre álltak a [6] irodalomban. A fotoellenállás 37 mm-es átmérőjét egy alkalmas csővel illesztettem a 27 mm átmérőjű EM4-hez. A két eszközt ütközésig összeraktam, hogy ha kell, reprodukálni lehessen a mérést. Kellemes ezen fotoellenállás azon tulajdonsága, hogy érzékelő felülete kör alakú, mint az EM 4 világító ernyője.

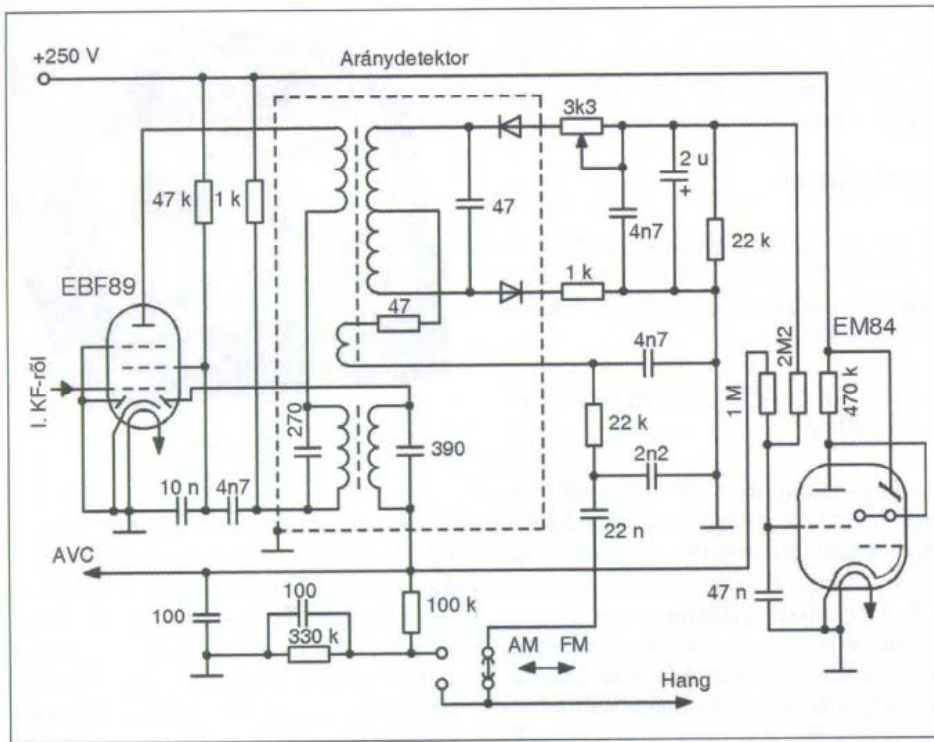
Tulajdonképpen nem a szabványban előírt módon mértem a megvilágítás erősségét, melynek jele E, mértékegysége pedig a Lux. Viszont a méréseim két vagy több varázsszem összehasonlításra biztosan megfelelőek.

Nem hallgathatok el néhány, a pontos mérést befolyásoló további tényezőt sem! Ezek: az ORP30 fotoellenállás maximális érzékenysége 670 nm-en van. Ez a spektrumvonal a narancssárga és a világos vörös közt helyezkedik el, vagyis nem tudható, hogy a katód izzásából az ernyőn való esetleges tükröződés mennyire hamisította meg a mért értéket. Az eszköz érzékenysége zöld fényre (525 nm-re) már csak 68%-a maximális érzékenységnek! További probléma, hogy zöld és zöld színű ernyő között is van szemmel is érzékelhe-

tő eltérés attól függően, hogy pontosan milyen vegyi összetételű volt az ernyőre felvitt fénykibocsátó anyag. Csak a színes képcsövek megjelenésekor rögzítették a zöld fény hullámhosszát (a pirossal és a kékkel egyetemben), hogy a képcsövek színviasszaadása megfelelően a színes képbontó eszközök színeinek.

A [6] katalógus az érzékelőn a tápfeszültség hatására átfolyó áram és a megvilágítás-erősség görbéit 2700 K-re adta meg. Ez a háztartási wolfrámszálaz izzó sárgás fényének felel meg. Az eszközre megadott érzékenység-karakterisztikasereg 50 V-os görbét meg kellett hosszabbítani, hogy a kis értékű áramokhoz tartozó megvilágítás-értékeket becsülni lehessen. Tudom, ez végképp szabálytalan! Összefoglalva, a mérés szerintem elég jó ahhoz, hogy megadja, melyik varázsszem világít jobban, de abszolút értelemben a megvilágítási adatok nem használhatók. Az általam sorszámokkal ellátott csöveken a megvilágítás erősségének és a hozzátartozó ernyőáram mért értékeinek szóródása a **8. ábrán** látható. A sorszámokhoz rendelt varázsszemek:

1. Vadonatúj Tungstram gyártású EM4.
2. Használt Valvo gyártmányú EM4.
3. Új Tungstram EM4.
4. Használt, de igen jól világító Tungstram EM4.
5. Használt, mérsékelten jól világító Tungstram EM4.
6. Régi „mély ablakos” Tungstram EM4. Korához képest meglepően jó.
7. Használható, nem foltos ernyőjű Tungstram EM4.



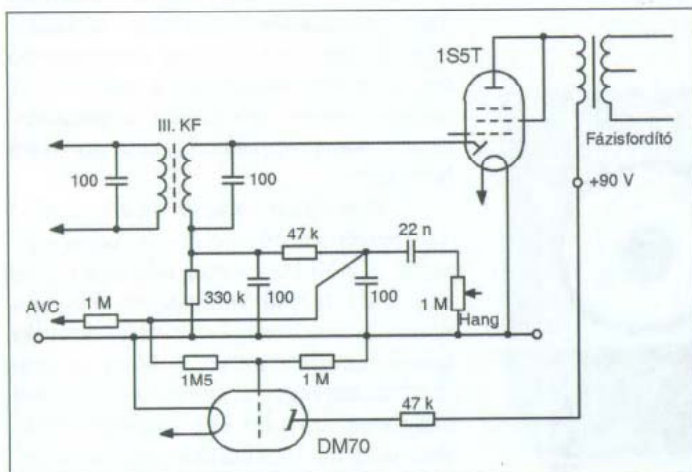
3. ábra

még nem volt kötelező a későbbi 20%-os sorhoz tartozó értékek használata. A „21-es” színűveg sorozatban – a típusválaszték csökkentése érdekében – csak a végerősítő csöbe építettek kettes diódát (EBL21, UBL21).

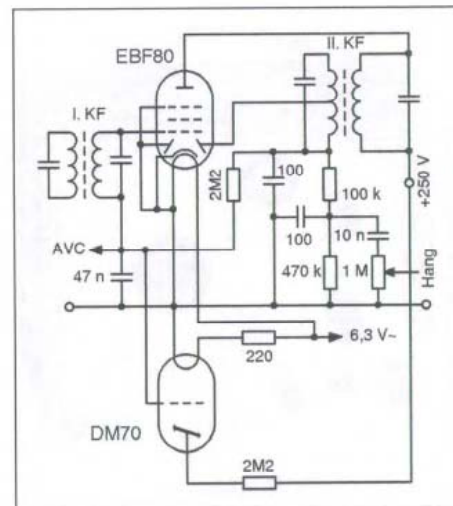
Ma már csak a gyűjtők találkoznak olyan készülékkel, amelyben EFM1 (Orion 166) vagy EFM11 (Telefunken 3T65V) szabályozott hangfrekvenciás erősítő pentóda és hangolási jelző kombinált varázsszem fordul elő. Egy ilyen, EFM1-es csövel megvalósított erősítő-fokozat kapcsolását láthatjuk a 2. ábrán a [2] alapján. Ebben a csöben az eltérítő elektróda a segédrácsal van összekötve. A hangolási jelzésére az ún. csúszó segédrácsfeszültséget használ-

ták ki. A szabályozó negatív feszültség a pentóda első rácsára jut. Erős adónál (nagyobb negatív szabályozó feszültség esetén) a segédrácsáram csökken, tehát nő a segédrácsfeszültség, miáltal az eltérítő elektróda feszültsége közelebb kerül a világító ernyőéhez, tehát az árnyékszög kisebb lesz.

Időközben a körmös csöveket felváltották a „21-es” színűveg, majd a rimlock és miniatűr csövek, de a „jó öreg” EM4 használatban maradt a novál csövek megjelenéséig, mert csak ebben a sorozatban készültek újabb (egyszeres érzékenységű) varázsszemek (EM80, EM84 és 87). A noválcsöves nagyobb vevők már FM vételre is alkalmasak voltak, így a hangolásijel-



4. ábra



5. ábra

zést erre az üzemmódra is ki kellett tervezteni. A 3. ábrán felrajzoltuk a Videoton R-5700 kombinált AM-FM vevő KF erősítőjének kapcsolását a félvezető diódás aránydetektorral [3].

Anélkül, hogy részletesen belemennénk a fokozat működésének ismertetésébe, röviden megemlítjük, hogy az AM jelet az EBF89 egyik diódája demodulálja, és a hangfrekvenciás jelet a KF trafó szekunder tekercséről – megfelelő szűrés után – vezetjük tovább. Az FM jelet az aránydetektor demodulálja, és a hangfrekvenciás jel az ún. tercier tekercs végéről a „deemfázis” RC tagon keresztül jut az átkapcsolóra. Látható, hogy a varázsszem rácsára menő egyik ellenállás az AM KF trafó szekunder tekercsének alsó pontjáról, a másik az aránydetektor munkaellenállásának negatív pontjáról érkezik.

A Videoton a későbbi készülékeiben átkapcsolva oldotta meg az ellenállás csatlakoztatását az említett két ponthoz az AM-FM váltásnál.

Varázsszemek a HAM-bazárban



Az aktuális kínálatot lásd a friss Rádiótechnika lapban és a www.radiovilag.hu honlapon!

Varázsszem – varázsmérleg, alkalmazások

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

Ebben a cikkben először a varázsszem szokásos felhasználási lehetőségét, majd a mérés-technikai alkalmazásokat ismertetjük. A nálunk kevésbé ismert novél EM83 kettős varázsszem, amelyet a német szóhasználat „varázsmérleg” néven emleget, többféle érdekes alkalmazásra kínál lehetőséget. Ezek közül próbálunk néhányat bemutatni.

1. Bevezetés

Mivel Borody Huba barátom ugyan ezen kötetben olvasható cikkben részletesen ismertette az elektronoptikai elven működő hangolászjelző működését, nekem nem kell ezzel foglalkoznom. A rádiótechnikában elterjedten alkalmazott hangolászjelző kapcsolásokat főleg a fiatalabb olvasók kedvéért tartottuk fontosnak ismertetni, de az idősebb gyűjtők számára is érdekes lehet a hangfrekvenciás pentódaival egybeépített hangolászjelző cső (körmös EFM1 és a német EFM11) mert ezt viszonylag rövid ideig, a háború alatt, és kevés készülékben alkalmazták. A felkiáltójel alakú kijelzőket (DM70) a csöves telespek készülékekhez fejlesztették ki, ezért felhasználásuk rövid periódusra korlátozódott.

A varázsszemek alkalmazásának másik területe a csöves korszakban a mérés-technika volt. Mindenhol felhasználták, ahol tehetetlenségmentes kijelzőre volt szükség. Az amatőrök körében pedig azért volt népszerű, mert lényegesen olcsóbb és látványosabb volt, mint egy alapműszer. Ugyanebbe a felhasználási körbe tartozik a magnetofonok esetében a felvételi szint és a csöves erősítőknél a kivezérlés kijelzője.

Sok varázsszemes műszer leírása jelent meg a Rádiótechnikában, időben nagyon távoli időpontokban, a legtöbb olvasónk számára ezért nehezen hozzáférhető módon. Ezért tartottuk fontosnak ezek rövid ismertetését. A műszerekben többnyire a szimpla (EM80), esetleg a kettős érzékenyséű (EM4, EM11) varázsszemet alkalmazták.

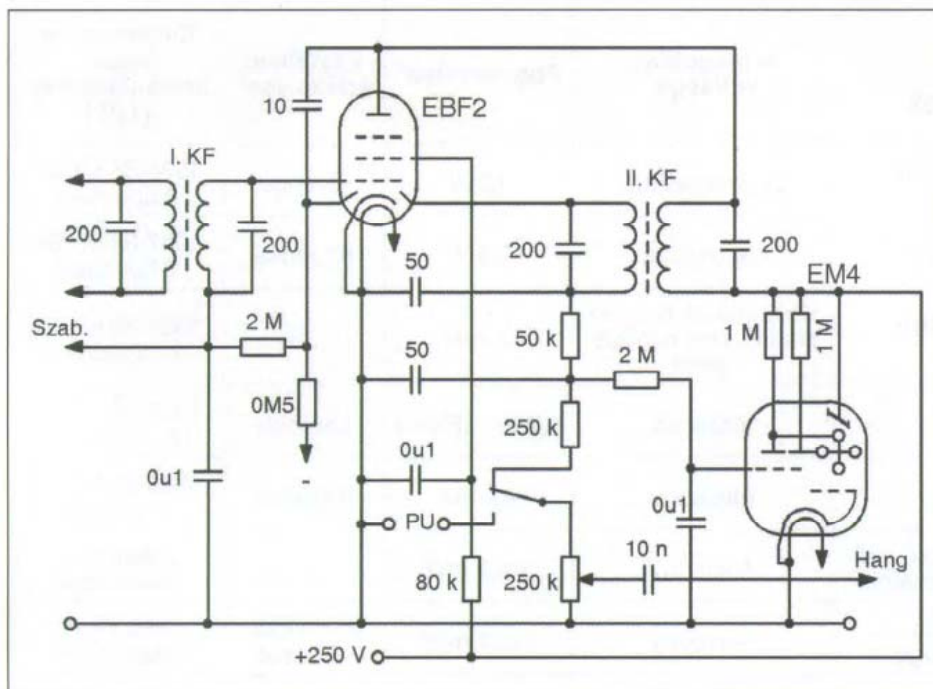
Újabb lehetőségeket kínált a kettős kijelzők vagy „varázsmérlegek” felhasználása (EM83, EMM801). Mivel a Tungstram ezeket nem gyártotta, nálunk kevésbé ismertek, ezért próbálunk újabb felhasználási lehetőséget bemutatni.

A gyűjtők nagy bánata, hogy a rádiókészülékekben található varázsszemek hamarabb vesztik el fényüket, „megvakulnak”, mint az elektroncsö-

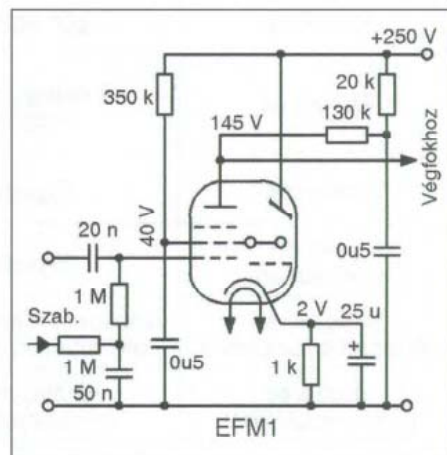
vek az emissziójukat, vagyis használható hangolászjelzőkben nagyobb a hiány, mint rádiócsövekben. Ezért a cikk végén megvizsgáljuk a varázsszemek irodalomban olvasható „javítási” módszereit, ismertetjük, hogyan lehet mére-ssel kiválasztani azokat a csöveket, amelyekkel még érdemes foglalkozni.

2. Hangolászjelzés

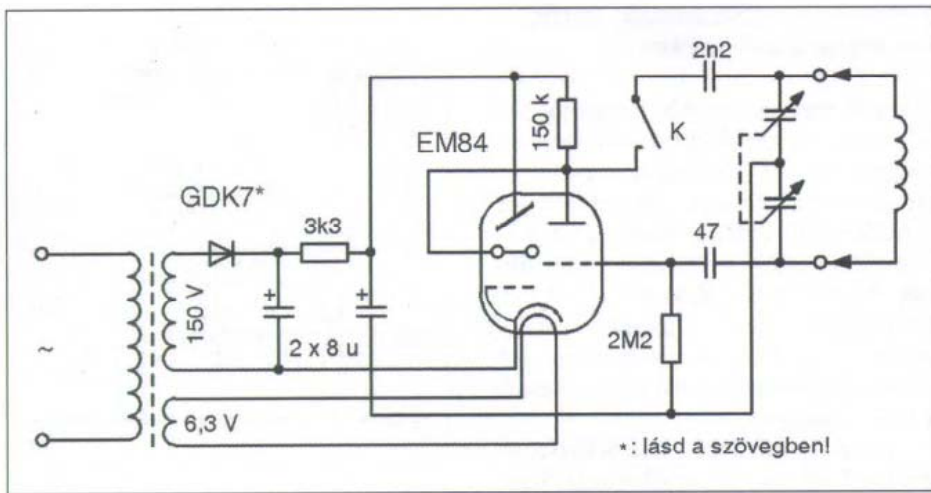
A varázsszemek első felhasználási területe a hangolászjelzés volt. Erre az időre már általánossá vált a szuperkészlékek-nél a (kettős)diódás demodulátor fokozat alkalmazása. Mind az egyszeres (6E5, EM1), mind a kétszeres érzékenyséű (EM4, UM4) varázsszem a vezérlő feszültséget a hangdióda munkaellenállásán megjelenő egyenfeszültségről kapja. Ennek értéke arányos a vett adó térerősségével. A távolabbi adó kisebb, a helyi adó nagyobb kijelzést eredményez. Itt mutatkozik meg az EM4 rendszerű hangolászjelzők előnye: a távoli adó pontos behangolását a nagyobb, a helyi adót a kisebb érzékenyséű triódaoldal teszi lehetővé. Az **1. ábrán** az EM4-es cső szokásos bekötését mutatjuk be. Ez volt a háború előtti „klasszikus” kapcsolás EBF2 csővel, a KF erősítő a változó meredekséű nagyfrekvenciás pentóda, ezzel egy burába épített kettős dióda végezte a demodulálást és a késleltetett erősítés szabályzást (pl. Orion 255 és 355) [1]. Az ábrán látható alkatrészek értékei a mai olvasó számára szokatlanok, akkor



1. ábra



2. ábra



9. ábra

3. 2. Amatőr műszerek

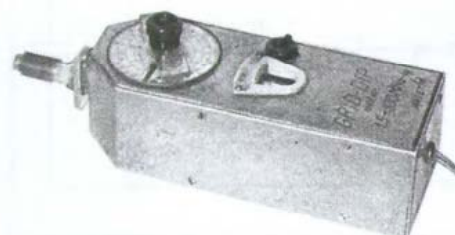
A háború utáni szakirodalomban sok leírást találunk varázsszemes mérőhidakról. A Makai István által legkorábban elindított szaklap, a Rádióvilág 1947-es első számában találunk egy ellenállás – kapacitásmérő leírását EM1-es csővel. A hálózati trafó egy csengőreduktor, amely abban az időben az amatőrök legfontosabb váltóáramforrása volt [6].

A Rádió Technika és a Rádióvilág összeolvadásából létrehozott Rádió és filmtechnika című lapban Makai István által ismertetett mérőhid (már EM4 varázsszeggel és saját készítésű hálózati trafóval) alkatrészmérésen kívül jelkövetőként és ködfénylámpás vizsgálóként is alkalmazható [7].

Az 1951 novembertől újra megindult Rádiótechnika vörös címlappal és Popov képével díszített ünnepi első számában megjelent egy varázsszemes műszer ismertetése. Jellemző az akkori nehéz időkre, hogy egyes szerzők nevét nem tüntették fel a cikkek mellett [8].

3.2.1. Grid-dip mérők

Ahol rezgőkörrel találkozik az amatőr vagy a rádiós szakember, nem nélkülözheti a grid-dip oszcillátort (GDO) [9]. Felépítése egy triódás Colpitts-



10. ábra

oszcillátor, amelynek a rácskörében egy érzékeny műszer vagy varázsszem található. A rezgő oszcillátor rácskörében levő műszeren át rácsáram folyik, ami csökken, amennyiben olyan rezgőkörhöz közelítjük az oszcillátor tekercsét, amelynek rezonanciafrekvenciája azonos az oszcillátor rezgésének frekvenciájával. A rezgőkör ebben az esetben energiát von el az oszcillátortól. A grid-dip rácsáram-mélypontot jelent, ez a műszeres vagy varázsszemes minimumkijelzés ott jelentkezik, ahol a két frekvencia pontosan egyezik.

Az idézett cikk megjelenése után sorozatban jelentek meg a Rádiótechnikában a grid-dip mérők építési és felhasználási leírásai. A GDO-k mérési frekvenciáját a korszerűbb triódák alkalmazásával egyre feljebb sikerült vinni. Ez azért volt fontos, mert az akkor induló URH tartományban az amatőröknek szinte semmilyen mérőeszköz nem állt rendelkezésükre.

A műszerek egyszerűsítésére kínált lehetőséget, hogy a varázsszemekbe épített triódát oszcillátorként használják fel. A kisebb helyfoglalás miatt a novál, egyszeres érzékenységű EM80 (EM84, EM87) típust alkalmazták szívesen. Erre találunk példát a Rádiótechnika Évkönyve 1969-ben [10]. A rendkívül egyszerű műszer kapcsolási rajzát a 9. ábrán, képét a 10. ábrán láthatjuk. Az esetleges utánépítőknek a korabeli GDK7 szilíciumdióda helyett valamelyik korszerűbb típust (pl. Az 1N4005-öt) javasoljuk.

3.2.2. Egyéb műszerek

Voltak kísérletek a varázsszemnek csővoltage-mérőben történő alkalmazásra is, de ezekkel a műszerekkel a mérés na-

gyon nehézkes és pontatlan volt [11]. Mihály Róbert 1965-ben készített egy varázsszemes csővoltage-mérőt, de ez már híd módszerrel mért [12]. Hangsúlyoznunk kell, hogy ezeknek a megoldásoknak csak abban az időben volt létjogosultsága, amikor nehezen lehetett érzékeny alampéremhez hozzájutni.

Sokkal hasznosabb műszer volt a varázsszemes rezonátor, amely a GDO-hoz hasonlóan rezgőkörök mérésére szolgált olyan esetben, amikor a rezgőkör tekercse pl. árnyékoló burában volt, vagy más okból a GDO oszcillátorának tekercsével nem lehetett közelíteni a mérendő rezgőkörhöz. Az említett rezonátor egy anódszatolt oszcillátor, amely az anód – vezérlőrács kapacitáson keresztül begerjed, amennyiben az anód- és rácskörben levő rezgőkör azonos frekvenciára van hangolva. Ennek megfelelően nem kell a két rezgőkört induktív csatolásba hozni, az árnyékoló burát eltávolítani, elegendő rövid kábellel rácsatlakoznunk a vizsgált rezgőkör kivezetéseire, majd megkeresnünk a rezonancia frekvenciát.

Egy ilyen műszer részletes működésének és elkészítésének leírását közzétűk a 2006-os Évkönyvben, ezt az érdeklődő olvasó megtalálja a [13] irodalomban. A 11. ábrán a műszer EM71 varázsszeggel készült változatát mutatjuk be [14].

4. Kivezélésjelzők

Az elektroncsöves magnetofonok idejében célszerű volt felvételnél a jelszintet varázsszeggel jelezni. A gyűjtők között kedveltebb magnetofonok közül a „Vörös szikra” EM4, a Mambó és a Terta TM-9 típus EM80 varázsszeggel volt szerelve [15].

A maga korában szintén népszerű volt a lengyel Unitra ZK-140 típusú csöves magnetofonja. Az egyszerű monó készülék erősítő fokozata csak két



11. ábra



6. ábra

Itt említjük meg, hogy az EM84 és 87 csöveknél az eltérítő elektróda (st) csatlakozását a foglalaton kell átkötni a trióda anódhoz, az EM80-nál ez az átkötés a csövön belül történik.

A telepes csöves készülékekhez csak az alacsony, 40...60 V anódfeszültséggel működő DM70 típusú, „felkiáltójel” kijelzőképű hangolásjelzőt lehetett alkalmazni, de beépítették ezt a típust néhány hálózati készülékbe is. A telepes készülékben való alkalmazás kapcsolási rajza a 4. ábrán látható. A kapcsolat a Videoton B-858 típusjelzésű, „telepes Szimfónia” részletrajzát mutatja. A készülék három KF trafót tartalmaz, a demodulátor dióda a fázisfordító triódának kötött pentódával (1S5T) van egybe építve. A hangolásjelző cső kapcsolása semmi újdonságot nem tartalmaz. Az AVC jel – a szükséges mértékben leosztva – kerül a varázsszem rácsára, a DM70 anódkörében található ellenállás a +90 V anódfeszültséghez előírt védelmet szolgálja.

Az 5. ábra a DM70 bekötését mutatja az Orion 305 hálózati készülékben. A varázsszem a vezérlőjelet az erősítésszabályozásról (AVC) kapja. A cső fűtése a 6,3 V-os váltófeszültségről történik 220 ohmos ellenálláson keresztül, az anód védőellenállása a +250 voltos feszültség miatt 2,2 Mohm. Ezeket az értékeket felhasználhatjuk ennek a varázsszemnek az esetleges utólagos beépítése esetén is.

3. Varázsszemes elektronikai műszerek

Szinte a varázsszemes megjelenésével azonos időben kezdtek az amatőrök és a műszerkonstruktőrök ezeket elektronikus műszerekben felhasználni, hiszen egy olcsó és tehetetlenségmentes kijelzőhöz jutottak. Készültek varázsszemes csővoltmérők, LRC mérőhidak, GDO-k, rezonátorok stb. Továbbiakban néhány gyári és amatőr műszert ismertetünk.

3.1. Mérőhidak

A varázsszemes legszélesebb alkalmazási területe a mérőhidakban volt, ahol csak maximumot vagy minimumot kellett indikálni.

3.1.1. EMG-1432 „ORIPONS” üzemi mérőhid

A mérőhid táplálása 50 Hz-es váltófeszültséggel, vagy egy 3 V-os telepről, vagy külső generátorról (kis kapacitású és induktivitású méréséhez) történik. Ellenállást váltóáramú és egyenáramú Wheatstone hidban, kondenzátorokat Wien hidban mér. Induktivitás méréshez külső normáliákat kell a hidba kapcsolni. Az üzemmód kapcsoló negyedik állásában százalékos eltérést mér.

A hid egyenáramú táplálásánál a hid kimenőjelét egy gomb benyomása esetén 50 Hz-ről táplált vibrátor megszagatja, hogy a 6BA6 pentódával kialakított váltóáramú erősítő a jelet az EM4 varázsszem számára erősíteni tudja. A szintszabályzó potméter a fokozat bemenetén található. A hálózati tápegység 6X4 egyenirányító csövet tartalmaz. Az egyszerű mérőhid képe a 6. ábrán látható, a kapcsolási rajzot és a működés részletes ismertetését a [4] irodalomban találja az olvasó.

3.1.2. RADIOMETER Type MM 1g „Multimeter”

Az előzőnél „komolyabb” varázsszemes mérőhid egy rádiófrekvenciás L-C mérőből és egy alacsonyfrekvenciás RLC mérőből áll.



7. ábra



8. ábra

A nagyfrekvenciás mérésnél az EF40 pentóda változtatható frekvenciájú oszcillátorként működik. Az induktivitás meghatározásnál fix értékű kondenzátor kapcsolódik párhuzamosan a mérendő tekerccsel, míg kapacitásmérésnél fix értékű induktivitás a mérendő kondenzátorral. Rezonancia esetén az EM4 indikátor maximumot mutat. Az oszcillátor hangolóforgója az első esetben μH -ben és mH -ben, a második esetben pF -ban van skálázva.

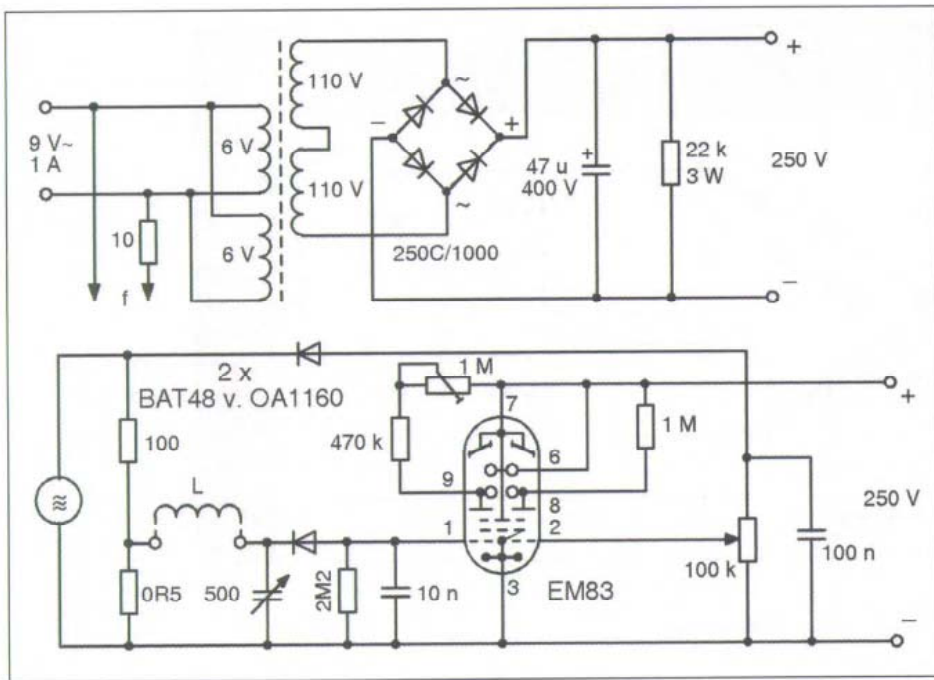
Hangfrekvenciás RLC mérésnél a hidak kapcsolása hasonló az előbb ismertetett Oripions mérőhidakkal és az EF40-es cső erősítőként szerepel, a hid kiegyenlített állapotában a varázsszem minimumot indikál.

A műszer fotóját a 7. ábrán mutatjuk, a leírás az [5] jegyzetben olvasható. Ennek a műszernek volt egy hazai verziója (ELKISZ TR-2102 RLCfő mérőhid), de ez műszeres kijelzésű, ezért nem szerepel ismertetésünkben.

3.1.3. Kombinált csővoltmérő és RC mérőhid

Ezt az érdekes kivitelű műszert Asztalos Károly kisiparos készítette a háború utáni időszakban. Igazi szervizműszer. Egyik része egy triódás csővoltmérő egyen és váltófeszültségek mérésére. A néhány voltos méréshatár a bemeneti osztó átkapcsolásával százszorosára bővíthető.

A kombinált műszer másik része a varázsszemes ellenállás- és kapacitásmérő. Az 50 Hz-es mérőhid indikátora egy EM1 típusú varázsszem. Ez egyszeres érzékenységgű, de négy árnyékszögű („varázskereszt”). Mivel a műszerben lényegesen kevesebb ideig volt bekapcsolva, mint egy rádiókészülékben, még ma is működőképes, és az ernyője nincs „beégve”. A műszer fényképe a 8. ábrán látható.



17. ábra

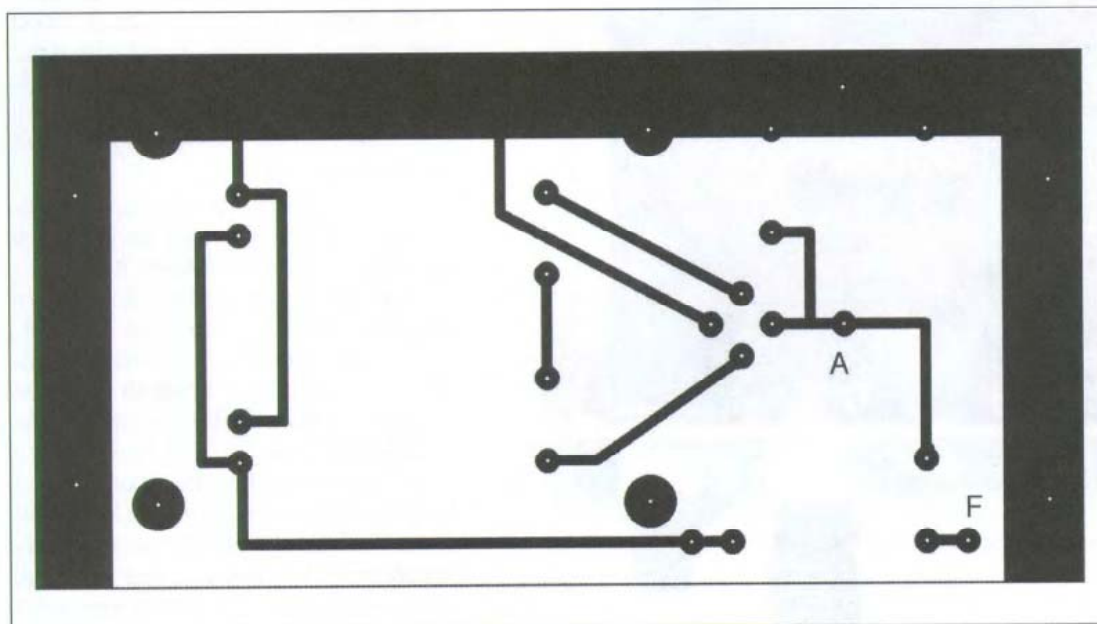
nagyfrekvenciás jel nagysága rezonancia esetén a leosztott jel Q -szorosának felel meg. Ezt egyenirányítja a műszer bal oldalán látható dióda. A leosztatlan jelet a jobb oldali dióda egyenirányítja, amelynek a munkaellenállása egy potméter. A potméter feszültségosztását úgy kell beállítani, hogy a középállású műszer árammentes legyen. Ebben az esetben a tekerics jósága azonos a leosztás mértékével és nem függ a bejövő nagyfrekvenciás jel nagyságától.

A varázsmérleggel felépített műszer működési elvét inkább összehasonlító mérésnek lehet nevezni, mert az

egyenáram kinullázása ebben az esetben nem történik meg, de a műszer megépítésének ötletét a kompenzálás Q -mérő leírása adta.

Csak néhány alkatrész felhasználásával elkészített műszerben a középállású műszert a kettős hangolászjelzővel helyettesítjük. A mérleg egyik oldalának kitérése a leosztott jel Q -szorosát mutatja.

A műszer kezelése nagyon egyszerű: a jobb oldal kitérését a (helikális) potméterrel a bal oldalival azonos értékre állítjuk, majd a potméter skálájáról a Q értékét leolvassuk.



18. ábra

6.1. A műszer felépítése

A kapcsolási rajz a 17. ábrán látható. A nagyfrekvenciás jelet külső szignálgenerátorról vesszük. A feszültség lehetőleg 1 V fölött legyen! Mivel a varázsszemnek anódfeszültségre is szüksége van, de a teljes készülék áramfelvétele nagyon csekély, a tápegységet is beépítettük. Érintésvédelmi okból egy AC dugasztápot alkalmaztunk, ez szolgáltatja a varázsszem fűtőfeszültségét és egy fordított „Puskás” trafó táplálását. A trafó (eredeti) primer oldaláról vesszük le az anódaáram előállításához szükséges feszültséget, ezt egy dióda-híd egyenirányítja.

A bejövő nagyfrekvenciás jelet a 100/0,5 ohmos ellenállás osztja le (a kritériumokat lásd az előző évkönyvben!). Az osztópontról tápláljuk a mérendő tekerest. A hangoló kondenzátor azonos a „POLAR” kettősforgóval.

A két dióda a vagy a BAT48 Schottky, vagy az OA1160, germánium nagyfrekvenciás típus. A skálázott helikális potméter 100 kohmos. Mivel egyenfeszültséget oszt le, lehet huzalt-potméter is.

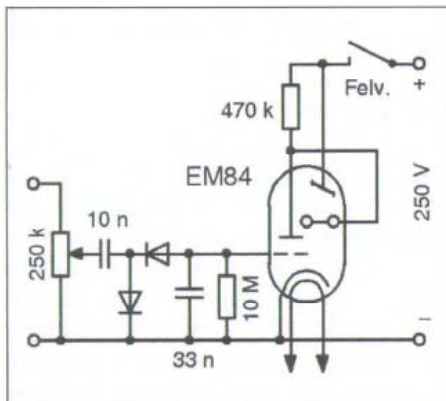
A varázsmérleg összehasonlítja a két bejövő jelet. Az 1 Mohmos trimmer segítségével a két csőfél közötti különbséget egyenlíthetjük ki.

A műszert lehetőleg készen vásárolható alumínium dobozba szereljük. A mintakészülék doboza 150×150×80 mm méretű. A tápegységet nyákra, a forgót és a varázsszemet bakelit lemezre, a többi alkatrészt az előlapra szereltem (ld. fotók).

A nyáklemez forrasztási oldalát a 18. ábra, a beültetési rajzot a 19. ábra, az előlap kivágási rajzát a 20. ábra mutatja. A megépítéshez segítséget adhatnak a műszerről készült fényképek.

6.2. Összehasonlító mérések

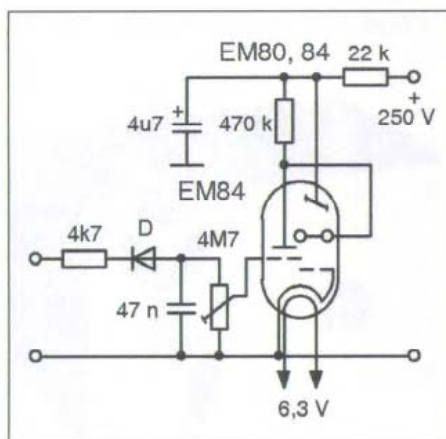
Egyszerű műszerünk használhatóságát bizonyítani, széles frekvenciatartományban végeztünk összehasonlító méréseket azoknak a tekerceknek a felhasználásával, amelyeket az előző évkönyvben ismertetett Q -mérő és a Radiometer QM-1 műszer segítségével



12. ábra

csövet tartalmazott: egy ECC83-at és egy ECL86-ot. Az ECC83 két triódája között volt található a szintszabályozó potméter, amely felvétel állásban a kivezérlés szintjét, lejátszás állásban a hangerőt szabályozta. A második trióda katódjához kapcsolódott a felvételi korrekciós áramkör és a korszerűbb EM84 varázsszem áramköre, amely a 12. ábrán látható. A cső kivezérléséhez szükséges nagyobb egyenszintet egy feszültségkétszerező kapcsolás biztosítja. A varázsszem csak felvétel állásban kap anódfeszültséget [16]. A ZK-140T tranzisztoros változat már műszeres kivezérléssjelzőt tartalmazott.

Az elektroncsöves hangfrekvenciás erősítők még ma sem veszítették el népszerűségüket, ezért megfontolandó, hogy a műszeres kivezérlésmérők helyett a látványosabb varázsszemes kivezérléssjelzőket alkalmazzuk. A csöves erősítők szakértője, Plachtovics György, összefoglalta egy cikkben az alkalmazható megoldásokat [17]. Az általa javasolt kivezérléssjelző kapcsolást mutatja a 13. ábra. Sztereoerősítők esetén javasoljuk a következő fejezetben említett EM83 varázsmérleg felhasználását.



13. ábra

5. Kettős varázsszemek, varázsmérlegek alkalmazása

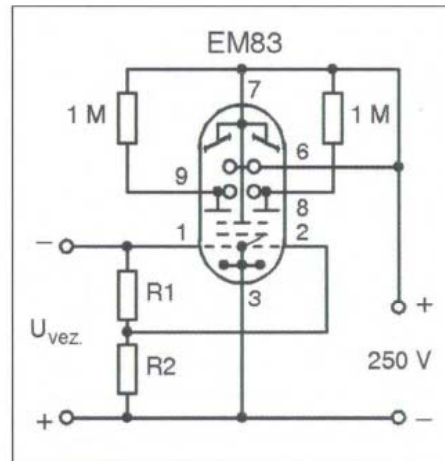
A kettős varázsszem AM üzemmódban ugyanúgy működik, mint azt egyszeres varázsszem, de amennyiben az egyik oldal vezérlőjelét leosztjuk, tetszőleges mértékben ki lehet bővíteni a varázsszem kivezérlési tartományát (14. ábra). Mivel ez az elektroncső nálunk nem eléggé ismert, Tungstam katalógusokban a bekötése nem található, ezért a kapcsolási rajzokon feltüntettük a lábszámozást.

FM üzemmódban – vissza kell utalnunk a 3. ábrára – az egyik trióda rácsát az aránydetektor (nem földelt) negatív kimenetére kötjük megfelelően leosztva, mint az egyszeres hangolászjelző kapcsolásánál. A másik trióda vezérlése az aránydetektor hangkimenetéről történik [18].

Ezzel a beállítással elérhetjük, hogy a varázsmérleg úgy mutassa az URH adó helyes behangolását, hogy amíg a skálán az optimálistól balra állunk, a bal oldali kijelzés, amennyiben jobbra állunk a jobb oldali kijelzés mutat alacsonyabb értéket (15. ábra). Később, az AFC áramkörök alkalmazásának következtében, ennek a fajta hangolászjelzésnek nem volt jelentősége.

6. Műszer EM83 hangolászjelzővel

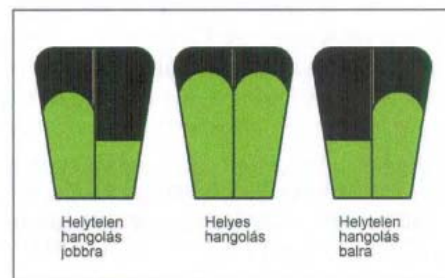
Az előző, 2012-es Évkönyvben jelent meg bőveges ismertetés a nagyfrekvenciás tekercsek jóságát mérő műszerekről, az ún. Q-mérőkről. Az egyik változatról építési leírást is közöltünk. Nem történt viszont említés a kompenzációs Q-mérőkről. Ezeknek a műszereknek a mérési elvét csak egy irodalomban találtuk meg [19], ezért bizalmatlanok voltunk a mérés pontosságát illetően. Az EM83 varázsmérleg viszont egy olyan egyszerű műszer megépítését teszi lehetővé, hogy azoknak, akiknek túl



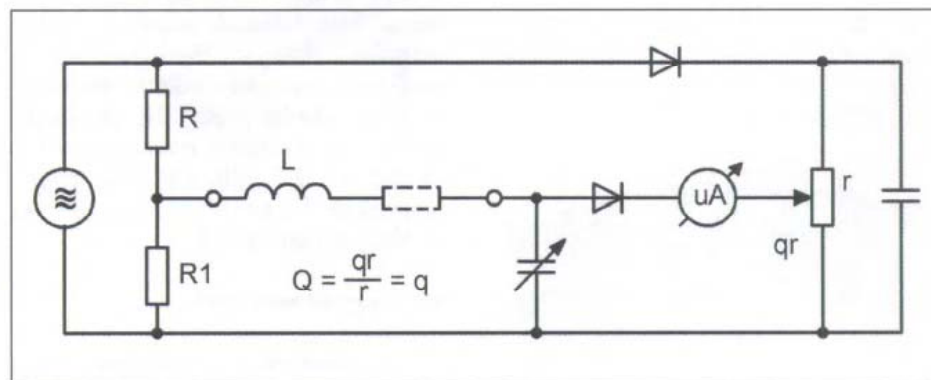
14. ábra

bonyolult a két alaplászert és nagyfrekvenciás erősítőt tartalmazó Q-mérő megépítése, érdemes ezt választaniuk, még az esetleges nagyobb pontatlanság ellenére is. A választott módszer következtében, bár a mérés elve egyezik az előbb említett műszerével, nincs szükség a mérőáram pontos beszabályozására és hitelesített feszültségmérésre.

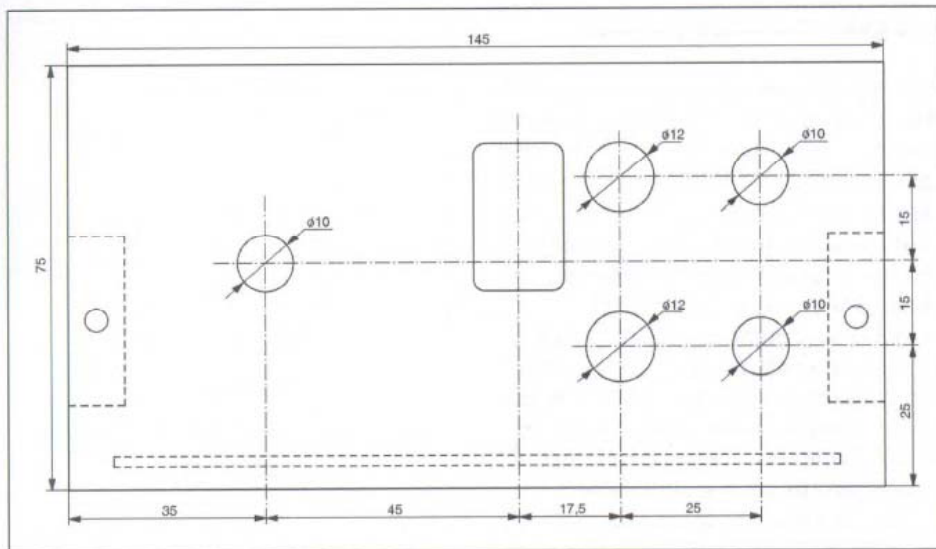
A működés elvi magyarázatához szükséges kapcsolást a 16. ábrán mutatjuk. A mérendő induktivitásból és a változtatható kapacitásból álló rezgőkört egy ellenállásokból álló feszültségosztó alsó tagjáról tápláljuk, hasonlóan az előző évkönyvben ismertetett mérőellenállásos betáplálású Q-mérőhöz. A kondenzátor sarkain megjelenő



15. ábra



16. ábra



20. ábra

esetben szemmel is látható az ernyő beégése. Mennél sötétebb árnyalatú a megvilágított terület az árnyékoshoz viszonyítva, annál kisebb a remény a használhatóságra. De ez eddig csak szubjektív megítélés. Végezzünk méréseket! Az EM4-es csövet a katalógusnak megfelelően állítjuk be. A fűtőfeszültség 6,3 V, az ernyőfeszültség 250

V, mindkét anódkörbe 1 Mohmos ellenállást iktatunk, hogy lehessen látni mindkét trióda működését, a munkaelenállásokra is 250 V-ot kapcsolunk.

Logikus következésnek tűnik, hogy azokat a csöveket lehet esetleg javítani, amelyeknél a katód emisszióját tudjuk növelni; ahol az ernyő erősen beégett, azoknál nem tudunk mit kezdeni. A ka-

tód emissziójának a romlását a katód – világitóernyő dióda mutatja, tehát a világitóernyő áramát érdemes mérnünk. A katalógusok az áramra különböző értékeket adnak meg, mert az ernyőáram függ a rácsfeszültség, tehát az árnyékszög értékétől. Ha húsz volt előfeszültséget állítunk be (az árnyékszög a legkisebb), használatlan, régebbi gyártású csöveknél, 250 V feszültség mellett az ernyőáram 2 mA körül van [23], az újabb gyártásúknál 1,25 mA [24]. A villemit bevonat elvileg nem befolyásolja az értéket. A használt csövek ernyőáram-eloszlását a 21. ábrán mutatjuk be. Az eloszlást 20 db régi gyártású (pirosra festett, homorú homlokfalú) és 37 db újabb gyártású (domború homlokfalú) EM4 mérésével vettük fel.

Azokkal a csövekké, amelyeknél kb. az eredeti nagyságú ernyőáramot mérjük, mégsem világitanak, tapasztalatom szerint nem érdemes foglalkoznunk, mert a „vakulást” nem az emisszió csökkenése okozta. Amennyiben régi EM4 esetében 1 mA-nél, újabb csőnél 0,6 mA-nél kisebb áramot mérünk, az már jelentős, 50%-os emissziócsökkenést mutathat; ezeknél az el-sötétedést a katód (is) okozhatja.

KEDVEZMÉNNYEL » A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA « c. könyvsorozat köteteit ajánljuk

Érsek János (HA2MP)

**Rövidhullámú
amatőr rádiózás**

A kezdetektől 1944-ig

280 oldal, 1990 Ft

Stefanik Pál (HA5BT)

**A magyar rövidhullámú
amatőr rádiózás
története 1945-1955**

242 oldal, 1990 Ft

Wlassits Nándor (HA8QC)

Rövidhullámok 1924-1934

Magyar rádióamatőr történet

224 oldal, 1990 Ft

Molnár György

Molnár János élete

70 év a Sándor utcában**

122 oldal, 1990 Ft

Sugár Gusztáv

Megszólal a rádió

300 oldal, 1990 Ft

Sugár Gusztáv

**A néprádiótól
a műholdas televízióig**

300 oldal, 1990 Ft

Balás B. Dénes

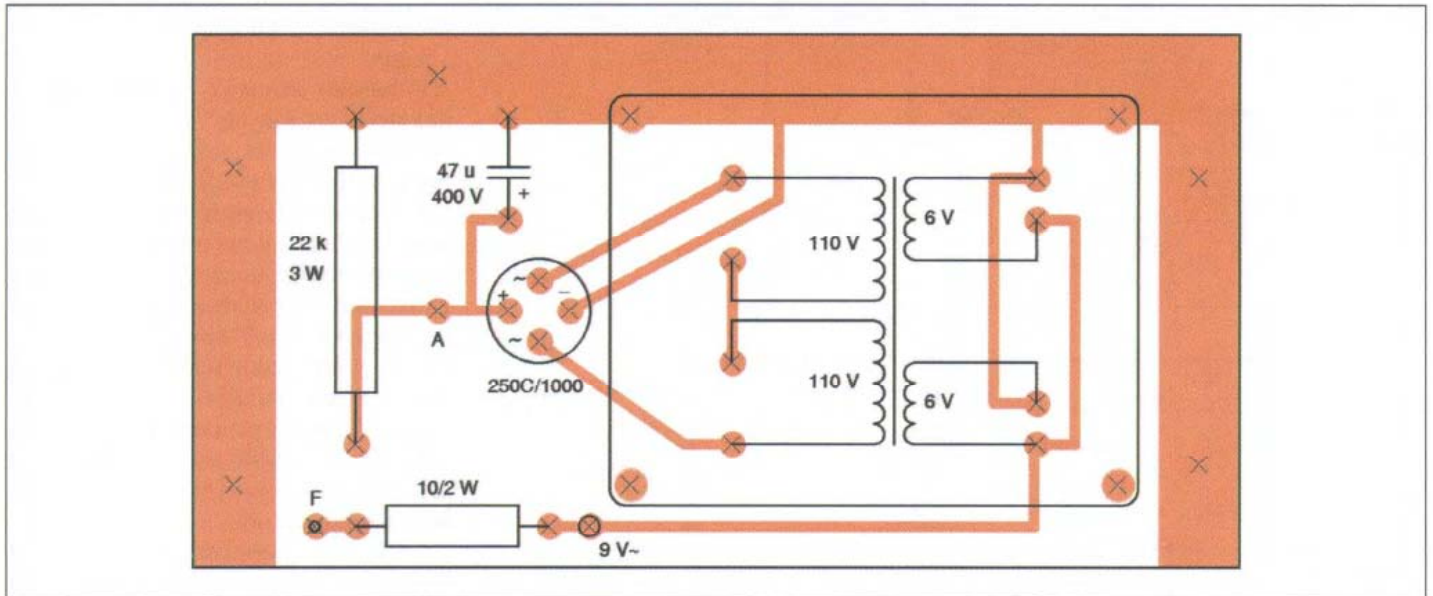
A távirótól a rádióig

344 oldal, 2990 Ft

A könyvekről bővebben honlapunkon olvashat:

www.radiovilag.hu

A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a **szerkesztőség**nél. Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. ● ☒ Budapest, Pf. 603. H-1374 ● ☎ 239-4932, 239-4933 ● ✉ hambazar@radiovilag.hu



19. ábra

vel mértünk. Alacsony frekvencián tapasztalható 20-30% eltérés negatív irányban, 30 MHz-en és fölötte ugyan-

ennyi pozitív irányban. Gondolom, ez egy ilyen egyszerű műszernél megengedhető.

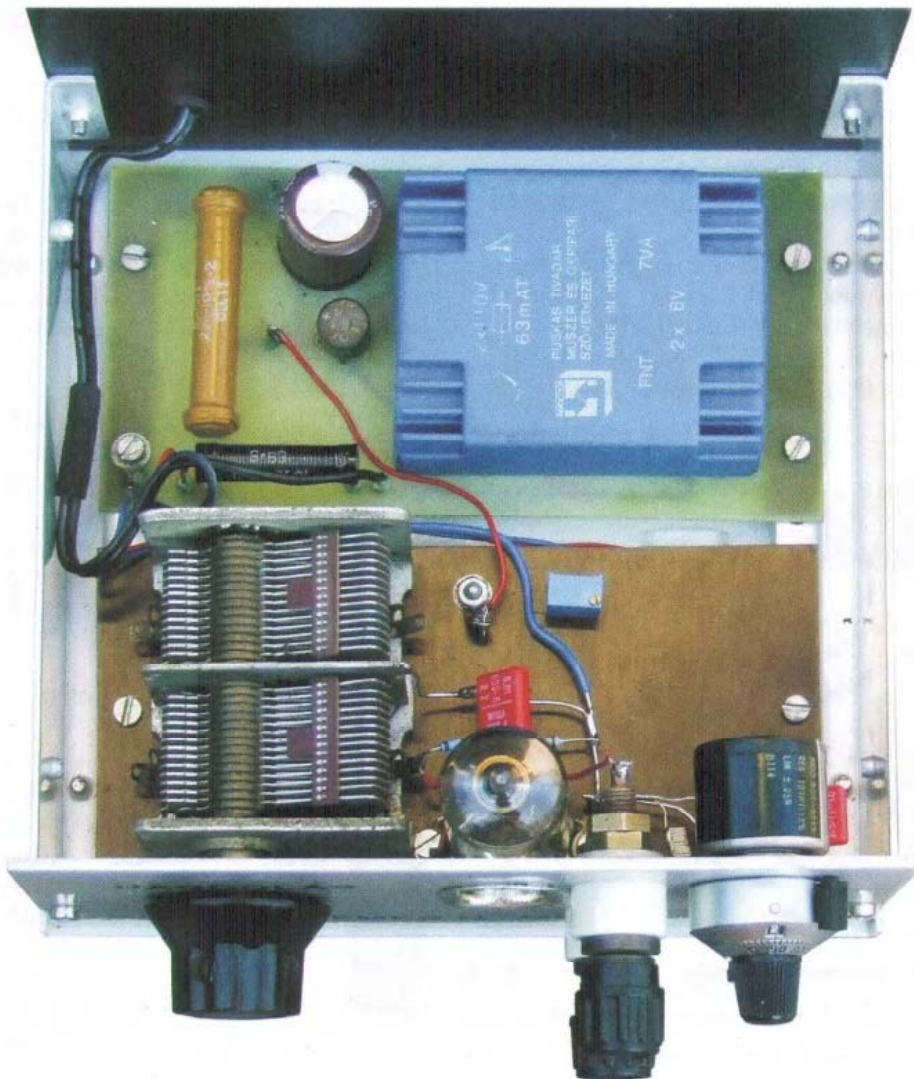


7. Varázsszemek regenerálása

A gyűjtők nagy bánatára ma már egyre nehezebb „világító” EM4 hangolászjelző csövet beszerezni, ezért mindenféle „trükköt” megpróbálnak, hogy a meglévő „megvakult” csöveket életre keltsek. Kóger László a gyűjtők lapjában írt részletesen a témáról [20]. A cikket még azért is érdemes tanulmányozni, mert a szerző a lengyel Electronic Universal Vade-Mecum alapján közli az összes 1970-ig ismert hangolászjelző karakterisztikáját.

A továbbiakban a saját tapasztalatomat az ELPO P-507 csőmérővel végzett mérések és kísérletek alapján írom le.

Azt előre leszögezhetjük, hogy a megvakulásnak két oka lehet: az egyik, hogy a katódból kilépő elektronok erősen bombázták az új korában fényesen világító villemit (cinkortoszilikát, azaz Zn_2SiO_4Mn) ernyőt [21]. A másik ok a – többnyire aláfűtés következtében a katódfém és az emittáló réteg között kialakuló, félvezető tulajdonságú – közbelső réteg keletkezése, ami az ernyő környezetében az elektronok emisszióját jelentősen csökkenti [22]. A két hatás sokszor együtt jelentkezik. Legtöbb



Technikatörténet – évszámokban

Dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök

10 éve történt

– A 2003. évi fizikai Nobel-díjat a szupravezetés és a szuperfolyékonyság elméleti alapjainak kidolgozásáért *Alekszej Alekszejevics ABRIKOSZOV* (*1928) orosz származású amerikai, *Vitalij Lazarevics GINZBURG* (1916-2009) orosz és *Anthony James LEGGETT* (*1938) angol-amerikai fizikus kapta.

– Január 7-én Dallasban (Tex.) elhunyt *Gordon Kidd TEAL* (*1907) matematikus, vegyész (**1. ábra**). Neve összeforrt a germánium és szilícium egykristály, a szilícium napelem és rétegetranzisztor előállításával, kristályhúzó berendezés szerkesztésével.

– Az év első felében Észak- és Nyugat-Európában sorra indulnak a multimédiás szolgáltatást nyújtó szélessávú (2 Mbps) harmadik generációs mobiltelefon hálózatok, az UMTS-ek (Universal Mobile Telephone Systems). Ausztriában az UMTS szolgáltatás vételére alkalmas Siemens U-10 típusú mobiltelefon ára kb. 800 Euró.

– A tokiói CETAC kiállításon a Sony bemutatta a Blu-Ray DVD-író/olvasót. Az első készülékek az amerikai piacon májusban, a japán piacon az év



1. ábra. Gordon K. Teal. [www.ithistory.org/]



2. ábra. Blu-Ray eszközök. [www.origo.hu/techbazis/hightech/]

második felében jelentek meg. A 12 cm-es lemez kapacitása 27 GB (**2. ábra**). Az eszköz jövőjét illetően a szakértők állásfoglalása nem egységes. Egyesek szerint alig van minőségbeli különbség a „hagyományos” DVD és a Blu-Ray lemezek tárolt filmek között, a kék lézeres lejátszók és a lemezek (pillanatnyilag) drágábbak, a technológia még nem teljesen kiforrott.

– Június végétől a Westel Rádiótelefon Kft. beszünteti az 1990-ben indított szolgáltatását: a 06-60 hívószámú, 450 MHz-es sávban működő analóg mobilrendszerének működtetését.

– Hazánkban az év nyarán megszűnik a személyhívó szolgáltatás: az utolsó maradt Eurohívó is leáll.

– A Walt Disney stúdió érdekltségébe tartozó Buena Vista Home Entertainment társaság EZ-D névre keresztelt „önmegsemmisítő” DVD-t dobott piacra. A légmentes tokban forgalomba hozott, speciális műgyantával bevont lemez felülete – a tok kibontása után kb. 48 órával – a levegő hatására elfeketedik, a lemez kiolvashatatlanná válik. Ilyen lemezen kapták meg a sajtó képviselői a „Halj meg máskor!” c. James Bond-film promóciós anyagát a latin-amerikai MTV Video Music Award 2003-as díjkiosztóján.

– Augusztusban bukkannak fel először az interneten a Blaster féregvírus és módosulatai. Állítólag világszerte 1,2 millió számítógépet fertőztek meg. Az egyik módosított Blaster változatot a minneapoliszi 18 éves *Jeffrey Lee PARSON* készítette, akit 2003 szeptemberében őrizetbe vettek és bíróság elé állítottak.

– Decemberben megindul a Kosuth Rádió kísérleti sztereó sugárzása

107,8 MHz-en. Az Antenna Hungária Rt. hét adó átadásával megkezdi a Magyar Rádiónak biztosított új országos 100 MHz-es adóhálózat kiépítését.

– December 10-én meghalt *Peter James WALKER* (*1916) angol mérnök, vállalkozó, a Brit Birodalom tiszti fokozatának birtokosa, a londoni Acoustical Manufacturing Company megalapítója (1936). Mivel üzemét a II. világháborúban lebombázták, Huntingdonban alapított új céget, a teljesítményerősítőiről és elektrosztatikus hangszóróiról híres QUAD Electroacoustics Ltd.-t (**3. ábra**).

25 éve történt

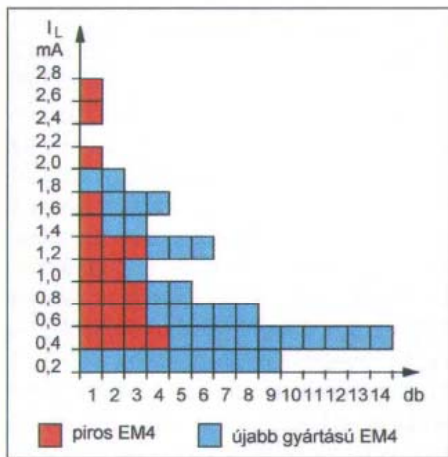
– Az 1988. évi fizikai Nobel-díjat *Leon Max LEDERMAN* (*1922), *Melvin SCHWARTZ* (1932-2006) és *Jack STEINBERGER* (*1921) amerikai fizikus kapta a neutrínónyalábos módszer kidolgozásáért valamint a műonhoz tartozó neutrínó felfedezéséért.

– Januárban az Európai Közösség – az európai közcélú hálózatok szabványosításának gyorsítása, a CCITT specifikációk európai adaptálása érdekében – megalapítja az Európai Távközlési Szabványügyi Intézetet (ETSI, European Telecommunications Standards Institute).

– Február 15-én Los Angelesben (Calif.) meghalt *Richard Philips FEYNMAN* (*1918) Nobel-díjas amerikai fizikus, a relativisztikus kvantum-elektrodinamika megalkotója (**4. ábra**). Alapvető 10 kötetes munkája, a „*Mai fizika*” magyarul is megjelent.



3. ábra. Peter J. Walker díjat vesz át Fülöp hercegtől. [www.quad-hifi.co.uk/]



21. ábra

Említettük, hogy a varázsszemnek ezt a részét a katód – világitóernyő daként foghatjuk fel. Diódáknál a katódáramot egyrészt az anódfeszültség növelésével, másrészt a katód hőmérsékletének emelésével érhetjük el. Az anódfeszültség növelésének határt szab, hogy a maximális megengedett ernyőfeszültség 300 V. Ezért a második megoldást választjuk úgy, hogy a fűtőfeszültséget fokozatosan növeljük, miközben mérjük az ernyőáramot és figyeljük az ernyőt. Amennyiben az ernyő jelentősen kivilágosodik mialatt az ernyőáram néhány mA-re nő, akkor érdemes valamelyik emissziójavítást lefolytatni.

Csornai László az alábbi két eljárást javasolta [25]:

1. A csöveket fokozatosan fűtjük fel dupla fűtőfeszültségig, miközben a többi elektródákra semmiféle feszültséget nem adunk, és így hagyjuk kb. 5 – 10 percig.

2. A csöveket csak kb. másfélszeres feszültséggel fűtjük, mialatt a kis csöveknél 5...10-szeres, a nagyobb csöveknél kétszeres katódáramot állítunk be, és így hagyjuk 10...15 percig.

Kóger László említett [20] cikkében ismertetett eljárásában 17...20 V-ig növeli a fűtőfeszültséget, az anód és az ernyőfeszültséget 100 V-ra állítja be, hogy az ernyőáram 10...15 mA fölé ne emelkedjen. A „kezelést” 1 percig végzi, majd – szükség estén – ismétli. A különféle módszerek közül mindenki – ízlésének és bátorságának megfelelően – választhat.

8. Egyéb csőhibák javítása

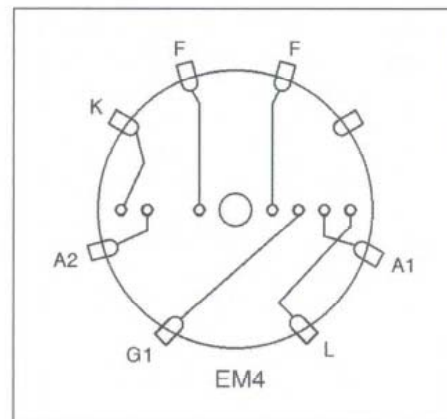
Némely esetben találkozunk olyan hibával, hogy a fűtőfeszültség megléte ellenére nem folyik fűtőáram, de lehet más elektródánál is szakadás. A körmös fejű csöveknél van remény a javításra, amennyiben nem a csövön belül történt a ponthegesztés elválása, ill. nem égett el a vékony fűtőszál.

Első lépésként átforrasztjuk a körmöknel a kivezetéseket, ez az esetek nagy részében segíteni szokott, de egy EM 4 megéri a csőfej levételével és a hozzávezetések meghosszabbításával együtt járó munkát is, különösen, ha a csőfej egyébként is mozog. Ehhez szükségünk van egy ún. üvegnyomat-rajzra (22. ábra). A csőfej leforrasztása után a csövet alulról és a gettertartó ellenkező oldaláról nézzük. A szívócsőtől balra három, jobbra négy kivezetést látunk. Ellenőrizzük minden kivezetés épségét, és mérjük ki, hogy nem a csövön belül van-e a hiba (ez az EM4 esetében szabad szemmel is látható)! Miután megtisztítottuk a körmöknel a furatokat, a kivezetéseket meghosszabbítjuk kb. 10 cm hosszú, Ø0,5 mm-es, ónozott huzalokkal, amelyeket a rajznak megfelelően átfűzünk a furatokon. Az egymást keresztező huzalokra előtte felhúzzuk a szigetelő (varnis) csövecskét (EM4-nél az A1 vezetékére). Az üveget és a csőfej nyakát is megkenjük Palmatex hőálló ragasztóval, a csőfejet lassan – mialatt a kijövő huzalokat igazgatjuk – megfelelő pozícióban ráhúzzuk az üvegre. A ragasztó száradása után a kivezetéseket beforrasztjuk, a kiálló huzalokat levágjuk.

A szerző minden gyűjtőnek eredményes javítást kíván!

Irodalom

- Kádár Géza: Rádió-vevőkészülékek kapcsolása I. (MK, 1966.)
- Holló – Magó – Valkó: Tungstram rádió tanácsadó 1944. (Gyári kiadás)
- Kádár Géza: Rádió és televízió vevőkészülékek (1967 – 69) (MK, 1972.)
- Nagy Sándor: Elektronikus mérőműszerek I. (Tankönyvkiadó, 1967.)
- Nagy Sándor: Elektronikus mérőműszerek II. (Tankönyvkiadó, 1967.)
- László Tihamér: Kisméretű ellenállás – kapacitásmérő váltóáramú hálózatra (Rádióvilág, 1947/1.)



22. ábra

- Makai István: R. C. mérő, jelkutató, hibakereső (Rádió és filmtechnika, 1951/7.)
- (A szerző neve nélkül) Varázsszemes LC mérőműszer (RT, 1951/1.)
- Proh Zoltán és dr. Radnai László: Mi a „grid-dip” oszcillátor és mire használható? (RT, 1955/1.)
- Stefanik Pál: Grid-dip méter varázsszemmel (RT ÉK 1969.)
- Günther Klamt: Ein interessantes Röhrenvoltmeter (Funk, 1939/3, Magyar Béla ismerteti Elektronikus mérőkészülékek a híradástechnikában c. műveiben, Nehézipari Könyvkiadó 1953.)
- Mihály Róbert: Varázsszemes csővoltmérő (RT, 1965/4.)
- Simoncsics László: Varázsszemes és félvezetős mérőrezonátor (RT ÉK 2006.)
- Simoncsics László: Varázsszem rezonátor (Nosztalgia rádió hírujság, 2004/5.)
- Kádár Géza: Rádió és televízió vevőkészülékek (1958 – 1959) (MK, 1961.)
- Csabai Dániel: Magnókapcsolások 1972 – 1976 (MK, 1979.)
- Plachtovics György: Elektroncsöves, kétcsatornás, 50 W-os gitárerősítő torzítóval 4. (RT, 2001/1.)
- Hrabál László: A százaróú varázsszem (MHS Rádióamatőr füzetek sorozat 45.)
- Tarnay Kálmán: Elektronikus mérések (MK, 1963.)
- Kóger László: Az EM 4 hangolásijelző cső regenerálása (Nosztalgia Rádió Hírujság, 2008. január – február)
- Mészáros Sándor: Elektromos alkatrészek konstrukciója és technológiája I. rész (Kandó Kálmán főiskolai jegyzet, 1983.)
- Tarnay Kálmán: Elektroncsöves kapcsolások 2. kiadás (MK, 1962.)
- Magyar Béla: Elektroncső atlasz I. (MK, 1958.)
- Electronic Universal Vade-Mecum 1. (Lengyel kiadás, Varsó, 1964.)
- Rádiócsövek katódja (RT 1959/11.)

Kiadványaink digitális formában: www.dimag.hu

vízió fejlesztését vezette, s csoportjával megalkotta a kültéri felvételekre is alkalmas CPS-Emitron kamerát. Az általa kidolgozott 405 soros bontású félképváltós adásrendszert vezette be a BBC 1937-ben, melyet 1964-ig használtak.

– A „szépkorú” *Rádiótechnika* 1963. évi 2. száma hírt ad az Országos Mentőszolgálat számára vásárolt rádiótelefonokról. A 2-3 km hatótávolságú, 84-86 és 140-144 MHz-es sávban működő 0,5 W-os, fél kilogrammos készülék – állítólag – „jól elfér egy munkaköpeny zsebében”. A decemberi számban Somodi József mutatja be az ország első amatőr tranzistoros ipari tévékameráját, mely három lapostelevéről 1-2 órán át működik. Ez lenne a biztonsági kamerázás kezdete?

– Március 4-én a svájci Territetben elhunyt Édouard BELIN (*1876) francia mérnök, a „belinographe”-nak nevezett képtávíró feltalálója (7. ábra). A belinográf segítségével jött létre az első képtávítól 1907-ben a Párizs-Bordeaux közötti telefonvonalon, majd 1921-ben az USA-beli Annapolis (Md.) és Belin franciaországi laboratóriuma (La Malmaison) között. Az 1930-40-es években számos európai újság szerkesztősége használta ezt a képtávíró rendszert.

– Május 10-én volt az első sikeres segédvívós-pilotjeles sztereó adáskísérlet a Szabadság-hegyen felállított 3 kW-os, Budapesti Rádiótechnikai Gyár (BRG) gyártmányú adóról 69,38 MHz-en. A kísérleti adások az FCC rendszer szerint történtek, de a löketet 50 kHz-re, a preemfázis időállandóját 50 μ s-ra módosították. Európában ekkor már rendszeres sztereó sugárzások voltak. Angliában, az NSZK-ban, Hol-



8. ábra. Philips EL3300 kazettás magnója. [<http://jean-pierre.mbeck.ch/>]

landiában, az NDK-ban, Lengyelországban, Csehszlovákiában az FCC szabvány szerint adtak, míg a Szovjetunióban, Bulgáriában a polármodulációs eljárással kísérleteztek.

– Augusztus 20-án átadták Magyarország első távvezérelt tévé-relé-adóját Szekszárdon a Kálvária-hegyen (20 W, OIRT 8. csatorna), majd ezt követte november 7-én az ózdi átjátszóadó (20 W, OIRT 6. csatorna) üzembe helyezése.

– Augusztus 20-án Miskolcon is ünnepeltek: felavatták az új avasi tévé és URH közvetítő állomást. Az 1 kW-os URH adó a Kossuth rádió műsorát közvetítette.

– Augusztusban a berlini nemzeti közírádiókiállításon a Philips bemutatta a kompakt magnókazettát (CC, compact cassette) és az EL3300 típusú kazettás magnót (8. ábra). A kazetták tö-

meggyártása 1964-ben indult Hannoverben, a BASF PES18 típusú szalagját használva. (A kazetta elnevezés a francia *kis ékszeres ládikó*-ból származik.)

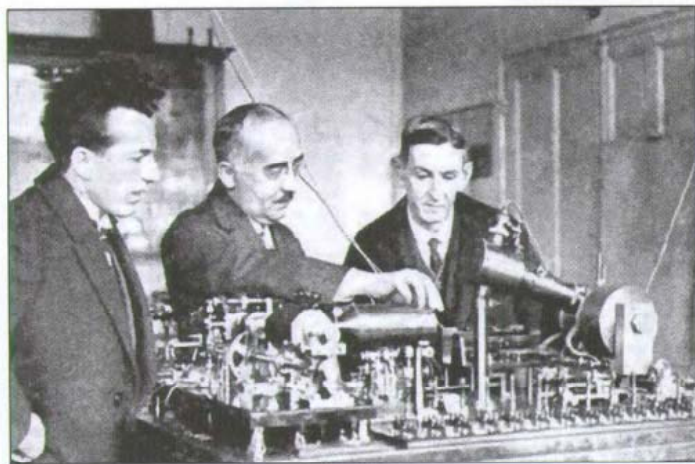
– Augusztus 28-án az amerikai Virgin-szigetek Charlotte Amalie településén meghalt Julius Edgar LILLENFELD (*1882) osztrák származású amerikai fizikus, villamosmérnök, az első félvezető (CuS) alapú FET feltalálója (U.S. Pat. 1.745.175, *Method and apparatus for controlling electric currents*). Találmányai között megtaláljuk az alumíniumoxid-hártyás elektrolitkondenzátort és a félvezető egyenirányítót is.

– Októberben Harry Carl KNOWLES amerikai fizikus, a Motorola munkatársa, szabadalmat kapott a mesa tranzisztorra (U.S. Pat. 3.108.209).

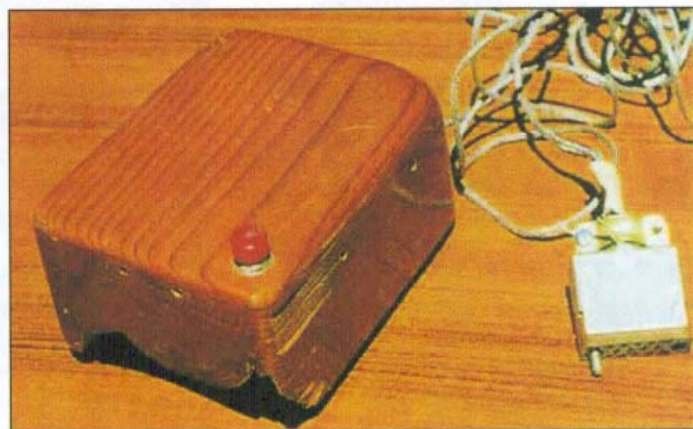
– Október 30-án a New York-i tengerparton holtan találták Clifford Edward BERRY (*1918) amerikai villamosmérnök-fizikust. A hivatalos verzió szerint öngyilkos lett, de később Atanasoff és Berry családja gyilkosságról beszélt. Neve a lineáris algebrai egyenletrendszerek megoldására fejlesztett elektronikus digitális számítógép, az ABC (*Atanasoff-Berry Computer*) révén vált ismertté.

– A *Journal Optical Society of America* decemberi számában publikálta Juris UPATNIEKS és Emmett N. LEITH az első, lézerrel készített „igazi” hologramokat.

– Douglas ENGELBART, a Stanford Egyetem kutatóintézetének számítógép-fejlesztő mérnöke elkészítette az egér prototípusát, a „display X-Y pozíció jelzőjét” (U.S. Pat. 3.541.541, *X-Y Position Indicator for a Display System*). Az első példány szappantartó méretű fadobozból készült, melyben két egymásra merőleges, az asztal lapján gördülő rovátkolt fémkorong volt.



7. ábra. Belin (a kép közepén) és a belinográf. [*Radio Broadcast*. 1925. szept. 595. old.]



9. ábra. Douglas Engelbart „ős-egere”. [<http://web.axele.ro.hu/fed/cont/>]



4. ábra. Richard P. Feynman. [<http://en.wikipedia.org/>]

– Április 7-én a solti KH adóról kísérleti komplex műsort sugároztak: a műsorjeleken 50 baudos telex-jellel lineáris fázismodulációt hajtottak végre. Februárban ezt megelőzte a lakihegyi és a mosonmagyaróvári KH adóval végzett kis sebességű járulékos adatátviteli kísérlet, mely pl. program- és adóazonosítást, pontosidő-szolgáltatást, távműködtetésű kapcsolók vezérlését célozta.

– Áprilisban a Budapesti Műszaki Egyetem MHSZ Rádióklubjában megkezdte működését az ország első BBS (Bulletin Board System), azaz „hirdetőtábla rendszerű”, IBM PC-vel vezérelt rádióállomása. Hírek cseréjét bonyolította a hazai, jugoszláv és osztrák állomásokkal.

– Május 27-én Berlinben meghalt *Ernst August Friedrich RUSKA* (*1906), Nobel-díjas német fizikus, villamosmérnök, a mágneses lencse és az elektronmikroszkóp egyik megalkotója.

– Az év első felében a Műszertechnika Kiszövetkezet megjelenik a kelet-európai országok első hordozható, 32 bites számítógépével, az MS/2-80 típusal, majd 2 GB-ig bővíthető winchester-tornyot mutat be. A Microsystem Kiszövetkezet elsőként kezdi meg hazánkban a cserélhető 10 MB-os winchester-meghajtók forgalmazását. Októberben a Híradástechnika Szövetkezet bemutatja az első hazai ipari célú professzionális mikrogepet, a HIP-286-ot. A Controll Kiszövetkezet kínálatában ekkor jelent meg a piacon az első laptop.

– Szeptemberben több nyugat-európai országban – így pl. Ausztriában, Angliában is – bevezették az RDS (Radio Data System) közlekedési információs rendszert, mely az FM adókon sugároz az autórádiók számára programazonosító jeleket, közlekedési információkat.

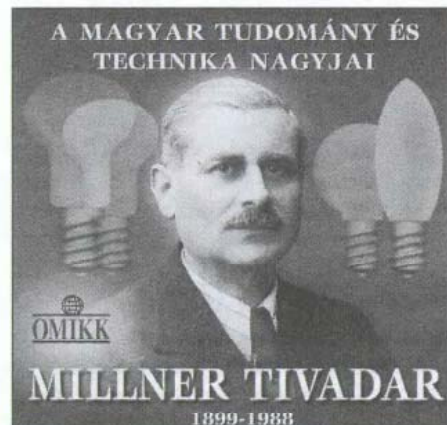
– Október 28-án Budapesten elhunyt *MILLNER Tivadar* (*1899) Kosuth-díjas vegyész-mérnök, az Egyesült Izzó kutatómérnöke, az alaktartó volfrám izzószál egyik feltalálója (5. ábra). Életéről és tevékenységéről a BME-OMIKK Tudománytörténeti Műhely CD-ROM-ot jelentetett meg „A magyar tudomány és technika nagyjai” sorozat keretében.

– November 29-én az egykori Szovjetunióban beszüntették a „nem kívánatos” orosz nyelvű külföldi rádióműsorok, pl. az Amerika Hangja, a BBC zavarását, melyet még 1948-ban kezdtek el.

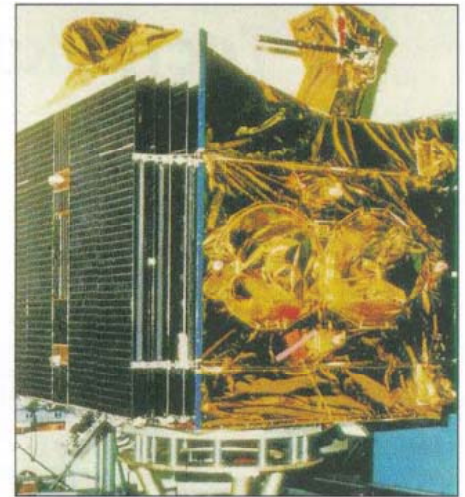
– Decemberben a hanglemez-boltokban megjelenik az első hazai gyártású audio CD, Szörényi-Bródy: *István, a király* c. rockoperája. A lemezt az 1988 márciusában Székesfehérvárott alapított Glória Kompaktlemez-gyártó Kft. (a későbbi VTCD Videoton Kompaktlemez-gyártó Kft.) adta ki.

– Decemberben megindult a forgalom a világ első, mintegy 6000 km-es tenger alatti optikai kábelén, a TAT8-on, mely Észak-Amerika keleti partvidékét köti össze Európával. Az átviteli kapacitása 560 Mbit/s, így egyszerre 30..40 ezer telefonbeszélgetés bonyolítható le.

– December 11-én felbocsátották a luxemburgi székhelyű SES (Société Européenne des Satellites) első műsor-szóró műholdját, az ASTRA 1A-t. A



5. ábra. Millner Tivadar életét és tevékenységét ismertető CD-ROM borítója (megjelent a BME-OMIKK Tudománytörténeti Műhely kiadásában)



6. ábra. Az ASTRA 1A a szerelőpadon [www.upv.es/satellite/trabajos/pract_10/]

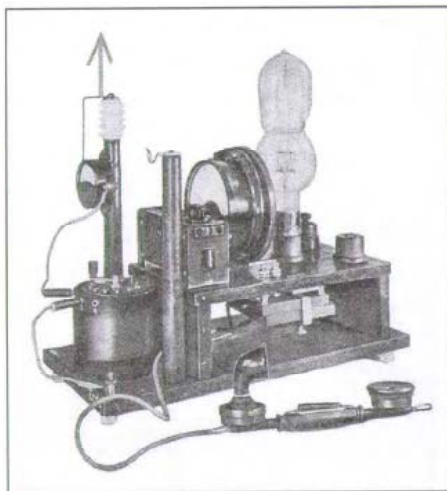
2,9×1,6×1,2 m-es műhold (6. ábra) fedélzetén 16 db 26 MHz sávzélességű, 45 W-os aktív transzponder volt, a műsorokat a 11,2...11,45 GHz-es sávban sugározta. A 19,3 m-es napelem szárnyak kb. 2 kW-ot adtak le a tíz évre tervezett élettartam végén. A műholdat végül is 2004 decemberében vonták ki véglegesen a forgalomból, és helyezték el az ún. „temető pályán”.

50 éve történt

– Ez évi fizikai Nobel-díjat *WIGNER Jenő* (Eugene WIGNER, 1902-1995) magyar származású amerikai fizikus kapta megosztva *Maria GOEPPERT-MAYER* (1906-1972) német származású amerikai és *Johannes Hans JENSEN* (1907-1973) német fizikussal az atommagok és elemi részek elméletének fejlesztéséért, ill. az atommag héjmodelljének megalkotásáért.

– Január 3-án Hannoverben, a CCIR szakértői előtt mutatta be először *Walter BRUCH* német villamosmérnök találmányát, az NTSC és a SECAM színestévé-adásrendszerek hibáit kiküszöbölő PAL (Phase Alternation Line) rendszert. Bruch a *Farbferrseh-System PAL-Offset* szabadalmát (DBP 1.179.986) szintén ezen a napon kapta meg.

– Január 25-én Londonban elhunyt *Isaac SHOENBERG* (*1880) orosz származású angol gépész- és elektromérnök. Mint az orosz Marconi Társaság főmérnöke, részt vett az első orosz szikratávíró állomás tervezésében és építésében. 1914-ben feleségével és négy gyermekével Angliába emigrált. Az 1930-as években az EMI-nél (Electric and Musical Industries) a tele-



14. ábra. Meissner csillapítatlan hullámú Lieben-csöves 10 W-os AM adója

farbiger Bilder auf einem Leuchtschirm (DE 736.575) szabadalmat 1943. május 13-án kapta meg.

– Székesfehérvárott megalapítják a Vadásztöltény, Csappantyú, Gyutacs és Fémáru Rt.-t, a Videoton elődjét.

– Október 22-én született meg a New York-i Astoria Hotelben az első, mai értelemben vett szárazmásolat (xerox), melyet *Chester F. CARLSON* amerikai fizikus készített *Otto KORNEI* osztrák származású fizikus segítségével (11. ábra). Az első másolat a dátumot és helyszínt tartalmazta: „10-22-38 Astoria”. Carlson 1939 áprilisi találmányi bejelentésében „elfelejtett” Selényire hivatkozni, annak ellenére, hogy – önéletrajza szerint – sok ötletet merített Selényi Pál elektrosztatikus képrögzítési eljárásából.

– November 2-án a BBC megindította rendszeres közszolgálati tv-adását a 405 soros bontású Marconi-EMI rendszerben. Március 21-étől kezdve rendszeresen mondtak híreket, sőt április 30-án már a Football Association kupadöntőjét is közvetítették.

– November 14-én megszólalt Kassán a Budapest I. műsorát relézó Telefunken gyártmányú 3/0,75 kW-os adó, mely korábban a csepeli adóállomáson működött. A szerelési, beüzemelési munkákat *Zakariás János*, *Nagy György* és *Magyari Endre* postamérnök irányította.

– November 20-án Cambridge-ben (Mas.) meghalt *Edwin Herbert HALL* (*1855) amerikai fizikus, a róla elnevezett jelenség felfedezője. A galvanomágneses effektust vékony aranylemezen figyelte meg 1879-ben.

– December 13-án Budapesten elhunyt *KOLOSSVÁRY Endre* (*1858)

gépészmérnök, az első postamérnökök egyike, a Posta Műszaki Szolgálat első igazgatója, a Posta Kísérleti Állomás megalapítója és első vezetője (12. ábra). Megszervezte a posta műszaki szolgálatát, műszaki tanonciskolát létesített. Az ő nevéhez fűződik a budapesti telefonhálózat automatizálása, a távíró- és interurbán távbeszélő-hálózat kiépítése, a szikratávíró állomások hálózatának és az első rádióadónak létesítése.

– December 23-án született Brooklynban *Robert E. KAHN* amerikai villamosmérnök, aki *Vinton CERF*-fel együtt feltalálta és kidolgozta a TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) interaktív hálózatközi protokollt.

100 éve történt

– Az 1913. évi fizikai Nobel-díjat *Heike KAMMERLINGH-ONNES* (1853-1926) holland fizikus kapta „az alacsony hőmérsékletű anyagokra vonatkozó vizsgálatait”, melyek elvezettek a folyékony hélium előállításához, a szupravezető anyagok felfedezéséhez.

– Február 20-án meghalt *Robert von LIEBEN* (*1878) osztrák fizikus, vállalkozó, a mágneses vezérlésű elektroncső („Kathodenstrahlenrelais”, 1906) és a róla elnevezett gáztöltésű trióda („Lieben-Röhre”, 1910) feltalálója (13. ábra).

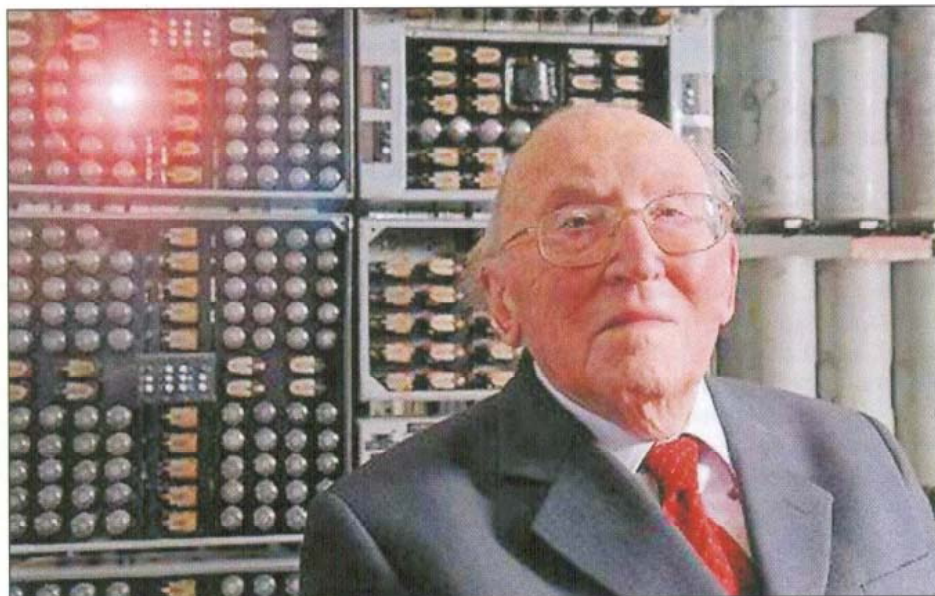
– Február 22-én született Baltimoreban (Md.) *John Northrup SHIVE* (†1984) amerikai fizikus, a Bell Telephone Labs. munkatársa, a tús ger-

mánium fotodióda és fototranzisztor feltalálója (1949-50).

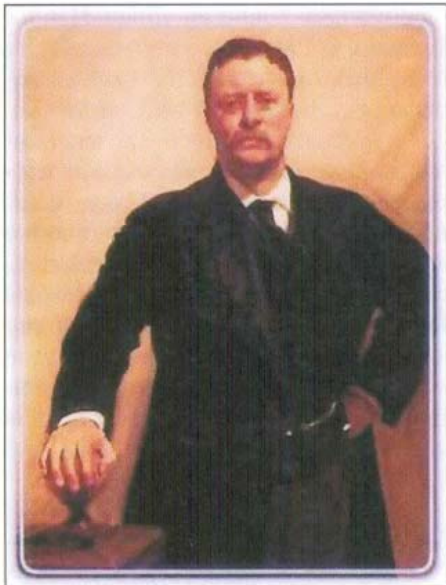
– *Alexander MEISSNER* osztrák mérnök feltalálta a róla elnevezett nagyfrekvenciás triódás oszcillátor kapcsolást, mellyel pl. csillapítatlan hullámú adót (14. ábra), visszacsatolt audion-vevőt lehetett építeni. Találmányát már 1913. április 10-én bejelentette, s ezzel mintegy fél évvel megelőzte *Edwin H. Armstrongot*. *Armstrong* azonban 1914-ben, *Meissner* viszont csak 1919-ben kapta meg a szabadalmat, így a kapcsolást *Armstrong-féle* oszcillátorként említik.

– Április 6-án született St. Louisban (Mo.) *Otto Herbert SCHMITT* (†1998) amerikai biofizikus, a nevét viselő elektroncsöves feszültségvezérelt billenőkapcsolás feltalálója. A kapcsolást ismertető *A Thermionic Trigger* c. cikke a *Journal of Scientific Instruments* 1938 januári számában jelent meg.

– Április 6-án halt meg Berlinben *Adolf Karl Heinrich SLABY* (*1849), a berlini műgyetem első elektrotechnika tanára, *Marconi* korai szikratávíró kísérleteinek aktív résztvevője, az Arco-Slaby rendszerű szikratávíró adó-vevő fejlesztője, a Telefunken A.G. egyik alapítója. Őt követte két nappal később, szintén Berlinben, *Ernst Walter RUHMER* (*1878) német fizikus, a vivőfrekvenciás eljárás úttörője. Hanggal modulált ívlámpás *Photographon*-jával 1900 körül fényhangos filmfelvételt készített. Első vezetékessé vivőfrekvenciás hangátviteli rendszerét 1908-ban lakása és laborató-



15. ábra. Maurice V. Wilkes és az EDSAC. [www.telegraph.co.uk/news/obituaries/technology-obituaries/8171435/]



10. ábra. Déri Miksa (olajfestmény, 1900 körül). [<http://mernokleszek.hu/cikk/hiresmernokok/>]

Ezek forgás közben időről időre érintkezőket zártak-nyitottak. A doboz tetején nyomógomb volt, ezzel lehetett az egeret aktiválni (9. ábra).

– Az Egyesült Izzó nagyteljesítményű ötvözött germánium tranzisztorokat hoz forgalomba: megjelenik az ASZ101x család (pnp, $B = 20 \dots 130$, $P_D = 20 \text{ W}$, $I_{Cmax} = 6 \text{ A}$).

– Az első TTL áramköri családot, a „Sylvania Universal High level Logic”-ot (SUHL) Thomas A. LONGO fejlesztette ki a Sylvania-nál. Az áramkörök 8 kivezetéses TO-5 tokban készültek, a Phönix rakéta vezérlőegységében kerültek felhasználásra.



11. ábra. Chester F. Carlson. [<http://theinvisiblementor.com/wp-content/>]

– A RCA-nál Steven R. HOFSTEIN és Frederick P. HEIMAN elkészíti az első, 16 darab n-csatornás MOS tranzisztort tartalmazó IC-t (U.S. Pat. 3.233.123, *Integrated Insulation-Gate Field-Effect Transistor Circuit on a Single Substrate Employing Substrate-Electrode Bias*). A Fairchild Semiconductor Corp.-nál Frank M. WANLASS kéttranzisztoros integrált CMOS invertert készít (U.S. Pat. 3.356.858, *Low Stand-By Power Complementary Field Effect Circuitry*).

75 éve történt

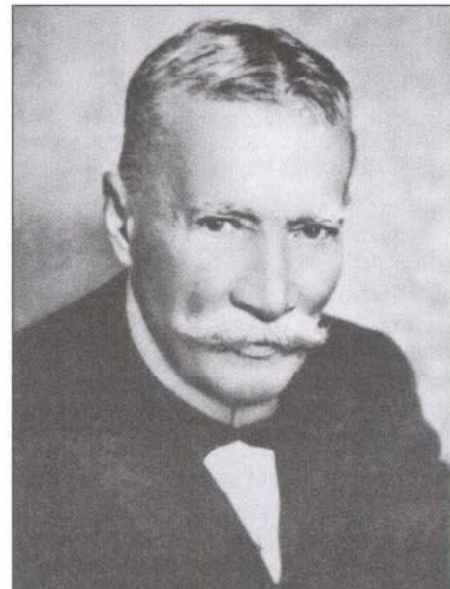
– Az 1938. évi fizikai Nobel-díjat Enrico FERMI (1901-1954) olasz fizikus kapta a radioaktív elemek neutron-besugárással való létrehozásáért valamint a lassú neutronok segítségével létrehozott magreakciók felfedezéséért. Fermi vezetésével készült el 1942-ben az első atommáglya.

– E. KASNER amerikai matematikus bevezeti az igen nagy mennyiségre, a „tíz a századikon”-ra (10^{100}) a „googol” kifejezést. Larry PAGE és Sergey BRIN szabadszavas internetes keresőjük, a Google elnevezésénél ezt használták fel.

– Február 24-én meghalt Jénában Max Carl Werner WIEN (*1866) német fizikus, a kioltó-szikraközös szikratávíró feltalálója (1906), az első variométer megalkotója. Készített etalon induktívitasokat, frekvencia-mérőhidat, váltóáramú mérőhidak nullázó műszereként használható vibrációs galvanométert.

– Március 3-án, az olaszországi Meranóban elhunyt DÉRI Miksa (*1854) vízépítőmérnök, a zárt vasmaszos transzformátor feltalálóinak egyike, a váltakozó áramú energiaelosztás és -szállítás megteremtője, az öngerjesztésű váltóáramú generátor feltalálója, a villamos erőművek létesítését pénzügyi szolgáltatásaival elősegítő vállalkozás, a bécsi székhelyű Internationale Electricitäts Gesellschaft (IEG) elnöke (10. ábra).

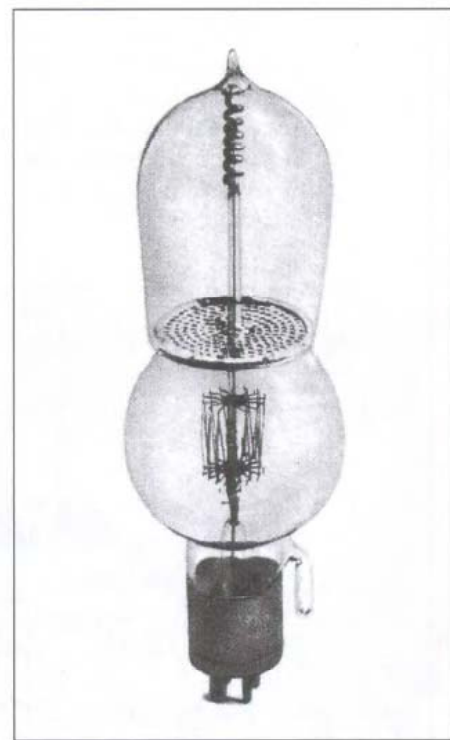
– Májusban a Városligetben megrendezett Budapesti Nemzetközi Vásáron megjelent a televízió. A *Rádió Technika májusi és júniusi száma* szerint a holland Philips cég 405 soros bontású ikonoszko-pos kamerát, kis teljesítményű adót és négy vevőkészüléket mutatott be. A helyi stúdiót és az adót egy-egy gépkocsiban helyezték el. A stúdió bevilágításához „3500 gyertyafényű Jupiter-lámpákat” használtak.



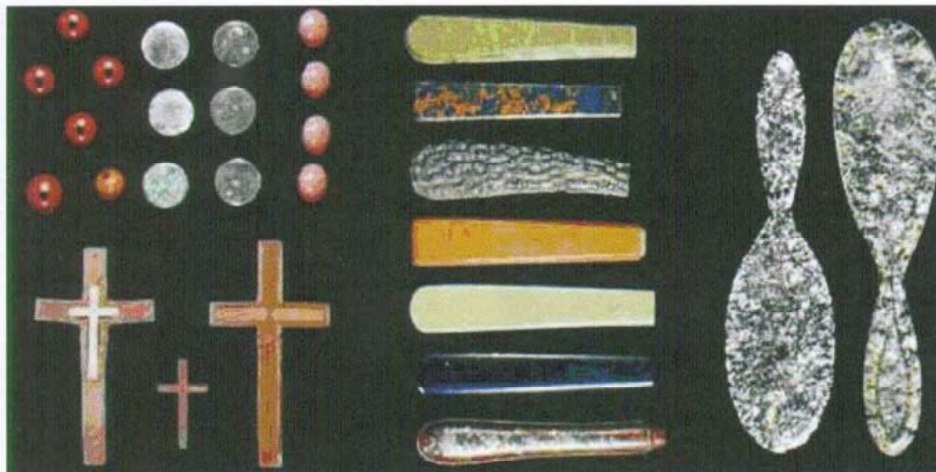
12. ábra. Kolossváry Endre, a PKÁ első vezetője. [www.kolossvary.hu/]

A „televíziós színházban” naponta négy előadást tartottak, melyen a hazai színészek színe-java – Apáthi Imrétől, Berky Lilitől kezdve Várkonyi Zoltánig, Utry Annáig – szerepelt. A közvetítés 11 napig, 100 órán át volt látható.

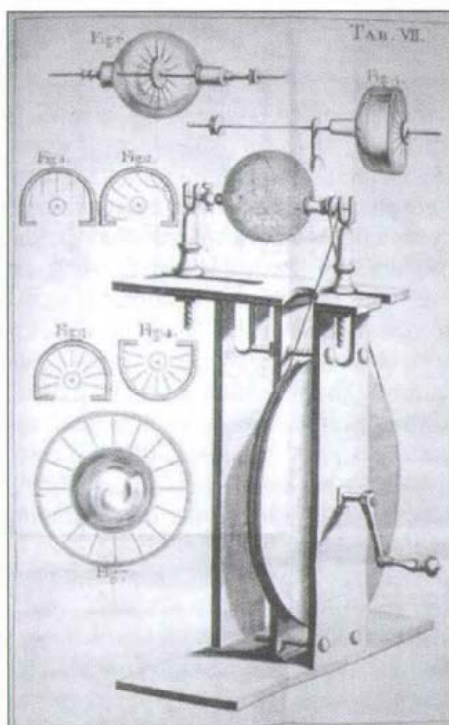
– Július 12-én Werner FLECHSIG német mérnök szabadalmaztatta az árnyékmaszkos képcső ötletét, melyet az ötvenes években használtak fel a színes képcsövek megalkotásakor. A *Kathodenstrahlröhre zur Erzeugung mehr-*



13. ábra. A „nagy”, 315 mm magas Lieben-cső (1912).



18. ábra. Minden tárgy parkesineből (celluloidból) készült. [www.westnorwo ddcemetery.com/people_buried/]



19. ábra. Francis Hauksbee üveggömbös dörzselektromos gépének rajza az 1709-ben megjelent „Physico-Mechanical Experiments...” c. könyvében. [www.geocities.com/bioelectrochemistry/]

(1844). Neuenburgban 1860-ban alapított vállalatánál az elektromos órák

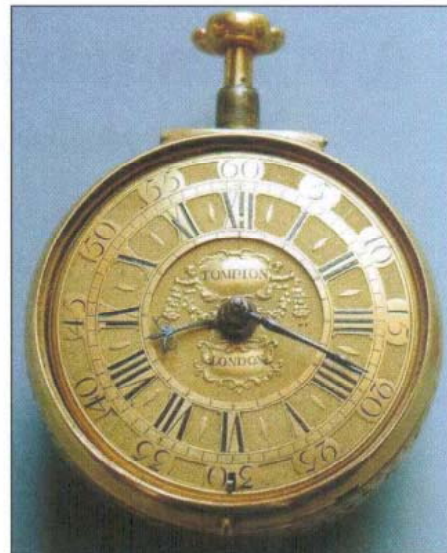
mellett vasúti villamos jelző- és táviró készülékeket gyártott. Kifejlesztette az elektromos órák központi vezérlőrendszerét (ezt pl. Bécsben, Párizsban is használták az 1860-70-es években).

– Ebben az évben született a London közeli Bishop's Stortford vagy Hertford városkában *Frederick Scott ARCHER* (†1857) angol ezüstműves, szobrász, fényképész. Feltalálta a koldídiumos fényképezési eljárást, az ún. „nedves lemezes negatív eljárást” (1851), melynek segítségével az expozíciós időt 0,5...30 másodpercre lehetett csökkenteni, s éles negatív képet lehetett előállítani.

– December 29-én született Birminghamben *Alexander PARKES* (†1890) angol kohász, vegyész, az első „mű-anyag”, az 1856-ban szabadalmaztatott *parkesine* feltalálója. Azokat a tárgyakat, melyek a nitrocellulózsból előállított termoplasztikus anyagból készültek, a londoni, majd a párizsi kiállításokon is bemutatta (18. ábra).

300 éve történt

– Április 29-én halt meg Londonban az idősebb *Francis HAUKSBEE* (*1666 körül) angol műszerész, autodidakta fizikus (nevét időnként *Hawksbee*-nek is írják). A hang terje-



20. ábra. Thomas Tompion által készített aranyóra (1709). [www.stedmundsbury.gov.uk/sebc/visit/]

dési sebességének méréséhez kéthengeres légszivattyút készített, üveggömbös dörzselektromos gépet szerkesztett (19. ábra). Megfigyelte a Torricelli-cső összerázásakor létrejövő fényjelenséget, s ennek magyarázatát is megadta: az üvegedény és a higany sűrűlódásának eredménye a fel lépő dörzselektromosság okozta elektromos kisülés.

– November 20-án temették el a Westminster Abbeyben (London) *Thomas TOMPION*-t (*1639), az „angol órák atyját”, a cylinderjárt feltalálóját (1693). Élete során mintegy 5500 zsebórát, 650 álló- és faliórát készített (20. ábra), együttműködött George Grahammal tudományos műszerek készítésében.

– *Brook TAYLOR* angol matematikus megformulálja a rezgő húr egyenletét. A matematikában járatosak bizonyára ismerik a nevét viselő hatványosort is.

(E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat” folytatásának is tekinthető. A szövegben *-gal a születési, †-tel a halálozási évet jelöltük. A szerk.)

INCOMP Electronics Elektronikai alkatrész kis- és nagykereskedelem

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

Fax: 27/341-601 E-mail: incomp@dunaweb.hu
Postai utánvételes csomagküldés

Raktárról kínálunk több ezerféle elektronikai alkatrészt.

IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzisztorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban, SMD kivételben is.

RIGOL műszerek disztribúciója

Internet címünkről www.incomp.hu online keresési és rendelési lehetőség!

2



16. ábra. William Henry Preece. [http://members.lycos.co.uk/MikePenney/]

riuma között létesítette, majd az 1910-es brüsszeli világkiállításon már kb. 15 km-re továbbított hangot.

– Május 20-án született Ann Arborban (Mich.) *William Redington HEWLETT* (†2001) amerikai villamosmérnök, vállalkozó, a világszerte ismert műszer- és számítógép-gyártó *hp* cég (*Hewlett-Packard Company*) társ-alapítója.

– Budapesten, a Fővárosi Elektromos Művek Váci út 74. sz. alatti épületének kibérelt negyedik emeletén június elsején kezdte meg működését a *KREMENEZKY János* által alapított Magyar Wolframlámpagyár Rt. Az üzem első felelős vezetője *Jellinek József* volt. Az üvegfüvők, szerelők többsége Kremeneczky bécsi gyárából idevezényelt szakmunkásokból állt. A könyvelés, értékesítés, anyagbeszerzés feladata a nyolc adminisztratív dolgozóra hárult. A kereskedelmi részleg 1924. október 1-jén vette fel az Orion Villamossági Rt. nevet és 1925-től már ORION márkanéven forgalmazta az izólámpákat, lámpatesteket, vasalókat, főzőlapokat, villamos felszerelési cikkeket, majd később az elektroncsöveket, rádióvevőket, hangszórókat.

– Június 26-án született Dudleyben *Maurice Vincent WILKES* (†2010) angol matematikus, fizikus, az első európai elektronikus számítógép, a késleltető művonallal tárolt programú elektroncsöves EDSAC (*Electronic Delay Storage Automatic Computer*) tervezője, a mikroprogramozás feltalálója (15. ábra).

– Szeptember 10-én hagyta jóvá az Egyesült Államok kongresszusa a „rádió” (radio) szó használatát a „vezeték nélküli” (wireless) helyett.

– Szeptember 13-án született Chicagóban *Herman Heine GOLDSTINE* (†2004) amerikai matematikus, az ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Calculator*) fejlesztője, feleségével együtt a gép programozója, a tervezés és építés menedzsere. Princetonban Neumann János és Goldstine irányítása alatt építette meg az Institute for Advanced Study fejlesztőcsoportja a „Princeton-típusú” vagy „Neumann-féle” számítógépet. Goldstine számítástechnikával foglalkozó könyve 1987-ben magyarul is megjelent a Műszaki Könyvkiadónál *A számítógép Pascaltól Neumannig* címmel.

– November 6-án Penrhosban (Wales) meghalt *Sir William Henry PREECE* (*1834), az angol posta főmérnöke (16. ábra). Kulcsszerepe volt a Bell-féle telefon angliai elterjesztésében és – Marconi munkásságát támogatva – a rádiózás megvalósításában. 1885-ben indukciós telefontal kísérletezett, melynél a párhuzamos táviróvezetékek közötti „crosstalk” (áthallás) jelenségét használta ki. 1892-ben a Bristol-csatornán át továbbított jeleket egy világitótoronyhoz indukciós hurok segítségével.

– November 11-én született Bécsben *STRIKER György* (†1992) mérnök, fizikus, a BME Villamosmérnöki karának professzora, a magyar automatizálás és mérés technika jelentős egyénisége. 1948-tól az Orion, majd 1950-53 között a kezdeményezésére létesített Elektronikus Mérőköszülékek Gyára (EMG) főmérnöke. 1953-tól 1975-ig az MTA Mérés technikai és Műszerügyi Intézet (MÉMI), ill. az általa alapított Mérés technikai Központi Kutató Laboratórium (MKKL) igazgatója. 1938-tól 1948-ig az USA-ban dolgozott, s itt az Associated Research Inc.-nél kidolgozta az első hazugságjelző műszer, a poligráf elektronikáját és mérőérzékelőit, a Zenith (Chicago) cégnél pedig elkészítette az első hordozható KH-RH világvévi rádiót.

200 éve történt

– Március 4-én Pesten meghalt *CHUDY József* (*1753) zeneszerző, karmester, újszerű optikai és akusztikus táviró feltalálója. Optikai távirójánál egymástól 5...10 km távolságra

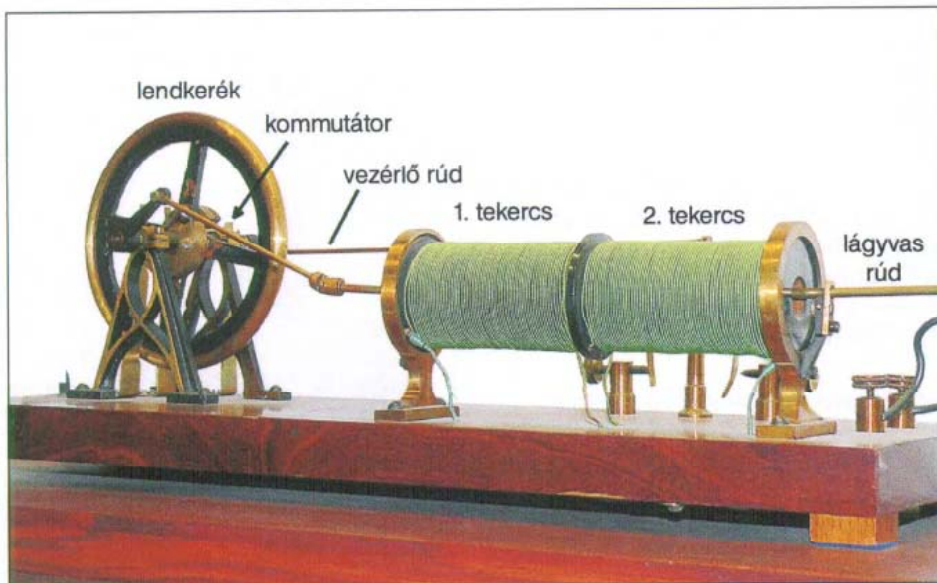


17. ábra. Chudy József akusztikus távirójának betűsora két különböző hangmagasságú dobra alkalmazva. (Lósy-Schmidt Ede rekonstrukciója, 1931.) [Évfordulóink...1988. MTESZ. Budapest, 1987. 80. old.]

álló örházak láncolatát javasolta. Az örház öt ablakát egy-egy lámpa világította ki, s az ablakokat tolható fátáblával lehetett volna egyenként elcsúsztatni. Az ábécé betűit a sötét-világos ablakok darabszáma kódolta. Harang- vagy dobjeles akusztikus távirójánál a betűket két különböző magasságú hangjel adta. Minden betűt, magas és mély hangokból összeállított jelből állt (17. ábra). Találmányáról azt írta, hogy „Nem egészen eredeti, de nem is lopott dolog.” Ő szerezte az első, „*Pikkó hertzeg és Jutka Perzsi*” (1793) és „*Der Telegraph oder die Fernschreibmaschine*” (1796) c. magyar operát.

– Szeptember 25-én a Lipcse melletti Delitzschben született *Emil STÖHRER* (†1890) német mechanikus, vállalkozó. Lipcsei műhelyében magneto-elektromos gépeket (állandó mágneses motort, dinamót), akkumulátoros villanyautót, terápiás célokra indukciós készülékeket készített. Feltalálta a szikrainduktor szekunder tekercseinek szekciókra osztását és a szekciók tekercsvégeinek forrasztásmentes összekötését.

– Október 25-én az Ulm közeli Blaubeurenben született *Matthäus HIPPE* (†1893) német órás, az első elektromos ingaóra megalkotója



3. ábra. „Dugattyús” ős-villanymotor modell. A kommutátor által kapcsolgatott két tekercs váltakozva húzza magába a lágvas rudat. A folyamatos mozgást a lendkerék biztosítja (Jedlik Ányos Emlékszoza, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr)

Idéznem kell báró Eötvös Loránd több, mint százötven éve mondott és ma is érvényes szavait, amelyek 1897 májusában hangzottak el a Magyar Tudományos Akadémián, Jedlik Ányos munkásságának méltatásakor:

„Ma már kedvezőbbek tudományos viszonyaink, többen vagyunk, jobb iskolákban jobban készülhetünk elő, segédeszközökben gazdagabbak lettünk, s a nagyvilág tudományos intézeteivel is szorosabb kapcsolatba jutottunk, nekünk már könnyebb lehetne a haladás... De hiányzik nekünk, ami megvolt Jedliknek és társainak, az idő, melyet zavartalanul fordíthatnánk tudományos munkásságunkra... Pedig a tudomány, mint féltékeny kedves, csak annak homlokára nyomja csókját, ki minden percét neki szenteli.”

Az első villamos motorok

Az 1700-as évek vége, az 1800-as évek eleje apróságoknak tűnő, ám mégis, hatásukban óriási jelentőségű felfedezések ideje. Gondoljunk bele, hogy Galvani 1789-es, békacombokon tett véletlen felfedezése, Volta 1800-ban bemutatott villamos oszlopa, Oersted 1820-ban közzétett felfedezése az áramnak a mágnesűre gyakorolt hatása vonatkozásában, majd ugyanez évben Arago felfedezése a galvánáramok egymásra hatásáról, majd Faraday felfedezése 1831-ben az indukcióval, illetve az önindukcióval kapcsolatban – a villamossal kapcsolatban, a létező legalapvetőbb, fantasztikus felfedezések voltak.

Ahogy széles körűen ismertté vált, hogy lehetséges elektromágnes építeni, akár hatalmas méretben is, azonnal felvetődött annak ipari hasznosítása. Mivel azonban a XVIII-XIX. században elsősorban a gőz, a gőzgép volt gondolatilag társítható a motor fogalmához, az első időben minden tervező valamiféle gőzgép-képből indult ki.

1830...60 között a nagy kísérletezők megpróbálták lemásolni a gőzmo-



4. ábra. Kizárólag vonzáson alapuló primitív, motor szerű forgó szerkezet, kommutátorral kapcsolgatott elektromágnessel. (Jedlik Ányos Emlékszoza, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr)



5. ábra. A gőzgép mintájára épített, „kéthengeres” villanymotor-modell, himbával. A két tekercset váltakozva kapcsolgató kommutátor a lendkerék tengelyére van erősítve (Old Model Company, U.K.)

torok, a gőzmozdonyok szokásos megoldásait, azok hajtókarjait, gerendáit s lendkereket is alkalmazták, a korai dugattyús gőzmozdonyok mintájára. Számos megoldás született, nagyjából azonos elvi sémára (3. ábra). Születtek természetesen egészen primitív konstrukciók is, egyéni ötletekkel, amelyek azonban csak játéknak voltak tekinthetők (4. ábra).

A komolyabb konstrukciók tervezői elképzelték egy nagy elektromágnes, amelyet a gőzgép munkahengere helyett építettek be, és a hajtókar nem a gőzhengerrel állt kapcsolatban, hanem például a hozzá erősített vasrúd az elektromágnes belsejében, himbáló mozgással járt ki és be (3. ábra). Az áram megszakításáról, illetve bekapcsolásáról kommutátor gondoskodott.

A folyamatos mozgásról ugyanúgy jókora lendkerékkel gondoskodtak, mint a gőzgép esetében. A hasonlóság arról is felismerhető volt, hogy egy gőzheger helyett például kettőt beépítve, továbbá a két tekercset kommutátorral váltakozva ki-, illetve bekapcsolva, a kétütemű (kettő-, illetve négyhengeres) gőzgéphez igen hasonló, himbáló mozgású villamos konstrukciókat is sikerült létrehozni.

Igen sokféle ötletes, ám természetesen rövid életű konstrukció született. A brit Old Model Company ezekből a korai konstrukciókból készít és árul fantasztikus és gyönyörűsége kis modelleket gyermekek és felnőttek számára (5. ábra). Ezek 4,5...6 V feszültségről működnek. Megható és mulatságos, hogy ezen kétszáz éves technikát tükröző modellek szépséges, korhű kivitelű sárgaréz alkatrészei modern, számítógévezérlésű automata gé-

A villamdelejes forgony és a villamfeszítő

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

Különös, bizarr világot élünk. Múzeumaink Budapesten és vidéken sorra zárnak be, tanintézetek egyre gyatrább és egyre használhatatlanabb, zavaros tematikájú anyagot kényszerülnek oktatni, ifjúságunk jelentős részének az érdeklődését pedig a tudásvágy helyett egyre inkább a médiából ömlő szenny és ostobaság irányítja. Mindközben soha nem volt ekkora lehetőségünk a művelődésre, a tanulásra, például az internet segítségével, csak persze akkor, ha azt is célszerűen használjuk.

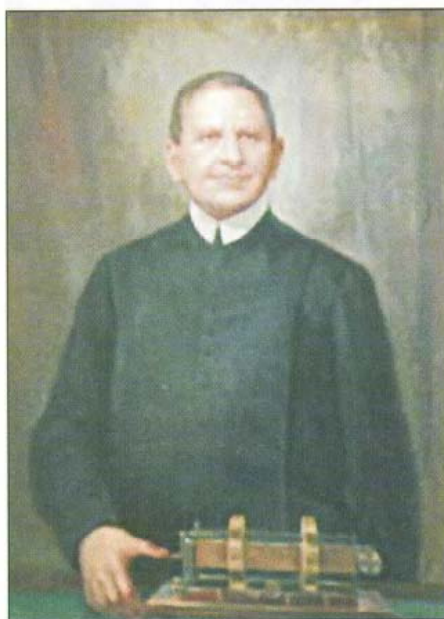
Vegyünk példát eleinktől! Például bő 200 évvel ezelőtt összehasonlíthatatlanul csekélyebb, mondhatni ropant szegényes technikai lehetőségek birtokában mire is ment egy jó eszű, találgéony és ügyes kezű ember? A válasz: ha tiszta ésszel és erős akarattal fogott hozzá a villamosság kutatásához, akkor nagyon is sokra. Ehhez Jedlik Ányosnak, az első magyar elektrotechnikusnak az élete álljon példaképpen mindannyiunk előtt, aki élete alkonyán találmányok egész sorát tudhatta magáénak.

Életrajza

Eredeti nevén *Jedlik István* (1. ábra) 1800. január 11-én született Szimő (régbben Szimő, szlovákul Zemné) községben, amely a Vág partján fekszik, Érsekújvár közelében. (A falu első okirati említése 1113-ban, Kálmán király oklevelében történik.)

Szülei egyszerű, szegény földművesek voltak. István tíz éves koráig szülőhelyén járt iskolába, majd a szülők jónak látták az éles eszű ifjút a nagyszombati bencés kollégiumba beíratni. Itt a korabeli szokások szerint már latint is tanult, amely akkoriban az alapvető nemzetközi tudományos nyelvnek számított. Tanulmányait később Pozsonyban folytatta, ahol módjában állt a német nyelvet is elsajátítani. Így Jedlik ekkor már négy nyelvet ismert: a magyar és a latin mellett folyékonyan írt és beszélt németül és tótul.

A pozsonyi gimnázium elvégzése után, 17 esztendőskorában – szülei kívánságára, de saját hajlamai szerinti indíttatás alapján is – a bencés rend kötelékébe lépett. Példáját követte uno-



1. ábra. Dr. Jedlik Ányos István, magyar természettudós, feltaláló, bencés szerzetes

katestvére, Czuczor István is, aki osztálytársa is volt. A két jól tanuló, tehetséges fiút szívesen fogadták Pannonhalmán, és 1817. október 25-én léptek be a Szent Benedek-rendbe (2. ábra). Ennek során a bencés rend szokásai szerint mindketten új nevet kaptak, mégpedig Jedlik egy Anianusz nevű püspök neve alapján, amelynek a magyar megfelelője az Anyos. (Ritka név, ám I. András király az orleani Szent Ányos tiszteletére alapította a tihanyi apátságot.)

Unokatestvére, István pedig a Gergely nevet kapta. Az olvasók számára



2. ábra. Jedlik Ányos és Czuczor Gergely szobra Győrött

pedig máris ismerősebben hangzik költőnk és nyelvtudósunk bencés rendi neve, azaz a *Czuczor Gergely* név.

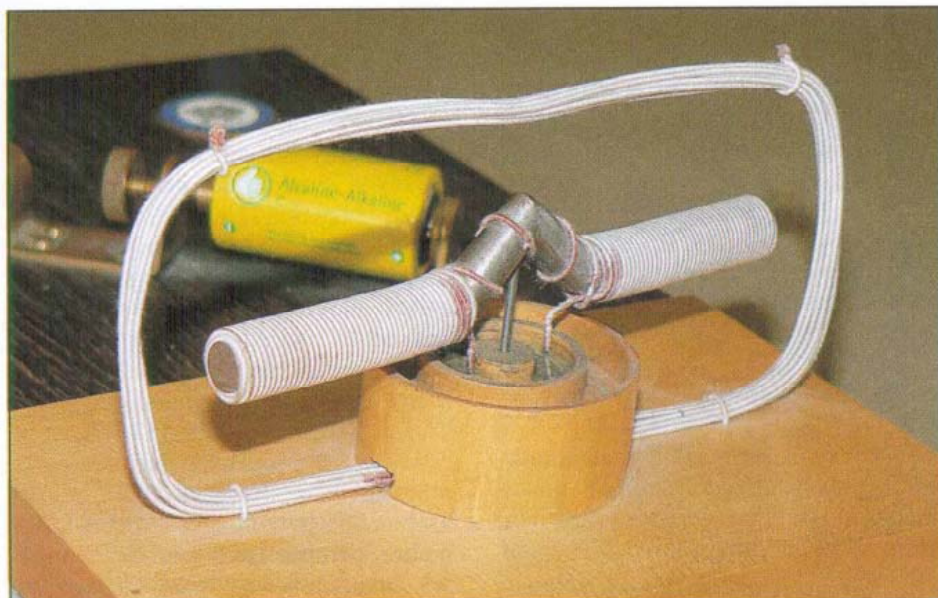
Jedlik további szerzetesi és tudományos, felsőbb szintű képeztetését a Pannonhalmi Apátság szemináriumában nyerte, ahol 1822-ben „bölcseleti tudorrá” (bölcsezdoktorrá) avatták, majd 1825-ben áldozó pappá szentelték.

Ezek után kezdte meg sok évtizedes tanári pályafutását. Először Pannonhalmán, majd 1825 őszétől Győrött tanítja a fizikát. 1830-ban a pozsonyi akadémiaára kerül. 1840-ben a pesti királyi tudományegyetemre nevezik ki, ahol 38 éven keresztül vezeti a fizika tanszékét, mint a fizika és a mechanika professzora. Hazafias magatartása miatt a szabadságharc bukása után csak nehezen igazolták. Munkásságának első szakaszában kémiával, elektrokémiával és elektromosságtannal, később az elektromosságtan mellett főleg optikai kísérletekkel foglalkozott. Nagy nyelvújítóink között tartjuk számon: fizikai, kémiai és matematikai szókincsünk tekintélyes része tőle ered, ill. az ő nyomán terjedt el. Az általa alkotott szókincs java része szinte észrevétlenül beépült beszélt nyelvünkbe.

Teljes szellemi frissességben, 1878-ban, életének 79. évében vonult vissza Győrbe, 53 évnyi, lelkes tanári munka után. Munkakedvét és tudásvágyát késő öregkoráig megtartotta. 1895. december 15-én hunyt el.

Jedlik Ányos jellegzetesen kutató, bűvárkodó, a nagyobb nyilvánosság elől a laboratóriumába visszavonuló szellem volt. A fizikai kísérletezés gyönyörűsége teljesen kitöltötte az életét. Tudománya volt az egyetlen szenvedélye – és a rendületlen kötelességteljesítés. Munkásságát az újszerű, gyakorlati megoldások keresése jellemezte, amelyekre szinte ösztönösen ráértett. Felfedezéseinek, találmányainak száma 80 körül van.

Ezeknek a részletes leírására, elemzésére, de még pusztán felsorolására sem vállalkozhatunk. Ám néhány igen fontos, alapvető találmányáról említést kell tennünk, azokról, amelyek segítségével világszínvonalon oktatta a fizikát, illetve mint kutató, társait is megelőzte.



8. ábra. Jedlik villamdelejes forgonyának egy utánépített példánya. A kisebb, belső, két szegmensre osztott, gyűrű alakú vályúban van a kommutátorként működő higany, amelybe beleérnek a tűcsapágyas forgórész kivezetései. 1,5 V-os szárazelemről sebesen pörög a kis motor. (Elektrotechnikai Múzeum, Budapest)

hogy azok éppen kissé belelógjanak a higanyba, és az elektromosan jól vezető higanyon, mint hozzávezetésen keresztül kapjanak táplálást.

Amennyiben a két félkör alakú vályú a fogótekercshez képest jó szögben helyezkedik el, a tekercs mindig megfelelő ütemben kap – mindig helyes polaritással – áramot, és az állandó forgás létrejön. (Ezzel kapcsolatban többféle kísérletet is végzett, és ezekhez kellett a két darab körkörös vályú.) A szerkezetet természetesen vízszintesen kellett üzemeltetni a higany miatt, továbbá a vályúkban a higanyt kissé túl kellett tölteni, hogy a fogórész kivezetései ne akadjanak el a félkör alakú vályúk elválasztó falában. Ezt a higany igen jelentős felületi feszültsége is segítette, ugyanis ez a folyékony fém – még igen csak kidomborodva a kis tartályok pereme fölé – nem folyt ki onnan.

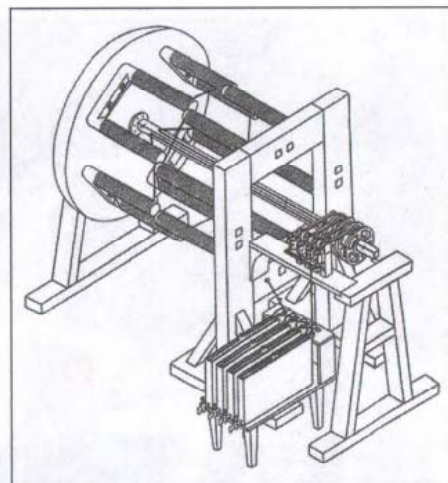
A sikeresen megépített és jól működő kísérleti eszközökből nagy szorgalommal azonnal számos példány készült, főleg más oktatási intézmények számára, és Jedlik néhai fizikai szertárában kutakodó utódok időnként újabb álló- vagy forgórészre, motorok alkatrészeire bukkanhatnak. Ugyanekkor a különféle múzeumokban kiállított, valamelyik eredetiről másolt kísérleti készülék olyan egyszerű, hogy igen sok mai kisdíák is vállalkozott az utánépítésre, és láthatólag teljes sikerrel.

Jedlik Anyos a két elektromágnes (az álló- és a forgórész), valamint a hi-

ganyvályús *kommutátor* alkalmazásával létrehozta a villamos forgógép alap típusát, a *villanymotort*, amely nem himbáló, ide-oda mozgással, mint elődei, hanem közvetlen forgás által működött. Találmányát, amelyet *villamdelejes forgonyának* (8. ábra) nevezett el, eszébe sem jutott szabadalmaztatni, sokkal inkább foglalkozott szertára fejlesztésével. Egyébként is, a saját megoldását teljesen kézenfekvőnek tartotta, és merő szerénységből feltételezte, hogy másoknak is már régóta az eszébe juthatott mindez.

A korabeli törekvéseket elemezve látható, hogy a villamosság forgómozgássá alakítására számos kísérlet történt, de a kísérletezők vagy eleve más úton indultak el, vagy a kialakított szerkezet elvileg is jóval fejletlenebb volt, mint a villamdelejes forgony.

Ilyen volt például az angol *Ritchie* 1833-ban készített kommutátoros motorja, amely azonban állandómágnes (patkómágnes) használt. A himbás motorok családjába tartoztak *Salvatore Dal Negro*, a padovai egyetem fizika és mechanika tanára, illetve vele közel egy időben *Joseph Henry*, amerikai tanár által 1831-ben készített szerkezetek. A hajtóerőt esetükben egy elektromágnes két sarka között ide-oda lengő állandómágnes szolgáltatta. Egy kommutátor szolgált az áramirány váltására, a lengés szinkronitásának biztosítására. A lengőmozgást a gőzgépeknél korábban alkalmazott lendkerekes, for-



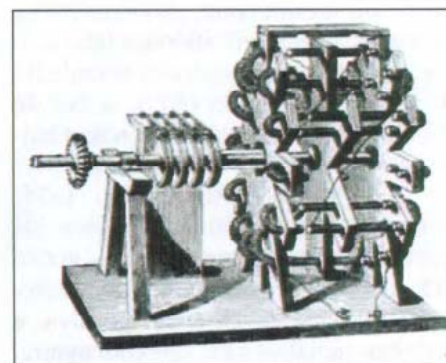
9. ábra. Jacobi motorjának egyik modellváltozata 2 x 4 elektromágnessel. Balra a forgórész korongja, jobbra az állórész és a kommutátor a telepekkal

gattyús szerkezet alakította át forgómozgássá.

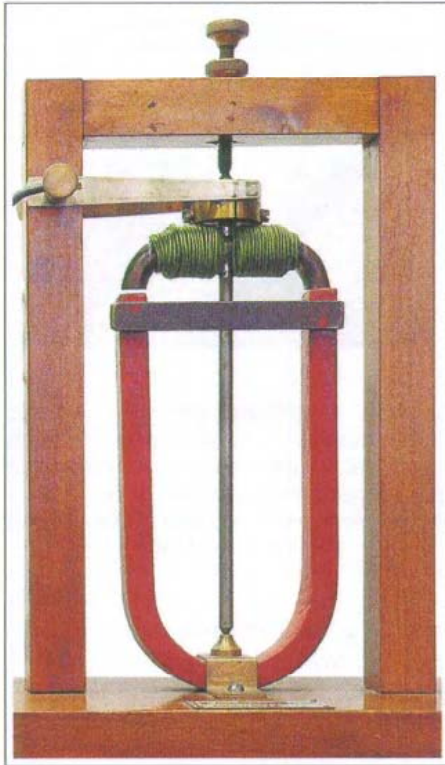
Kommutátoros, ám acélmágnes alkalmazó konstrukciót 1932 szeptemberében mutatott be a francia akadémia előtt *Hippolyt Pixii*.

Ezekről a korai, primitív motormodellekből láthatunk egy nagyon tetszetős gyűjteményt a <http://www.sparkmuseum.com/MOTORS.HTM> honlapon, az *Early Electric Motors* címszó alatt.

Jedlik találmányának lényegét, a tisztán elektromágneses forgómozgást csak jóval később, 1834-ban mutatja be a német származású *Moritz Hermann* (*Borisz Szemjonovics*) *Jacobi* a párizsi akadémián. A gép felépítésének megértését egy egyszerűbb modell teszi lehetővé (9. ábra), ugyans az erős *Jacobi-gép* (10. ábra) első pillantásra



10. ábra. Jacobi erős motorjának modellje. A 12 karú kettős fa állványzaton jobbra és balra 2 x 12 darab mágnespatkó képviseli az állórészt, míg középpütt a forgórész hatkarú facsillagja hordozza a 12 darab elektromágnes. Balra a négy kommutátor látható



6. ábra. Patkómágnessel, tekercselt forgórészsel és kommutátorral készített motor (Jedlik Ányos Emlékszoba, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr)

peken készülnek. Honlapjukon fotók és filmcsek mutatják be a szerkezetek működését. Címük: <http://www.oldmo dels.co.uk/>

Ezek a korabeli, az ingamozgás különféle változataira alapozott, ezért szakaszos működésű villamos motorok azonban nem voltak igazi forgógépek, elvi konstrukciójukban lényegében megmaradtak a gőzgéphez valamiképpen mégis hasonló szerkezetűnek.

Állandómágneses motorok

A következő fejlődési lépcsőt annak a felismerésnek köszönhetjük, hogy a kísérletező kedvű korabeli tudósok felfedezték az állandó mágnes felhasználhatóságát valamely motorféleségben (6. ábra). Sajnálatos, hogy ezen a ponton egy ideig el is akadt a kísérletező kedv, és számtalan kivitelben készültek olyan motorok, amelyek egységesen bizonyították, hogy az irány nem túl rossz, de még nem ez az igazi.

A korabeli technológiai viszonyok, főleg az acélgvártás nem tették lehetővé kellő erősségű és kellő méretű mágnesek készítését. A tervezők gondolatvilága egy ideig megrekedt a patkómágnésnél, és az így konstruált mo-

torok vagy nagyon gyengék voltak, vagy pedig hatalmas építési méretek mellett elfogadhatatlanul sok állandómágnest kellett beépíteni ahhoz, hogy a kívánt teljesítményt meg lehessen közelíteni vagy el lehessen érni. Kísérleteztek acéllemezből készített, szendvics szerűen összerakott mágnesekkel is (7. ábra), a térerő növelése céljából. Hamarosan nyilvánvaló lett, hogy nem ez a járható út.

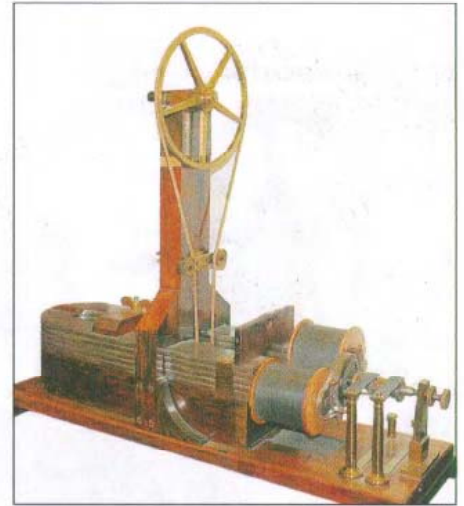
Jedlik villamdelejes forgonya

Az örökké kísérletező, munkálkodó Jedlik ebben az újdonságoktól visszhangos időszakban szorgosan figyelt az addig elért eredményekre, és azokat felhasználta munkája során. Munkája pedig egész életében akadt bőven, mivel az akkori iskolák nem voltak bővében sem a pénznek, sem a fizikai szemléltető eszközöknek, neki pedig szinte kapóra jött ez a probléma.

Mindig is szűkös pénzügyi keretből, ám egész élete során végig, gyakorta saját kezűleg kísérletezve fejlesztette az aktuális oktatási intézmény szertárát új bemutató eszközökkel. Ezek létezéséről többek között úgy szerzhettünk tudomást, hogy midőn a készülő, eszköz elkészült, Jedlik lelkiismeretesen leltárba vette, és ha a szűkös tanintézeti keretből nyílt rá lehetőség, melleleg elszámolhatta a felvetődött anyagi ráfordításokat, az alapanyagok, illetve az elkészítettség költségeit. Számos esetben csupán ezek az elszámolások, leltári bejegyzések hitelesítik munkásságának eredményeit, felfedezéseinek időpontját, mert míg kortársai sietve szabadalmaztatták felfedezéseiket, addig Jedlik mit sem törődött az ilyesmivel.

Akkoriban a tudomány számunkra ugyan aprónak tűnő, ám mégis nagyon fontos lépésekkel haladt előre. A korabeli kutatók színe, java világszerte ezeket a parányinak tűnő ötleteket felismerte és egymás eredményeit kipróbálva azokat gyakorta átvette, magáévá tette, majd esetenként módosította és tovább hasznosította. Tekintsük át azokat a kisebb, nagyobb ötleteket, amelyek elvezettek a villamos motor feltalálásáig.

Schweigger, az erlangeni, majd a hallei egyetem fizika-kémia tanára az áram mágnesűre gyakorolt hatásának fokozása céljából egyetlen szál drót helyett egy négyszögletes fakeretre felcsévélte, sokmenetes dróttekerccsel alkalmazott. Felfedezését, illetve a ké-



7. ábra. Lemezelt acél állandómágnessel, tekercselt forgórészsel készített kommutátoros motor (Jedlik Ányos Emlékszoba, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr)

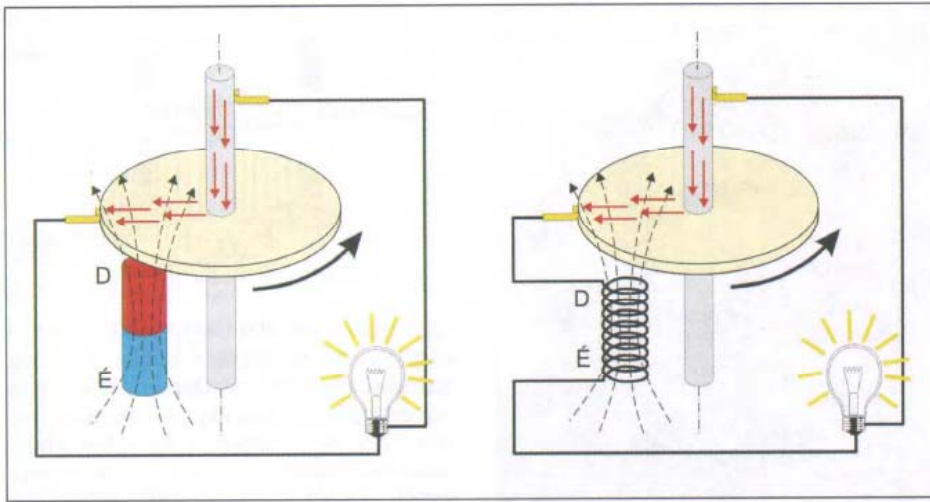
szülékét, amelyet *multiplikátornak* nevezett el, 1820-ban mutatta be a hallei természettudományi társulatban.

A multiplikátor felfedezése is jól mutatja, hogy egy újnak tűnő megoldás (dróttekerccs) alkalmazása – egy új szerepkörben, új szemszögből vizsgálva – a felfedező számára más eszközt jelentett, mint amit eddig ismert. Ebben a korban gyakorta megtörtént, hogy azonos elven működő, netán teljesen azonos típusú egyszerű eszközök más és más nevet kaptak, attól függően, hogy ki és milyen célra használta azokat. Ez történt a dróttekerccsel is.

Jedlik azonnal továbbgondolta az ötletet, és háromféle új, elektromágneses forgókészülékét gondolt ki, a mágnesűt képzeletben mágnes-tekerccsel helyettesítve:

- a multiplikátor-tekerccs áll és benne forog az elektromágnes,
- az elektromágnes áll és körülötte forog a multiplikátor-tekerccs,
- az elektromágnes forog a másik, szilárdan álló elektromágnes felett.

Az ötletet tett követte, és az 1928-as és 1929-es években sikeres kísérleteket folytatott az ötlete alapján. Az állandómágnes helyett alkalmazott dróttekerccs, vagyis a multiplikátor igen jól bevált. Azonban hamar rájött az alapötlet gyenge pontjára: a tényleges, folyamatos forgáshoz az áramirányt a forgással szinkron cserélni kell. Ehhez a kísérleti eszköz forgástengelyében egy kettős, félkör alakú vályút készített, amelyet megtöltött higannyal. A forgó tekerccs végeit úgy alakította ki,



13. ábra. Faraday kimutatta, hogy az állandómágnes fölött elhelyezett, függőleges tengelyű rézkorong forgatásakor az erővonalak metszése folytán a korongban, illetve a zárt áramkörben áram fog keletkezni. Hasonlóképpen áram keletkezik, ha a mágneset egy tekerccsel helyettesítjük és a forgatott rézkorong áramával tápláljuk. A jelenség fordítva is működik: a lámpa helyére áramforrást iktatva, mindkét összeállításnál a korong forgásba jön

feljavítása, valamint további galvánelemek kikísérletezése, felfedezése.

Jedlik igen tevékenyen vett részt ezekben a munkálatokban, tekintettel arra, hogy kísérleteihez a mai értelemben is jelentős villamos energiára volt szüksége. Hamarosan igen jó eredményt ért el a kétfolyadékos Bunsen-clem továbbfejlesztése terén. Bunsen eredetileg a Grove-féle elemet saját ötleteivel, vagyis a drága platinalamezek helyett szén elektródok használatával továbbfejlesztette, ezáltal olcsóbbá és nagyobb teljesítményű áramforrássá alakította, korának legjobb galvánelemét állítva elő.

Jedlik még tovább ment ezen az úton, és a Bunsen-féle kétfolyadékos elemet jóval kisebb belsőellenállásúvá fejlesztette tovább. Az eredetileg elválasztó falként használt mázatlan agyaghengert impregnált papírból készített cellával váltotta fel. Ezáltal sikerült a belsőellenállást csökkenteni és a kivethető áramot növelni.

Gondosan kidolgozta az elemek gyártástechnológiájának fontos részleteit is, például a szénlemezek, a szigetelő keretek, az elektrolit üzem közbeni cseréjét lehetővé tevő edények és csapok gyártását is. Nagy, 100 cellás telepének teljesítménye kilowatt nagyságrendű volt.

Telepei a mai szóhasználat szerint már erősáramú áramforrások voltak, amelyekkel ívlámpákat, erőgépnek számító villanymotorokat is lehetett működtetni. Ezek után már nem volt akadálya a motorféleségekkel történő kísérletezésnek.

Jedlik (és kortársai) korai motor-konstrukciói mai szemmel tekintve meglehetősen nagy veszteséggel működő szerkezetek voltak, tátongó, feleslegesen nagy légrésekkel. Ahogy azonban haladt előre a kísérletekkel, észrevehető, hogy később a forgógépei egyre inkább hasonlítanak a mai konstrukciókra, azaz egyre gazdaságosabb, ügyesebb mágneskörrel és egyre kisebb légréssel készültek.

Az egyszarki villamindító

Az 1850-es évek vége felé a villamos energia iránti igény rohamosan nőtt, és már Jedlik is a kísérletezései közben belátta, hogy a napi igények már a legkiválóbb galvánelemekkel sem elégíthetők ki. Miután nyilvánvalóvá lett, hogy az állandómágneseket tartalmazó, abban a korban modernnek nevezhető, kommutátoros villamos forgógépek mechanikus meghajtással (pl. gőzgéppel) villamos áram termelésére lehetnek alkalmasak, mindenütt megindultak a kísérletezések.

Jedlik egy nagyon kézenfekvő, ám mégis nagyon szokatlan úton indult el. A Faraday-féle kísérletet (13. ábra) vette alapul, ahol egy állandómágnes, vagy elektromágnes környezetében forgatott réztárcsa képes áram termelésére.

A működési elv nagyon egyszerű és kézenfekvő, ám a réztárcsa mindössze egyetlen menetnek felel meg, és kellő feszültség előállítására alkalmatlan. Jedlik ezt a hátrányt úgy küszöbölte ki a kísérletei során, hogy egy tárcsa helyett 24 darab, sorba kapcsolt réztárcsát

alkalmazott, s így a keletkezett feszültség már elég nagy lett. Egyéb gond is volt: hiányzott az elegendően erős mágnes is. Jedlik kézenfekvő módon a kísérleteihez erős elektromágneseket használt, amelyeket telepről táplált. Kísérletei során – 1859-60 körül – eljutott a dinamó-elv felismeréséhez, vagyis ahhoz, hogy az elektromágnes a gép által gerjesztett áram segítségével is működhet. Az erre való utalás egy használati utasításából derül ki, ahol leírja az öngerjesztéses üzemre való kapcsolás módját.

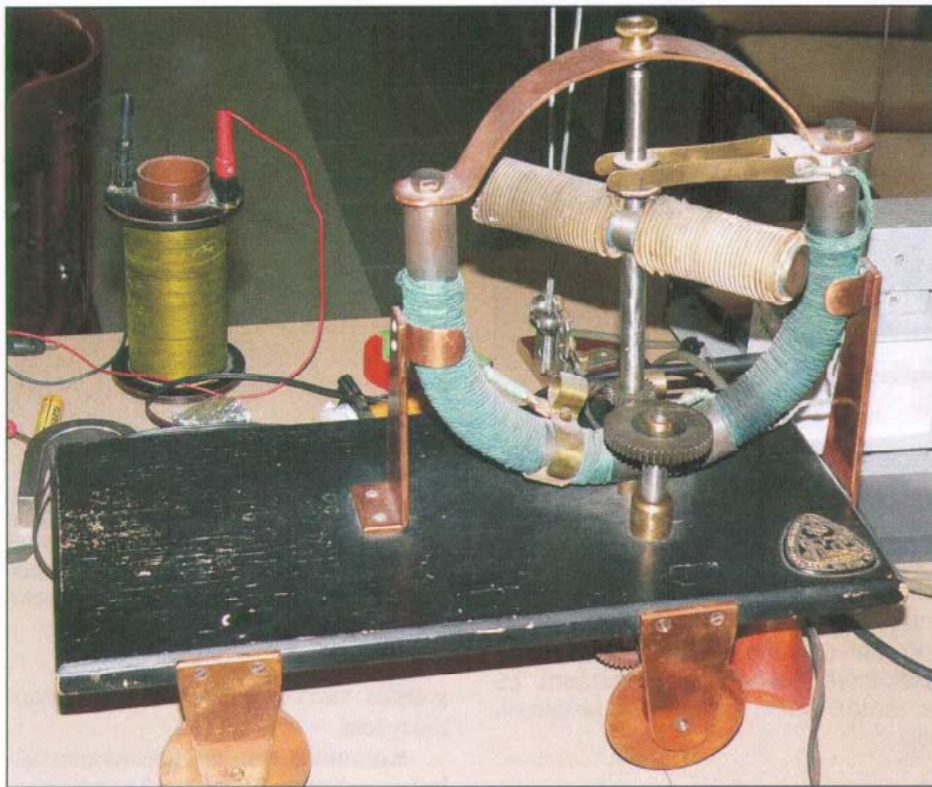
Werner von Siemens öt évvel később, 1866-ban ismerte fel az öngerjesztés elvét, a dinamó-elvet és egy működőképes gépet készített. A dinamó elnevezés is tőle származik. A világ őt ismeri a dinamó feltalálójaként.

Felvetődik a kérdés, hogy Jedlik miért nem ismertette a dinamó-elvet és kísérletei végeredményét. Feltehetőleg azért nem, mert az első megépített szerkezete, vagyis az unipoláris dinamó teljesítménye túlságosan kicsi volt és nem szolgáltatott elegendő áramot az öngerjesztéshez, és az csak fogyatékosan működött. Ezekben az években, tehát 1860 körül számos egyéb feladatai folytán nem ért rá behatóbban foglalkozni a problémával.

Siemens megépített dinamójában egy korábbi saját találmányát is alkalmazta, ami nagyban hozzájárult a megépített gép sikeréhez. Szó esett már arról, hogy Jedlik és mások hatalmas légréseket tartalmazó mágneskörei nem igen kedveztek az erős mágnesterek létrehozásának, a kellően szoros induktív csatolás kialakulásának. Siemens már korábban felismerte ezt a problémát, és szabadalmaztatta az általa tervezett, kellően zárt, kis légréseű vastestet és a kettős T alakú forgórész. Ezek felhasználásával már sikeresen lehetett jó dinamót építeni.

Siemens szabadalmi bejelentésével csaknem azonos időben készített öngerjesztett dinamót – a Siemens-féle armatúrával – az angol *Wheatstone* és a szintén angol *Varley*, de a világ szemében az elsőbbség mindenképpen Siemens-t illeti, mert az ő vasarmatúráját használta fel az utóbb említett két feltaláló is.

Jedlik az általa 1860-ban felfedezett dinamó-elv helyességének igazolására hamarosan megkezdte egy általa tervezett motor/dinamó megépítését. A szerkezet érdekessége, hogy közvetlenül Faraday kísérletéből kiindulva, egy unipoláris konstrukciót készült megva-



11. ábra. Jedlik villamos motorkocsija a múzeumi bemutatókon mindig nagy sikert arat a tanulók körében, amikor végigszalad a teremben. Mostanában galvántelep helyett kis ólomakkival működtetik. (Elektrotechnikai Múzeum, Budapest)

meglehetősen bonyolultnak tűnik. Jacobi erős motorja két, párhuzamosan álló, deszkacsillagba erősített, sugarasan elhelyezett, 12-12 mágnespatkóból állt. Ezek között, fogórész gyanánt, hat pár rúd alakú elektromágneset tartó, hatkarú facsillag foglalt helyet. A gép négytárcsás kommutátor segítségével váltogatta a forgórész mágnesezettségét, illetve annak irányát, így a gép a mágnesek vonzása, illetve taszítása által forgásba jött.

Ez, a Jedlik-féle harmadik megoldási mód szerint épült, erőteljes motor volt az első, amelyik átlépte a laboratórium falait és gyakorlati célt is szolgált: 1838-ban, Szentpétervárott, a Néván felfelé egy 12 személyes csónakot hajtott három mérföld/óra sebességgel.

Jedlik szemléltetési célból 1855-ben elkészített egy villamos hajtású kis közlekedésszükség-modellt, egy kocsit (11. ábra), amely eredetileg fém kerekei felhasználásával, sínen gurulva, a villamos táplálást a kis sínekből nyerte. Amennyiben nem a síneken használta a kocsit, a szükséges energiát a kocsira felszerelt galvántelepről nyerhette.

A dinamó-elv

Jedlik Ányosról gyakran állítják, hogy ő találta fel a dinamót. Az állítás azon-

ban pontatlan, ugyanis munkálkodásai során nem egy új szerkezetet alkotott meg, hanem szellemi terméke, találmánya ennél sokkal nagyobb jelentőségű, egy új működési elvet ismert fel, a *dinamóelektromos elvet*, vagyis az *öngerjesztés* jelenségét. Felismerését a későbbiek során egy készülék, egy egészen *különleges dinamó megépítése* követte, amely az eredeti alap gondolatot hasznosította, egyúttal igazolta.

A dinamó elv lényege az, hogy egy alkalmas szerkezetben, egy célszerűen megépített, de állandó mágneset semmilyen formában nem tartalmazó villamos forgógépben hasznosítható egy korábbi mágneses hatás következtében visszamaradó (remanens) mágnesség. Ez a csekély maradé mágnesség minden lágyvasban megtalálható, és ennek hatására a forgó dinamó állandómágnes nélkül is valamely csekély áramot képes előállítani. Ezt az áramot felhasználhatjuk a lágyvason kiképezett tekercselés útján annak felmágnesezésére, amely ezáltal egyre erősebb áram generálását teszi lehetővé, azaz, a folyamat öngerjesztő lesz. Megfelelő szabályozás beiktatásával a dinamó képes valamely tervezett nagyságú áram előállítására anélkül, hogy működéséhez állandó mágneset kellett volna alkalmaznunk.

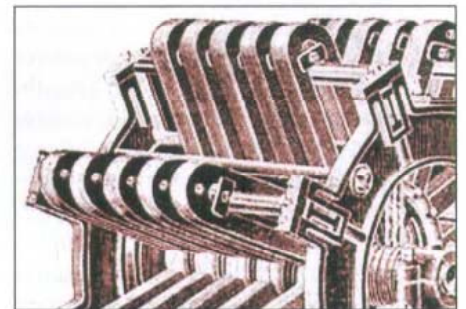
Ennek azért van hatalmas jelentősége, mert a korabeli, állandó mágneset használó dinamók esetében komoly akadályt jelentett a nagy teljesítmények elérése. Ugyanis ennek határt szabta a hatalmas tömegű, ám mégiscsak mérsékelt mágneses térerőt előállító, korabeli állandómágnesek, amelyeket egyedi patkómágnesek segítségével realizáltak. A XIX. század közepén ugyan készítettek már állandó mágneset tartalmazó gépeket, de már 1-2 kW teljesítmény eléréséhez is állandómágnesek százait kellett beépíteni (12. ábra). A 3,6 kW teljesítményű Alliance-generátor egyetlen ívlámpát táplált, állórézében 336 patkómágnes volt, a tömege megközelítette a 3 tonnát.

A dinamó elv egyik következménye volt annak megfordíthatósága, azaz a megfelelően megépített gépet külső meghajtószerkezettel (pl. gőzgéppel) forgatva, áramot állított elő, de a másik esetben, vagyis áramot vezetve a dinamó sarkaira, az villamos motorként működött.

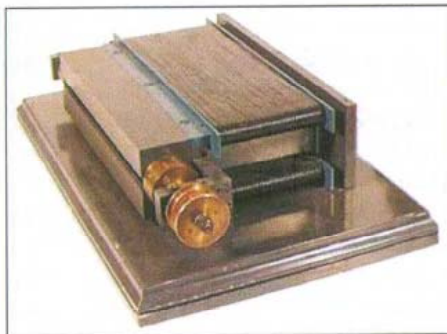
Áramforrások és forgonyok

Jedlik az 1930-as években behatóan tanulmányozta a villamos forgógépek típusait és azok működését. Ekkortájt rengeteg konstrukció megépült és ő maga is számos motort épített, hogy megismerkedjen azok jellemző tulajdonságaival. Mindazonáltal hamar akadályokba ütközött.

Mivel akkoriban a villamos készülékek hálózati táplálása teljességgel ismeretlen fogalom volt, hálózat hiányában valamennyi kísérletező saját galvánelemekkel oldotta meg a kísérletekhez szükséges áramforrás problémáját. Egyúttal automatikusan megindult az akkoriban már létező galvánelemekkel való kísérletezés is, a tulajdonságok



12. ábra. Az Alliance generátorokba számos állandómágneset építettek egymás mellé. A képen egy 40 darab mágneset tartalmazó villamos gép részlete látható a mágnescsoportokkal



17. ábra. Siemens dinámója. Jobbra megfigyelhető a vaslemezre erősített két nagyon lapos gerjesztőtekercs, balra a gondos gépi megmunkálású lágvas armatúra-pár a szíjtárcsás forgórészsel

mindegyik mágneskerék (karima) két oldalán 6-6 darab, azaz összesen 24 darab vályú (16. ábra). Kívülről a vályúk rendszere ezáltal 6-12-6 kiosztást mutat. (A bal oldali 6 vályúba merülő érintkező lemezek a 14. ábra bal oldalán megszemlélhetők.)

A tengelyként szolgáló üreges vascső két végére, illetve a közepére annyi kör alakú rézlemezke van felhúva (6+12+6), amennyi a vályúk száma. Az egyes lemezek (kis karikák) egymástól és a tengelytől fa betétekkel vannak elszigetelve. Ezek a réz karikák a dinamo összeállított állapotában (forgás közben) beleérnek a kis higanyvályúkba. A küllőskerekeken levő tekercsek megfelelő összekötését és az érintkezőgyűrűhöz történő odavezetését Jedlik a vascső belsejében, tehát mágneses tér mentes helyen intézte. A vezetékezés ezen része tehát mágnesesen árnyékolott és nem vesz részt a motor/dinamo hasznos munkájában. A dinamo talprészébe rejtett vezetők szigetetlen része pedig beleér a kis higanytálcáscsók aljába.

A vezetékek, a higanyos érintkezőtárcsák és a mágnesek logikus, ám nem éppen egyszerű összekötése a 14. ábrán, illetve Jedlik műhelyrajzán, a 15. ábrán látható.

Az összeállított, helyesen bekötött dinamo mágneses erővonalai forgatás közben metszik a talprészben elhelyezkedő vezetőket és áramot indukálnak azokban. A konstrukció nélkülözi a szokásos (szegmentált) kommutátor használatát, mivel forgatás közben az unipoláris dinamo sima egyenáramot állít elő. A dinamo kapcsaihoz áramforrást (galvánelemet) csatlakoztatva, a dinamo forgásba jön. A forgásirány a kapcsolóval megcserélhető. Mivel szinte a teljes szerkezetet faburkolat

borítja, üzem közben csak a két vas karima forgása látható.

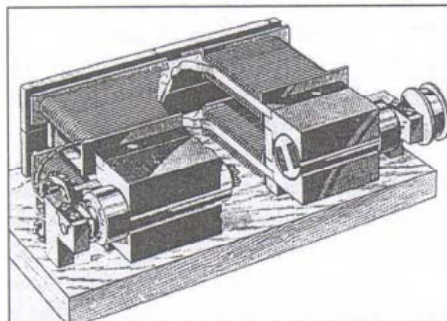
A konstrukció fizikailag helyesen működik, műszeres mérésekkel igazolva a dinamo-elvet. Csupán az a technikai probléma vetődött fel, hogy a küllőskerekek és a csőtengely által alkotott terjedelmes elektromágnes erővonalrendszer túlságosan is nyitott, számottevően veszteséges, és így térereje gyenge ahhoz, hogy a modell elegendő teljesítményt szolgáltatson akár külső gerjesztésű generátorként, akár pedig öngerjesztésű dinamóként. Ez viszont nem befolyásolja a dinamo elv igazolását, ez a konstrukció fogyatékosága volt.

Jedlik az egysarki vilamindítóját a gyakorlatban jól hasznosította, ugyanis meghajtó motorként használta fénytani munkálatai során. A szerkezet továbbfejlesztése azonban ekkoriban – idő hiányában – elmaradt.

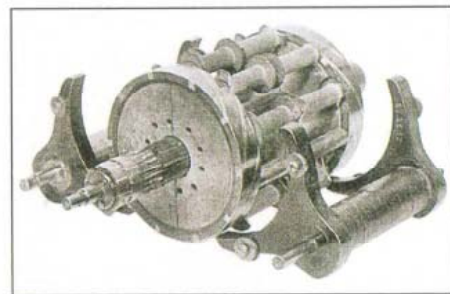
Werner von Siemens dinámója

Amíg Jedlik a kísérletezésben, különféle készülékei megépítésében saját örömeire, boldogságára végezte munkáját, hajlamai és a különféle tanintézetek szertáiraiban felvetődött igények szerint, addig *Werner von Siemens* teljesen más irányból közelítette meg a feladatait. A hadseregben felettese parancsára 1835-től mérnöki tanulmányokat folytatott. 1847-ben *Johann Georg Halske*-vel villamosipari céget alapított *Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske* néven. Ez volt a mai Siemens AG elődje.

A cég menedzselése során számos műszaki problémával találkozott, amelyek megoldása számára jelentős ipari gyakorlat elsajátítását tették lehetővé.



18. ábra. Siemens dinamójának középen kitört rajza. Megfigyelhető a lágvas armatúra-pár középfuratában a kettős T alakú forgórész a tekercseléssel. Gyártástechnológiai-lag kétségtelenül korának fejlett színvonalát képviseli



19. ábra. Jedlik újabb, de már be nem fejezett, kommutátoros dinamójának Győrött megtalált alkatrészei, az állórész és a forgórész darabjai

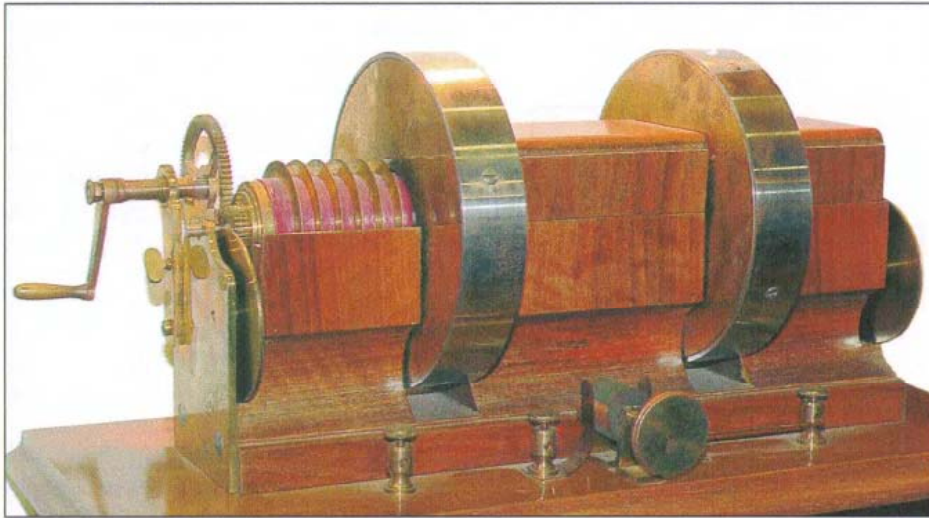
Így amikor a dinamo ötletével foglalkozott, sokkal inkább támaszkodhatott a már megszerzett ismereteire, mint például Jedlik, akinek a villamos motorok barkácsolása csupán az egyik szennvedélye volt, és meglévő technikai előképzettsége, gyakorlata és anyagi lehetősége meglehetősen szerénynek volt mondható, ipari gyakorlattal pedig egyáltalán nem rendelkezett.

Nyilván Siemensnek az elképzeléseit, munkáját nem Nuss pesti gépészszel és egy ügyes kezű asztalossal kellett egyeztetnie, mint Jedliknek, hanem mögötte áltak a korabeli német gépipar lehetőségei.

A fentiek tükrében vizsgáljuk meg Siemens tetszetős és jól működő dinamóját (17. ábra). Annak ellenére, hogy a Siemens-féle kettős T alakú forgórész és a lágvas állórész (armatúra) között jól láthatóan minimális a légrés (18. ábra), mégis, az első időkben a gép hatásfoka sajnálatosan csekély volt. A keletkezett villamos teljesítménynek az 1/3-át az állórész tekercseinek a gerjesztésére használta el. Tulajdonképpen ez volt a kényes pont, a szintén nem túl jól megoldott mágneskör problémája Jedlik dinamója esetében is.

A villamos gépek tervezése akkoriban még – érthető módon – gyermekbetegségekkel küzdött. További hátránnyként jelentkezett az a körülmény, hogy a keltett egyenáram a kommutáció miatt igen erősen lüktetett, értéke fordulatónként kétszer nullára csökkent. Ez a lüktető áram messze nem volt egyenértékű a galvánelemek egyenletes áramával.

Jedlik később, már győri nyugdíjas éveiben – 1880 körül – visszatért a dinamo témájához, és egy kísérleti szerkezetet kezdett építeni (19. ábra). Elvetette az unipoláris felépítés elvét, és ez a gépe már kommutátoros, kis légrésű konstrukció volt. Ismereteink szerint a szerkezet már teljesen nem készült el,



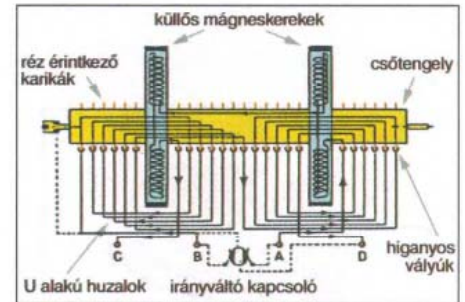
14. ábra. Jedlik egysarki villamindítója. (A tengelyről a bal oldali fa védőfedél el van távolítva, így láthatók a kerek érintkezőlemezek.) Ezzel a szerkezettel kívánta bizonyítani a dinamo-elvet. A szerkezet fizikailag jól működött, igazolta a dinamo elvet, az öngerjesztő feszültség az elkészülésnek megfelelően megjelent az állórész kapcsain, de konstrukciós okokból a forgás közben keltett teljesítmény nem volt elegendő az öngerjesztés fenntartására. Az elkészítés után a talprészben rejtve elhelyezett kezelési, működési leírás tartalmazza a dinamo-elvet és okmányszerűen bizonyítja a feltaláló dátum szerinti elsőbbségét, ám ennek hangoztatásával, bizonygatásával Jedlik igazából soha nem törődött

lósítani. Ez természetesen lehetséges, de az unipoláris motor vagy dinamo akkoriban is kifejezetten ritkaságnak, különlegességnek számított és manapság is az.

Ez a motor ugyanis számtalan olyan előnnyel rendelkezik, ami adott esetben igen fontos is lehet. Ilyen például a ropant egyenletes járás, a teljesen szikrázásmentes (elektromágneses, nagyfrekvenciás zaj mentes) működés és a szükség szerinti, szinte bármilyen lapos kivitel. Jedlik dinamója azonban sokkalta bonyolultabbra sikeredett, mint a manapság megvalósítható motoroké.

Dinamójának külső fa borítása az első pillantásra szinte semmit nem árul el a belső felépítésből (14. ábra). A felépítésről kétféle módon tájékozódhatunk. Egyrészt múzeumi példányként a rendelkezésünkre állhat Jedlik eredeti műhelyvázlata a motorról, sőt, annak több változatáról is. Másrészt a teljes szétszedés helyett csupán a kis védőfedeleket leemelve, már jóval többet láthatunk.

A dinamo forgástengelye egy hengeres vascső (15. ábra), amelyre két darab, négyküllőjű mágneskereket csavarozott fel. A küllők mindegyikére 2x16 menetű, szigetelt rézhuzalból álló tekercs van felhúzva. Ezen tekercsek mindegyik küllőskeréken úgy vannak összekötve, hogy az egyik keréken ki-fele néző küllőkön csakis északi, a másik keréken kifelé néző küllőkön pedig csakis déli pólus legyen. Ezáltal eredő-

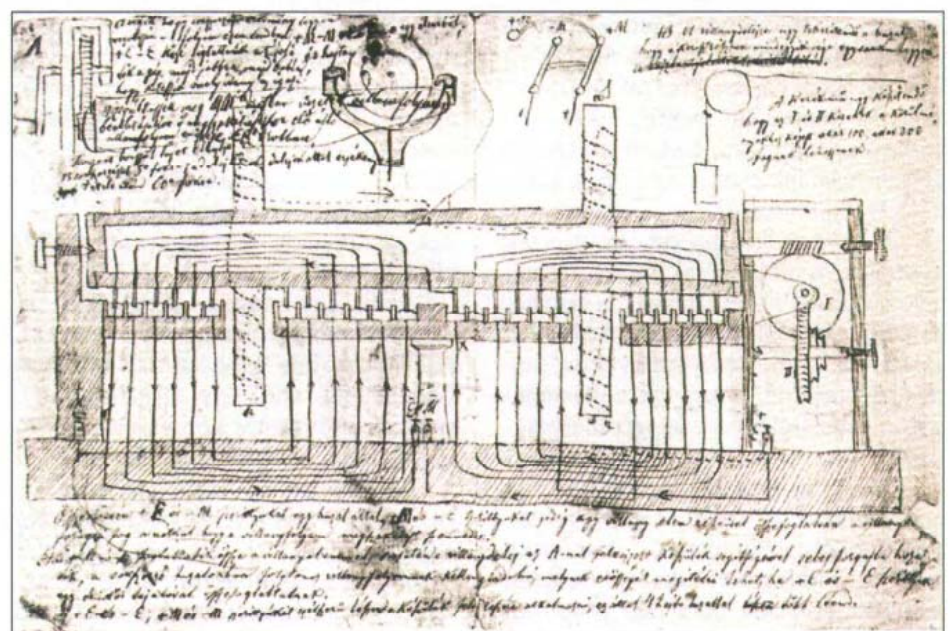


15. ábra. Jedlik egysarki villamindítójának bekötési vázlata. A sárga színnel kiemelt alkatrész az üreges vastengely, a késsel jelzett alkatrészek a küllős mágneskerekek a tekercsekkel. Látható, hogy a huzalozás egyik részét a vascső rejtje, árnyékolja, a másik részüket pedig tudatosan a küllőskerékek mágneses mezőjébe telepítette a konstruktőr

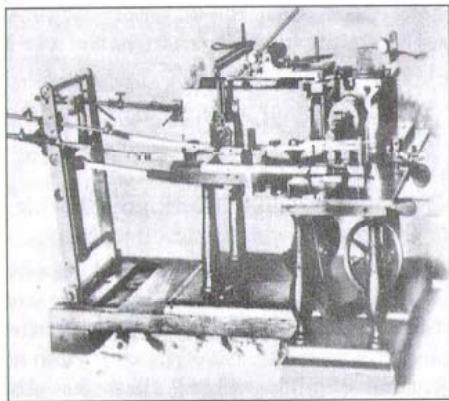
lép ki, amely a levegőben az egyik karimától a másikig vezet. A mágnesmező másrésztől a két küllőskerék között a tengelyként használt, üreges vascső anyagán keresztül záródik. Működés közben tehát ez a mágnesmező tengelyirányú forgást végez.

Ez a mágnesmező egy rejtett tekercselésben indukál áramot. Mindegyik karima alatt – a dinamo fa talpazatába vésett vályúkban – 6 darab, 3 mm vastag szigetelt rézvezető van elhelyezve. Ezeknek a vezetőknek a két végük függőlegesen fel van hajtva, és a fa törzsrészbe készített kis nyílásokon keresztül fel vannak vezetve majdnem a vas tengelyig (16. ábra). A fa törzsrészben viszont – a tengely két végén és a két karima közötti részen – kis higanyos vályúk vannak kialakítva, mégpedig

ben a vascső egyik végén északi, illetve a másikon déli pólus lesz, ha a két tekercscsoportot jól kötöttük össze egymással is, és helyes polaritással áram alá helyezzük. A két küllőskerékre pedig takarás céljából, kívülről egy-egy lágyvas lemezből készült gyűrűt, karimát kell erősítenünk. Az összeállított dinamónál kívülről mindössze ezt a két feltűnő gyűrűt látjuk, a dinamo többi részét (részben leemelhető) famunka fedi. Ezekből a karimákból tehát működés közben sugárirányú mágnesmező



16. ábra. Az egysarki villamindító bekötési vázlata. Jedlik rajza és kézírása



21. ábra. Osztógép (Palatin Gergely archiv fotója)

mintegy 600...900 kV-ra becsülhetjük, ami félelmetes érték.

Jedlik az 1873-as Bécsi Világkiállításon bemutatta villamfeszítőjét, amely végül a kiállítás szenzációja lett. Jedliket a kiállításon a „Haladásért” érdemreldel tüntették ki.

Jedlik csöves villamfeszítői az 1945-ös építkezések során összetörték. Utólag a készüléket restaurálták, és ami az eredeti készülékből épen megmaradt, az új készülékbe beépítették.

Optikai osztógép

Jedlik fő érdeklődési területe az elektromosság volt, azonban számos marandót alkotott a technika és a tudomány más területein is.

A fény kettős természete mindig is izgatta, és a geometriai optikán túllépve a fény hullámtermészetével is igen korán, már az 1830-as évek elején elkezdett foglalkozni. Akkoriban az optikában a fény színekre bontását elsősorban üvegprizmákkal oldották meg, viszont korán kiderült, hogy optikai rácsok segítségével sokkal szebb, tömönyebb színeket lehetett kapni.

Optikai rácsokat üveglemezekre felvitt karcok segítségével lehetett készíteni, ezek az üveglemezek, rácsok azonban akkoriban gyenge minőségűek és drágák voltak. A legjobb minőségűek akkoriban, az 1840-es években a Fraunhofer-rácsok voltak. Üveglapra milliméterenként 300 vonalat tudott karcolni.

Mivel Jedliket izgatta a probléma, elhatározta, hogy legalább ilyen, vagy jobb rácsokat fog készíteni. 1832-ben egy bécsi műszerésztől vásárolt egy egyszerű osztógépet. Készített vele néhány optikai rácsot, de az eredménnyel nem volt megelégedve. A gépen mindent kézzel kellett beállítani és a moz-

gatása is kézzel történt. Mindez a pontosság rovására ment.

Az optikai rács készítése üveglemeze egy gyémántcsúccsal történik, amelyet egy rendkívül finom, precíz működésű, kotyogásmentes mechanikájú géppel, a vonalzó vagy osztógéppel lehet elkészíteni. A rács sűrűsége arányos a gép pontosságával. Vagyis a megkívánt, milliméterenkénti több száz vonalat csakis század-ezred mm pontosságú géppel lehet karcolni. A gép pontosságával szemben támasztott követelmények igen magasak, tekintettel arra, hogy a működtető csavarátételeknek, fogaskerekeknek stb. nem lehet holtjátéka. Továbbá az optikai kutatásokhoz nem elég csupán a nagy rácssűrűség, a vonalnak nagyon pontosan azonos távolságra kell esniük, különben a rács nem ad tökéletes színeképet.

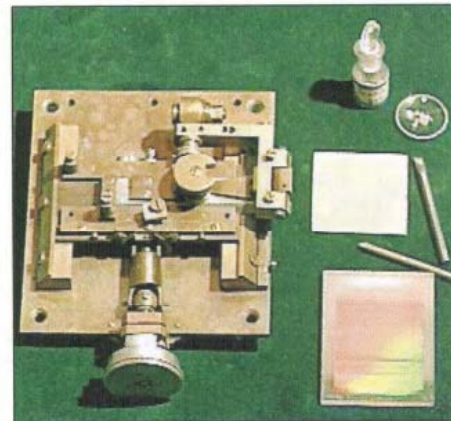
Jedlik mintegy harminc évet szánt az osztógép tökéletesítésére. Nem csupán magát a gépet, a menetes orsók pontosságát kellett alaposan feljavítania, hanem az üveglemezek előkészítését is gondosan ki kellett dolgoznia, ugyanis a rácskészítésnél bevonatos üveget alkalmaztak, majd ezt maratták. A kutatásnak ez a része alapos kémiai ismereteket igényelt, amelyet el kellett sajátítania. Munkáját siker koronázta, sikerült rátalálnia a műveletekhez legmegfelelőbb kémiai anyagokra.

1860-ra Jedlik elkészült az osztógéppel, amelyet ekkor már a saját építésű motorjával hajtott, és ezáltal a gép önműködően mozgott. Jedlik többféle rácsot is készített: vonalas, kereszt és körkörös rácsokat. Rácsai hamar ismertté és keresetté váltak, mert jobb minőségűek voltak, élénkebb képet adtak, mint az egyébként kaphatók.

A rácsok fő terjesztője egy Duboscq nevű párizsi optikus volt, akinél vásárolt rácsok még Amerikába is eljutottak. A Jedlik-rácsok nagy pontosságúkkal és nagy fényerejükkel vívták ki a szakértők elismerését.

A legjobban keresett rácsok 162 rést tartalmaztak milliméterenként. A rések hossza 75 mm, a rács szélessége legfeljebb 70 mm volt, vagyis a rések száma elérte a 12 ezret. Egy vonal meghúzása a gyémánt csúccsal mintegy 10 másodpercig tartott, majd a gép újrapozicionálta az üveglemezt a következő vonalhoz. Összességében véve egy lemez elkészítése több napig tartott. A villamdelejes forgony pedig végezte a dolgát, hajtotta a gépet.

Egy nagyobb tétel legyártása érdekében Jedlik 1863-ban egy vándorme-



22. ábra. Osztógép részegység és kellékek a munkához (a győri Jedlik Anyos emlékkiállításról)

chanikust bízott meg a gép kitisztításával. S a derék ember pedig szédszedte a gépet, majd a szertárban talált nemesfémek (arany, platina) egy részével kereket oldott. Ez annyira elvette Jedlik kedvét, hogy a gépet már nem rakta össze, hanem ládába csomagolva eltette. 93 éves korában a gépet átadta rendtársának, *Palatin Gergelynek*, aki öszszerakta, majd tovább tökéletesítette a gépet (21. ábra, 22. ábra). A fejlesztés olyan jól sikerült, hogy ekkor már a milliméterenkénti osztások száma elérte 2093-at. Ez az érték már azon a határon van, amit az üveg még átszakadás nélkül kibír.

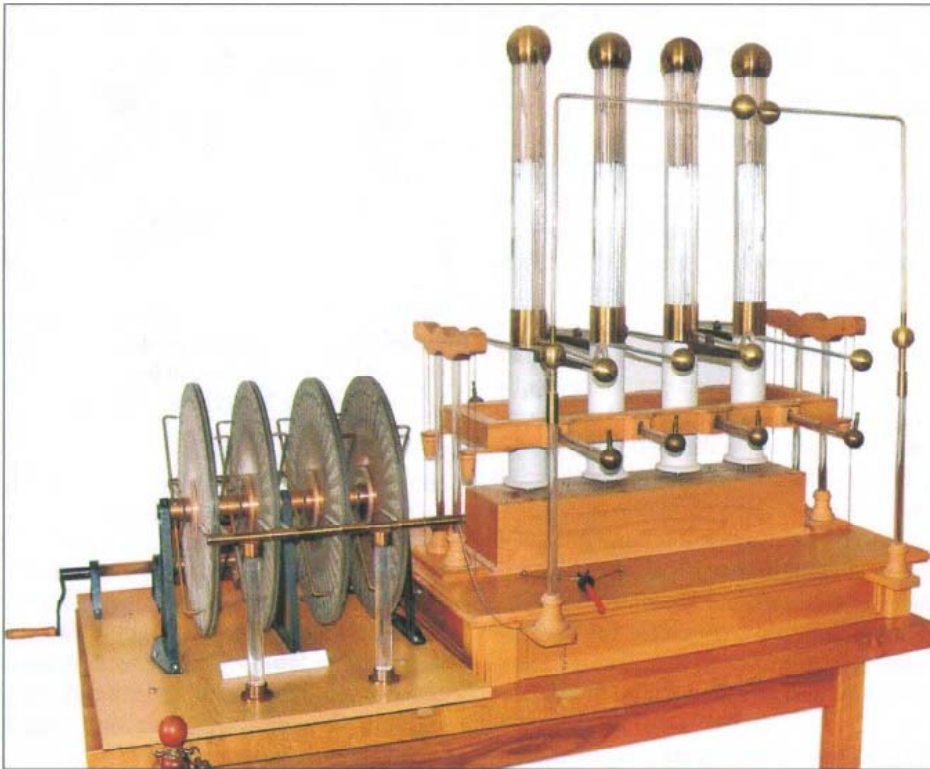
A Jedlik-féle rácsok fontos szerepet játszottak a magyar kutatásokban is. Neves csillagászaink, *Fröhlich Izidor*; *Gothard Jenő* és *Konkoly-Thege Miklós* Jedlik osztógépevel készült optikai rácsokkal dolgozott.

Mi több, néhány darabot még az 1950-es években is használtak hazai kutatóintézetben!

Mechanikus rezgékeltők

Jedlik mindenek előtt tanár volt, és kedvelte a látványos, a hallgatóságot elbűvölő készülékeket, demonstrációs eszközöket. Már az optikai rács kapcsán is felvetődött az interferencia jelenségének a magyarázata. Az egyszerűbb érthetőség érdekében mechanikus hullámgerjesztő- és rajzoló gépeket szerkesztett („rezgési készülék”), amelyek papírra rajzolták a rezgéseket, segítve ezzel a mechanikai lengés tanítását is.

Elektromágneses Lissajous-görbét rajzoló gépeinek képei szükség esetén nagyobb számú hallgatóság számára ki is voltak vetíthetőek. Hasonlóképpen érdekes oktatási eszközei voltak az opti-



20. ábra. Csöves villamfesztő a négytárcsás megosztógéppel. Jobbra a vékony üvegcső-kötegekből alkotott négy nagyfeszültségű kondenzátorcsoport, amelyet a bal oldali osztógépről párhuzamos kapcsolásban lehet feltölteni, majd a csőcsoport alján látható nagyfeszültségű, kézi átkapcsoló szerkezettel sorba lehet kapcsolni. A felső szikraközt szétnyitva, legalább 20-40 centiméteres, néhány százézer voltos kisülés látható (Elektrotechnikai Múzeum, Bp.)

csupán álló- és forgórész-darabjai maradtak fenn a szertár mélyén.

Végül is a fejlődés nem állt meg, az idők során a másneses tér felépítésének, működésének megértése után a dinamó problémáira számos jó megoldás született Siemenstől és másoktól. Nem is túl sokára, már az 1880-as évekre a Ganz gyár Ziperowsky-féle, jó hatásfokú dinamói a kor legjobb gépei közé tartoztak.

Csőves villamfesztő

Jedlik az 1860-as, 1870-es években a nagyfeszültségű technika irányába fordult, és igen jelentős energiát fektetett az ezzel kapcsolatos munkálatokba.

Akkoriban nagyfeszültséget háromféle módon tudtak előállítani. Villamos forgógépekkel (generátorokkal) a menetszám növelésével lehetett a termelt villamos áram feszültségét növelni, de ennek határt szabtak a korabeli primitív szigetelőanyagok. A réz vezetőek szigetelésére sokáig a kis átütési szilárdságú pamutot használták, ami nedvszívó lévén, esős időben átütésekhez vezetett. Az olyan, kísérletező kedvű személyek, mint Jedlik is, számos anyagot és impregnálási módszert ki-

próbáltak. Ezek egy része használható volt a forgógépek huzalainak a szigetelésére, más részük viszont nem.

A második módszer a nagyfeszültség előállítására a feltranszformálás volt, amelynek akkoriban szokásos eszköze a Rhumkorff-féle szikrainduktor volt. Ezzel a készülékkel csak az volt a probléma, hogy valóban nagy feszültségek előállításához tetemes hosszúságú huzalra volt szükség. Akár 50...100 km huzalt is fel kellett használni az elkészítéséhez. Például *Spottiswood* 1080 mm-es szikrát adó, 1881-ben épített gépének tömege 800 kg volt, és 450 km huzalt használt fel. Így ezek az eszközök igen drágák és egyúttal igen nehezek is voltak.

A harmadik lehetséges út a sztatikus elektromosság előállítása volt különféle dörzselektromos és egyéb kísérleti eszközökkel.

Időközben fény derült a villamoság és a szigetelő anyagok kölcsönhatásainak sajátosságaira, például a kúszóáramok viselkedésére, a nedvesség és a rostos anyagok (pl. papír, pamut stb.) kölcsönhatásaira, a csúcshatás okozta problémákra és még sok más, eddig ismeretlen tényezőkre. A szokásos szigetelőanyagok, pl. a közönséges üveg, a

gumi nem feleltek meg a nagyfeszültségű készülékekben. A szükséges vizsgálatok érdekében mindenképpen az eddigiéknél nagyobb feszültségek előállítását tűzte ki sok kísérletező kedvű tudós.

Jedlik a nagyfeszültségű *sztatikus elektromosság* előállítását tartotta a maga számára könnyen elérhetőnek. Ennek érdekében a lehetséges eszközök közül kiválasztotta a legalkalmasabbat, az influenza- (megosztó-) gépet, amelynek egyszerű forgatásával könnyen tudott valóban igen nagy feszültségű sztatikus töltést előállítani. A kísérletei során bebizonyosodott, hogy az olcsó impregnált papír legalább olyan jó vagy jobb szigetelő lehet, mint az ebonit vagy az üveg.

A megosztógéppel termelt elektromosságot kezdetben leydeni palackokban tárolta, azonban ezek csekély kapacitásával nem volt elégedett.

Sokéves kísérletezés után jutott el a leydeni palackok helyett *üvegcsöves kondenzátorkötegek* alkalmazásáig, amelyekkel sokkal nagyobb kapacitásértékeket tudott elérni, és így 10...12-szer több energiát tudott tárolni kísérletei számára.

Jedlik 10-12 mm átmérőjű, 60 cm hosszú üvegcsöveket vett, ezeket egyik végükön beforrasztotta, belül 39 cm magasan megtöltötte vasreszelékkel, kívül pedig ugyanilyen magasságig bevonta sztanióllal. Ezekből 20-30 (később 50) darabot vastagabb üvegcsövekbe tett. Gondoskodott róla, hogy a külső, illetve a belső fegyverzetek külön-külön jó vezető összeköttetésben legyenek. Az üvegcsöves kondenzátorkötegeiből négyet, máskor nyolcat egyetlen szerkezetté épített össze oly módon, hogy azok átkapcsolhatóak voltak párhuzamos kapcsolásból soros kapcsolásúakká. Ez nem volt csekély feladat, tekintettel arra, hogy valóban igen nagy feszültségekről volt szó. Szerkezetét *csöves villamfesztőnek* nevezte el (20. ábra).

Párhuzamos kapcsolásban a megosztógéppel maximálisan (az átütés határáig) feltöltve a négy darab (máskor a nyolc darab) kondenzátorköteget, egy ügyes, jól szigetelt szerkezettel átváltotta azt soros kapcsolásúvá, így összeadván az egyes feszültségeket. Ezzel a szerkezettel maximum 60...90 cm hosszú, roppant hangos kisüléseket tudott produkálni. Miután a száraz levegő átütési szilárdsága mintegy 10 kV/cm, az előállított nagyfeszültség értékét a szikrakisülés hossza alapján

res pincéjében megkínálja a társaságot a szódavízzel. Félig töltötte poharát borral, majd a világ legelső szódavizes palackjából belefröccsentette a szódavízet. A többieket is megkínálta az általa *spriccernek* nevezett itallal. A meglepett társaságnak nagyon ízlett, csak azonnal javasolták, hogy magyar italnak magyar neve legyen, mégpedig *fröccs*.

Vörösmarty pedig a pillanat hevében azonnal nekilátott verset írni, és állítólag ekkor, 1842. október 5-én született meg a *Főti dal*:

„Fölfelé megy a borban a gyöngy;
Jól teszi.
Tőle senki e jogát el
Nem veszi.”

Ívlámpa

A korai – még Edison előtti – villanyvilágítás nehezen terjed el, két okból is. Egyrészt az ívlámpa a begyújtás után állandó kézi vagy automatikus szabályozást, utánállítást igényelt. Másrészt az ívlámpák üzemeltetése tekintélyes áramigényük folytán a galvánelemek korszakában jelentős költséget és munkaráfordítást igényelt a galvántelepek karbantartása folytán.

Jedlik mindenképp előtt az ívlámpákhoz készített egy automatikus utánállító szerkezetet, amely biztosította a stabil ív fenntartását (**25. ábra**).

A Bunsen-féle, akkoriban legjobbnak ítélt galvántelep további korszerűsítését többek között a világítási célokra történő jobb hasznosítás érdekében kezdte meg. Eredményei hamarosan annyira jók lettek, hogy Pesten egy üzemet is létrehozta a gyártásukhoz. Telepei ismertek és keresettek voltak Európa számos pontján, sőt, Párizsba és Kosztantinápolyba is szállítottak a telepekből.

Időközben megismerkedett az ívlámpás világítás problémáival is. Az ívlámpa szénrúdait a bekapcsolás után össze kellett érinteni, majd stabil ívet kellett velük húzni.

Ezek után a szénúcsokat valamely szerkezettel – például óraművel – a szénrudak égési tempójának megfelelően, folyamatosan egymáshoz kellett közelíteni, azonos égési távolságot tartva. A kényes óraműves szerkezet helyett Jedlik egy hidraulikus szabályozót tervezett.

Galvánelemeit és az ívlámpás világítást Pannónhalmán, rendtársainak is (túlságosan is) nagy sikerrel bemutatta.

Kruesz Krizosztom főapát feljegyzései szerint kisebb, ám mulatságos botrányba fulladt a bemutatás:

„Este az ősmönostor négyszög udvarában 22 elemből álló Jedlik-féle villanytelepet szerepeltettünk. A fény olyan erős volt, hogy dacára a holdtöltének, a templom tornya égni látszott, és a szentmártoniak már a hegy felé tartottak, hogy a tüzet eloltsák...”

Jedlik Ányos, a nyelvújító

A XIX. század folyamán nyelvújítók egész serege munkálkodott azon, hogy felfrissítse nyelvünk szókincsét, esetenként nyelvtanát is. 1844-ben hirdették ki azt a törvényt, amely szerint hazánkban a magyar lett a közoktatás nyelve. 1845-től megkezdődik a magyar nyelvű oktatás az egyetemen. Azonban nagy nehézséget okozott az egységes magyar műszavak hiánya már a középiskolákban is. Ezért először a magyar tudományos nyelvet kellett kialakítani, mielőtt a rendelkezést a középiskolai és az egyetemi oktatásban teljes egészében végre lehetett volna hajtani.

Miután az új eszközök, készülékek, technológiák a tudomány területén is új kifejezéseket igényeltek, számos törekvés indult meg a műszaki-tudományos nyelv megreformálására. Ehhez a munkálkodáshoz – *Kazinczy Ferenc* és *Czuczor Gergely* unszolására – csatlakozott Jedlik Ányos is, és elkezdte megalkotni a magyar műszaki és természettudományos nyelvhez szükséges műszavakat.

Részt vett az 1858-ban megjelent német–magyar műszaki-tudományos szótár szerkesztésében, s ő írta szótár fizikai, kémiai és mechanikai részét. Ezen felül ő írta az első magyar nyelvű fizika tankönyvet (*Természettan elemei*). Első könyv. Súlyos testek természettana (1850). Hőtan (1851). Fénytan (1851).

A korabeli nyelvújítási törekvések során alkotott új irodalmi és műszaki-tudományos jellegű szavak jelentős része szinte észrevétlenül és sikeresen átment a köznyelvbe, illetve rögzült a műszaki-tudományos nyelvhasználatban is.

Az alábbiakban álljon itt példaképpen néhány, Jedlik által a nyelvújítás során alkotott új szó, amelyekről elmondható, hogy voltak kevésbé sikeres, elfeledett szavai is, de a jelentős részük nélkül manapság egy műszaki-tu-

dományos írás, sőt, esetenként a *köznapis társalgás* is elképzelhetetlen lenne.

Íme Jedlik által alkotott, nagyon is, vagy kevésbé ismerős néhány szó:

– dörzsvillamosság, dugattyú, ejtőnyő, szállernyő (ejtőernyő), eredő erő, eredő, ferdény (trapéz), léggömb, légnyomás, fénytöréstan, haladvány, halmazállapot, hanglebegés, hangszekrény, hátrány, hullámelhajlás, hullámhossz, hullámtalálkozás, hullámvölgy, huzony, huzal, kebel, kiloliter, kilométer, kitérés, kitérés szög, lejtmérő, lejt mérés, megfigyelni, merőleges, mérke (minta), módszer, műanyag, nyomaték, osztógép, összetevő, sebesedés (gyorsulás), szoríttyú, szögsebesség, tehetetlenségi nyomaték, térfogat, tolattyú, vetület, villamfeszítő, feszültségnövelő, váltószög, villamszedő, zárvas, zöngé stb.

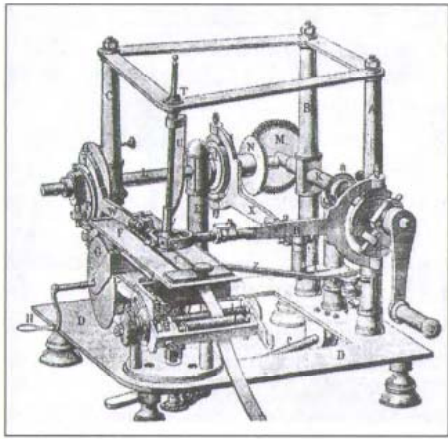
Utószó

„Előadása a kutató tudós előadása volt, ki hallgatóihoz úgy beszél, mint tudóstársakhoz, kik előtt nem rejt el titkot, hanem felhívja leplezetlenül a maga gondolatmenetét ... Behozta az eszközt, működésbe hozta hallgatóságának szemeláttára úgy, hogy a kísérlet nekik nemcsak mutatványul, hanem igazi tanulságul is szolgált. Valóban kísérleti előadásokat tartott már olyan időben, amikor még többnyire csak kréta és spongva járta.”

(Eötvös Loránd)



A bencés kriptája, ahova Jedlik Ányost temették. (A képet a Pannónhalmi Apátság fotótára őrizte meg)



23. ábra. Rezgési készülék egyszerűbb vagy bonyolultabb hullámformák előállításához és kirajzolásához

kai rácsok, a velük rajzolható szinképek. Bonyolultabb rajzolatok készítésére is szerkesztett gépet, így például 1876-ban elkészült egy olyan berendezés, amely két rezgés és egy haladó mozgás eredőjét volt képes lerajzolni kormozott üveglapra, vagy írótollal papírra (23. ábra). Ezek az összetett rezgések kísértetiesen hasonlítanak a mai papírpénzeinken látható mintázatokra. Jedlik viszont már jó százötven éve meglátta a szóban forgó ábrák, mintázatok gyakorlati hasznosításának a lehetőségeit is: a bonyolult hullámábrákat felajánlotta a pénzverdének, hogy tészték rá ezeket a papírpénzekre a ha-

misítás megnehezítése érdekében. Természetesen – akkor – elvetették az ötletét...

Szódavíz

Szódavizet, szén-dioxiddal telített vizet, azaz mesterséges savanyúvizet Genfben már 1789 óta állított elő Paul és Goffe, ahogy erről Jedlik egy tudományos közleményben olvasott. A készítési módot azonban titokban tartották. Magyarországon ebben az időben szódavizet nem gyártottak, és ha valaki mégis ilyesmire vágyott, akkor valamely közeli „savanyúvíz” forrásból hozott vagy hozatott magának az italból. Ez egyrészt költséges volt, másrészt szállítás közben a savanyúvíz veszített a minőségéből.

Jedlik kedvelte ezt az italt, és 1828-ban, győri tartózkodása idején elhatározta, hogy készít szódavizet. Olyan készüléket tervezett és állított elő, amely segítségével igen olcsón lehetett a vizet szén-dioxiddal telíteni.

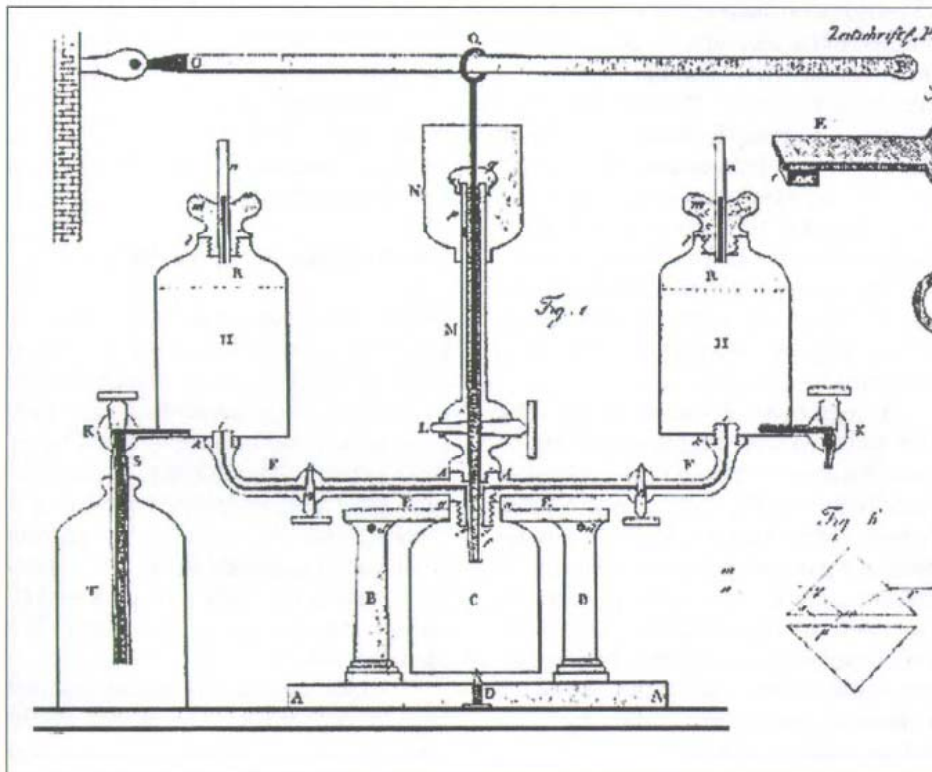
Ehhez kénsavat oldott fel kétszerannyi vízben egy nyomásálló rézhengerben (24. ábra), majd a folyadékba szódát vagy finoman szitált fahamut préselt bele kézi emelővel. A rézhengerben levő kénsav vegyileg hevesen egyesült a szódával vagy a fahamuban levő, szén-dioxidot tartalmazó vegyületekkel, és a keletkező, nagy nyomású

szén-dioxid gázt vízzel telt hengerekben nyelte el. A készüléket a gáz jobb elnyelése érdekében ide-oda forgatták. A végtermék szódavíz volt, vagy ha a vízben előzőleg különféle ásványi sókat oldott fel, akkor mesterséges ásványvizet (savanyúvizet) állított elő.

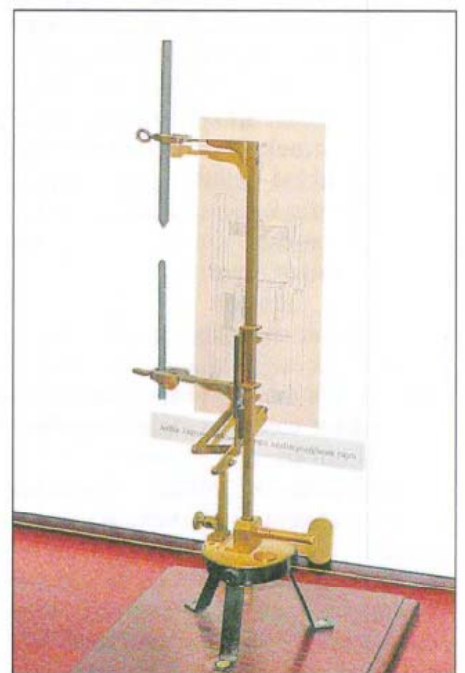
A szén-dioxid veszteség elkerülésére a gázt tartalmazó elnyelőt csövet a vizes edény aljáig vezette le, amely megoldás erősen emlékeztet a mai szódásüvegekre.

Jedlik az italt nagyon kellemesnek találta, és már az első nyáron 150 üveg ásványvizet gyártott készülékével. Feljegyzései szerint az ital nagyon ízlett rendtársainak is. 1841-ben a pesti vándorgyűlésre összesereglett orvosokat és természetvizsgálókat is megvendégelte az itallal. Az így készült ásványvíz előállításának költsége igen kedvező volt, ezért elhatározta egy „savanyúvíz gyártó üzem” létrehozását. Pesten 1841-ben meg is indult az üzem, ahol 5 napszamos gyártotta a savanyúvizet. Ettől kezdve azonban elvesztette az érdeklődését a téma iránt, mert nem az anyagi hasznot kereste.

Jedlik gyakorta látogatta meg barátait a főtí Somlyó-hegyen, Fáy András a költő és ügyvéd kúriájában, ahol a kor ismert személyiségei, Vörösmarty, Deák, Garay és mások jöttek össze egy-egy vidám baráti eszmecserére. Egy ilyen, jó hangulatú szüreti összejövetel adott alkalmat arra, hogy Jedlik Fáy hí-



24. ábra. Jedlik szódavíz készítő gépe, a „savanyúvízi készülék”



25. ábra. Jedlik hidraulikus szabályozású ívlámpája. (Jedlik Ányos Emlékszoba, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr)

Visszatekintés...

Szubjektív szakmai életrajz- töredékek

Írta: Sipos Gyula
okl. IC-szakmérnök,
siposgyula@postafioiok.hu



„Visszatekintés... Szubjektív szakmai életrajztöredékek” mottóval 2012-es Évkönyvünkben sorozatot indítottunk közismert szerzőink tollából. Kedves olvasóink régi és szűnni nem akarón ismétlődő kérését teljesítjük ezzel, akik a lapunkban és annak évkönyveiben megjelent cikkeikben leírtaknál többet szeretnének megtudni tisztelt törzs-szerzőinkről. Szakmai pályájukról, annak kezdetéről, a mai magyar műszaki életről való véleményükről. A kifejezetten szubjektív írásokból – reméljük – majd kiderül, hogy szakcikkeink alkotói is hétköznapi emberek. Csak nekik valahogy mindig egy kicsit jobban sikerültek a saját kezű konstrukcióik... Aztán a sok sikerélmény – és némi szerkesztői biztatás – után sorra láttak napvilágot jobbnál jobb szakcikkeik. (A szerk.)

Anno 1944-ben a főváros amerikai bombázásának az iszonyatát egy idő múlva valamelyest meg lehetett szokni. Egy hozzám képest jóval „idősebb” ifjú legény az összedőlt házak körül máskálva rádióroncsokat keresgélt, és a leleteket titokban még a légópincébe is lehozta. Egy teljesen szétzúzott, de kikalapált, ám számomra csoda számba menő, fémházas készüléket sikerült tőle elkunyerálnom. Légiriadó alatt ezzel játszottam, és ez a ronc volt az első rádiókészülékem. Természetesen egy idő múlva, már békeidőben, a szülői szigor következtében a – felejthetetlen emlékü – lelet a szemetesben landolt.

Érdekes, hogy éppen a háború volt a katalizátora az elektromosság iránti érdeklődésemnek. Rengeteg tönkrement elektromos cikket, roncsot sike-

rült összegyűjtenem, első sorban érdekes, pl. a légópincébe való rohanás közben összetört színváltós kézilámpákat.

A háború után hamarosan beköszöntött a megfontolt és előre látó államosítások kora. Számtalan környékbeli rádiójavító, optikus, üvegtechnikus és egyéb, a lakosság számára lényegében nélkülözhetetlen műszaki kisiparos, kiskereskedő parányi üzletének holmiját dobálták gondos kezek bölcs politikai megfontolásból az utcára. Ezekből a tárgyakból jónéhányat megmentettünk és csereberéltük az iskolában. Nem igazán számított közénk az, akinek ötödik-hatodik osztályra már nem volt saját bütökölésű távcsöve, detektoros rádiója, kisműszere és egy halomnyi ismeretlen rendeltetésű tekercse, lapos telefonreléje, huzalpotenciométere.

Ebben az időszakban kerültek a kezembe *Sztrókey Kálmán* kiváló ifjúsági ismeretterjesztő könyvei. Ekkor – egy barátommal a számtalan elektrotechnikai és kémiai kísérlet elvégzése, a közölt eszközöket, kisműszereket, motorokat stb. utánépítve – eldöntöttem, hogy vagy villamosmérnök, vagy vegyészmérnök leszek. Szüleim mindkét irányú érdeklődésemet felfokozott figyelemmel kísérték, tekintettel a különféle cifra rövidzáratokra, az engem ért (az akkor még) 110 V-os hálózati feszültségű áramütésekre, a kisebb robbanásokra, égési és marási, ruha- és bőrsérülésekre.

Érdekes, hogy akkoriban jóval jobban bíztak az ifjúságban. Vegyszereinket a József körúton egy parányi, ám varázslatos, kiváló vegyszerkereskedésben szereztük be, ahol a roppant

kedves tulajdonos rendszeresen elmagyaráztatta magának, hogy ugyan mire is kell nekünk, meglett 10-12 éves korunkban például a ferro-ammon-szulfát, netán a Seignette-só, a Campeche-fa, a magnézium-por, majd korrektül kiszolgált bennünket. A Teleki-térhez közel volt egy szintén parányi, ám kiváló villamossági üzlet, ahol a villanyvasalókat, a rádiókat is meg tudták javítani, de valóságos kincseket is árultak: kétezer ohmos fejhallgató detektoros rádióhoz, huzalokat, tekercseket, reléket stb. Természetesen mindkét üzletet szintén államosították, és ezek a források nem csupán a boszszankodó felnőttek számára, hanem számunkra is kiapadtak.

A legnagyobb otthoni sikerem az volt, amikor 12-13 évesen felderítettem, hogy valamely évtizedekkel korábbi villanszerelési hibából a szomszéd a mi pénztárcánk rovására használja a villanyhálózatot. Ezt sikerült – némi „kilámpázás” és fejtörés után – egy radikális megoldással megszüntetnem, a kritikus lecsatlakozásnál a fázist a nullával gondosan összetekerve. A család ettől kezdve elhitte, hogy valamelyest már értek a villamossághoz. Az is igaz, hogy az általam – Sztrókey Kálmán leírása nyomán – elkészített, varázslatosan jól működő Tesla-transzformátor centiméteres szikráitól változatlanul féltették az életemet.

Hamarosan megkezdődött a sűrű könyvtárlátogatások időszaka, amikor is előbb a közeli Szabó Ervin fiók, majd az Országos Műszaki Könyvtár rádiós könyveit, folyóiratait – közöttük a Rádiótechnikát – tanulmányoztam éjjel-nappal.

MÁR

A digitális HE Füzetek is kaphatók: www.dimag.hu

EGY-EGY SZÁM

Elektronika FÜZETEK 1.

Nagymáté – Chrenkó

FÉMKERESŐK

Elektronika FÜZETEK 2.

Ágoston – Bereti – Pruzsinszky

Audiofil-Varázs I.

SHIS emlékmű 2A3-mal

Varázslatok a CD körül

Elektronika FÜZETEK 3.

Vörös Tamás

PIC – kezdőknek

Elektronika FÜZETEK 4.

Ágoston – Nagy

Audiofil-Varázs II.

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

100 W-os hibrid² erősítő

Még egyszer a 20 W-os hibridről

Alkatrészek

Félvezetős RIAA-korrektor Univerzális előerősítő

Audiofil találkozók – képekben

www.radiovilag.hu

Elfogyott, csak digitálisan kapható

Egy-egy szám ára: 2790 Ft.
Rendeljen, mert el fog fogyni!

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

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

(Postán is elküldjük, kb. 500 Ft postaköltséggel.)

részekre szó szerint semmi sem jutott. Például az öt év során mintegy négy-öt félvezetős kapcsolást beszélünk meg, elektronikus készülékben való gyakorlati, műszeres hibakeresésre és bemérésre egy (1) délelőttöt szánt a tanterv.

Aztán itt voltak a kifejezetten terjedős és önellentmondó részekből hemzsegő olyasmik, mint a „tudományos szocializmus”, a „szocializmus politikai gazdaságtana”, a „filozófiatörténet” és hasonló, bűn rossz előadókkal, és a hallgatókat állandóan szívató létszám-ellenőrzésekkel.

A Műegyetem akkoriban nem volt képben: az iparban tapasztalható napi műszaki, elektronikai színvonaltól való tetemes, 5-10 éves elmaradásnak még az észlelése sem történt meg. A nyári szakmai gyakorlatok során jól fel lehetett mérni a színvonal különbségeket.

Az EMG-ben elhelyezkedve, számomra hamar kiderült, hogy az egyik korabeli súlyosbító körülmény volt a mérnök-garnitúra számára az integrált félvezetők megjelenése, amelykről alig voltak hozzáférhető, pláne használható ismeretek. A hiányosságokat pótlandó, a Műegyetem egy IC-s szakmérnöki szakán továbbtanultam.

Az államvizsga után belevetettem magam a cégnél olvasásra körözött szakirodalomba. Nem csekély levelezés útján a külföldi IC-s cégek képviselőivel sikerült személyes kapcsolatot is felvennem. A kapcsolatok többször is megbeszélte találkozóba torkoltak, és ilyenkor rendkívül értékes, csak szűk körben terjesztett szakmai anyagokhoz, különleges félvezető mintapéldányokhoz jutottam.

Mindez arra inspirált, hogy a megszerzett igen friss tudásanyagot valahogy a szakma számára közzé kell tenni, mert akkoriban a Műszaki Könyvkiadó nem jeleskedett ebben. Elsőként a Rádiótechnikánál ajánlottam fel írásaimat, majd tapasztalván az olvasók részéről a kedvező fogadtatást, egy idő múlva, minden teketória és „szocialista összeköttetés” nélkül bekopogtattam a terveimmel – úgymond az utcáról – a Műszaki Könyvkiadóhoz.

Sikerült a Kiadóval megállapodni egy IC-s könyv megírásáról, az akkoriban divatos, meglehetősen egyoldalú, bakafántos feltételek (csakis a kötelesegeimet tartalmazó ún. blankettaszerződés) mellett, megszegyenítő honoráriummal. De ez nem különösebben izgató, mert égett bennem a közlési vágy, és még valami más, valami jóval több is. Az, ami már nem megfizethető.

Ezt akkoriban egyfajta önkéntes miszsióznak, a villamos szakmának és az érdeklődő olvasóknak tett szolgálatnak tekintettem.

Az ember egyik legfontosabb célja lehet az, hogy a hazájában jeleket hagyjon maga után, ki-ki a tehetsége és a lehetőségei szerint. Ezt az alapelvet évtizedekig, egészen az interneten való arcátlan lopkodás, fájlcsere/letöltés, szkenelgetés másolgatás észleléséig megtartottam.

Az írás nem fenéki tejfel. Már a legelső Rádiótechnika cikkeim megjelenése után egy „fontos illető” volt olyan szíves és befáradt a személyzeti osztályra, majd ott rákérdezett, hogy „ugyan, kitől van a Siposnak engedélye arra, hogy cikkeket írjon a Rádiótechnikába?” És utána dühösen elmondta a szemembe, hogy felvilágosították: egy műszaki cikk írása és megjelentetése nem engedélyköteles, még a szocializmus építésének jelenlegi szakaszában sem.

Időközben nivódíjat is kaptam első művemre és megjelent a második kiadása is. Hamarosan sikerült két újabb könyv megírására is szerződést kötnöm („HIFI erősítők építése”, továbbá a „Rádiókészülékek és hangerősítők építése”). Ezeket is jelentős siker és újabb nivódíj követte.

Ami végül az írásaim kapcsán először igencsak meglepett és végül nagyon jól esett, az olvasókkal való, ropant kedvező együttműködés kialakítása volt. Az írásaim kapcsán számos olvasó keresett meg különféle elektronikai problémákkal, tanácskérés céljából. A lassan felépülő kapcsolatok oda vezettek, hogy egészen komoly kölcsönös együttműködés jött létre egyes személyekkel, olvasói csoportokkal. Valamennyiük közül is ki kell emelnem a csodálatos amatőr munkákat készítő *Németh Lajos* tanár urat, akit végül még cikkírással is sikerült rábeszélnem.

Amikor az ország életében bekövetkezett a teljes gazdasági zűrzavar, mindenki a kiutat kereste. A Videoton Szerviznél kiderült, hogy országos szervizhálózatának szakemberei vészjelzéseket adnak le, mert eddig teljesen ismeretlen problémák vetődtek fel.

Az egyik döbbenetes probléma a javíttatás elmaradása, a másik probléma pedig a szaktudás hiánya volt. A szerviz szakembereit országszerte sokkolta a videomagnó bonyolult, újszerű és az első időkben nehezen érthető elektronikai, mechanikai működése, továbbá a kapcsolási rajzok teljes hiánya, be-

szerezhetetlensége. És megjelentek a digitális kapcsolástechnikájú színes tévék, további új és ismeretlen problémákkal.

A Videoton Szerviz hamar felismerte a baj valódi nagyságát és országos szintű videomagnó és digitális tévé tanfolyamsorozatot szervezett. A szerzőt, engem ért a megtiszteltetés a tanfolyamok megtartására.

Közben az EMG-ben is kezdtek – egy kissé későn – ébredezni. Nem ment úgy a szekér, mint korábban. Elmaradtak az egyetlen stabil megrendelő kérései, előbb hirtelen nem volt mit fejleszteni, utóbb már gyártani sem. A cég megpróbált a reklám-propaganda révén új piacokat keresni, így jött létre irányításom alatt az EMG Video Stúdió. Nagyhirtelen tízegynéhány termékismertető film készült, nagy lelkesedéssel, félprofi U-matic technikával, 2-3 fős stábbal.

A gyors egymásutánban elkészült, 4, illetve 8 nyelven hangosított néhány film a cég szempontjából már egy elkésett akció volt, hiába kerültek ki filmjeink Kínától Brazíliáig számtalan helyre és arattak ott tetszést. Végül a céget felszámolták.

Meglehetősen hamar, melleleg akaratom ellenére, ismerkedtem meg a számítástechnika alkalmazói vonatkozásaival. Az EMG első tíz, darabonként 1 M Ft-ért megvásárolt XT gépe közül az egyik – 1985 körül – a szerző akkori munkahelyén landolt, és ez egy új időszámítás kezdetét is jelentette. Egyszer csak ott volt a gép... és meglátni és megszeretni... ez ma már bevallható. Hamarosan megjött egy 286-os, 2,7 MHz-es(!) sebességű AT PC is, EGA képernyővel, és a feladatok egyre nagyobb hányada került át a két gépre.

Aztán sikerült egy saját 286-os gépet vásárolnom, és a napi munka egy részét otthon végezhettem. Közben tönkre ment a cég, ám a megélhetést váratlanul ugyan, de a 286-os zavartalanul és folyamatosan biztosította. A PC lassan barátommá, szinte családtagommá nőtte ki magát.

A több lábon állás alapján számtalan féle-fajta munkával, megoldandó feladattal találtam magam szembe az elmúlt évtizedekben, az elektronikai tervezéstől és gyártástól kezdve a rendszergazda üzemmódig, és az írástól kezdve egészen a kétkezi munkáig. Valamennyi munka közül – most már a kevésbé hajtos, nyugdíjas években – az írás és a nyomdai kiadványszerkesztés (pl. a Rádiótechnika Évkönyve, 1992-től) lett az, amit a legszívesebben végzek.

Középiskolás koromban a folyamatosan gyarapodó tudásom alapján már igen hamar elkezdtem rádiójavításokkal foglalkozni az ismeretségi körünkben. Lassan, fokozatosan bejártam majd az egész Pestet. Először csak skálahúrt, skálaégőt, majd elektroncsövet mertem cserélni. Később már jóval bonyolultabb feladatokra is vállalkoztam, egyre eredményesebben, lassan, de biztosan növekedő ügyfélkörrel.

Így – az irodalomból ellesett és legyártott, első saját hangdobozom meghallgatása alapján – elkészült az egyik ismerős megrendelésére a hangdoboz másodpéldánya is, amelyet az idők során számos újabb követett. A megrendelők ugyanis észlelték, hogy az általam készített dobozokkal és a jobb hangszórókkal szebben szól a rádiójuk, mint a kávéba beépített, ósrégi, dünynyögő, kifáradt típusal. A minőségnek a kapható szűkös (Orion és kisipari) hangszóró-választék szabott korlátot.

1953-ban rádióvevőnket teljesen átépítettem, modernizáltam, varázs-szemmel, három (nyújtott) rövidhullámú sávval, új (Orion) hullámváltóval, új KF-tekerescsészlettel, kiváló, csöves hangvégfokkal, saját tekerceslésű, igazi, nagy, osztott kimenőtrafóval.

Valamikor 1956 elején megjelent egy hirdetés a Rádiótechnikában arról, hogy Phonoamatőr szakkört szerveznek a Központi Rádióklubban. Persze minden érdeklődő tudta, hogy nem szőni-fonni fogunk. Csupán az átkos nyugati kultúrát terjesztő, ideológiailag roppant károsnak ígérkező HIFI-szakkört kellett átkeresztelni úgy, hogy akit illet, csakis az értse, miről is van szó.

Összejöttünk, nem is kevesen, és nagy lelkesedéssel el is határoztuk, hogy hárommotoros magnót fogunk építeni, a felejthetetlen emlékü *Makai István* egy cikke nyomán. Ámde a középiskolai éveket éppen az érettségi előtt megzavarták az Októberi Sajnálatos Események.

A rossz időben rossz helyen tartózkodás korabeli problémakörét számomra automatikusan megoldotta az, hogy az ügyfeleim váratlanul rengeteg javítani, feltuningolni való rádiót hoztak hozzánk. Olyannyira, hogy a lakásban már szinte lépni sem lehetett, szüleim haragját magamra vonva. Akkoriban ugyanis mindenki a SZER-t, Amerika Hangját és Londont, továbbá a magyar kalózkodókat hallgatta. Sokat láttam, tapasztaltam édesapám ilyenkor csak legyintett egyet, mondván, hogy minden rádió és mindig hazudik, amit ak-

koriban, épp egy pár nappal azelőtt, a Magyar Rádióban be is vallott valaki.

Ebben az időszakban jobban kerestem, mint egy profi szervizes. Szerencsére még korábban a lényeges fogyó alkatrészekből (pl. a csövekből) jókora készletet szereztem be, mert hamar rájöttem: tartalék csökészlet nélkül nem lehet rádiót javítani.

A forradalom után hamarosan felkerestem a Rádióklubot, ahol kiderült, hogy a nemrég összeverbuválódott HIFI-s társaság különböző okokból felszámolódott.

Az érettségi után, mint „egyéb származású” személy, a garantáltan sikertelen, meg sem kísérelt egyetemi felvételi helyett tanulmányaimat a MŰM. 30. sz. tanintézetében folytattam, elektroműszerész tanulóként. Kiváló mesterek, aranykezü és aranyzívű „régijó szakik” keze alatt kezdtem a tanulmányaimat, és volt némi elméleti oktatás is.

Jó pár évvel később – nem minden meghatottság nélkül – mentem vissza egy író-olvasó találkozóra néhai iskolámba, ahol egy díszteremnyi érdeklődő fogadott.

Utóbb kikerültünk szakmai gyakorlatra különböző cégekhez. Jómagam – többekkel együtt – a BHG-ba. A gyárban valamiféle igen ügyes terv szerint a tanulók ciklikusan, műhelyről műhelyre vándoroltak, itt is, ott is egy-két igen aktív és roppant hasznos hetet eltöltve.

Vizsgamunkaként és az időközben meghirdetett I. Rádióamatőr Kiállítás hírére – a vállalat beleegyezésével – az egyik barátommal egy stabilizált, csöves, szabályozható tápegységet építettünk, természetesen a Rádiótechnika egyik cikke alapján. A kiállítás valahol a Szent István körút legelején volt, az időközben ide költözött Rádiótechnika szerkesztősége mellett. A vizsgamunkánkhoz igen sok technikai segítséget is kaptunk a BHG-tól, a tápegységet ugyanis a cég használni is kívánta.

Közben pedig folytatódott a rádiójavító, idővel a tévé- és magnójavító tevékenységem, és sűrű egymásutánban elkészült néhány csöves erősítőm is. A következő erősítők többnyire az előző, erősítők alkatrészeiből épültek. Ennek az anyagi problémák mellett az volt a fő oka, hogy sajnos, lakóhelyemen egy-két meghallgatáson túl nem igazán élvezhettem az erősítőim hangját, mert a környezetünk allergiás volt a hangerőre. Egy kis próba, „hangicsálás” után mindig hosszú, felesleges beszélgetések következtek a házmesterrel, a gondnokkal, a fontos emberekkel stb.

Időközben több új hangdoboz is készült, főleg leselejtezett irodai bútorokat használva asztalos alapanyagként. Ilyesmiből ingyen és szinte korlátlan mennyiség állt a rendelkezésemre egy iroda-átstruktúrázás kapcsán.

A legnagyobb gondot a hangszórók beszerzése okozta, amit többnyire cseberberével és sajátos üzletekkel oldottam meg. Nos, egy ismerősöm révén gyakran nyílt mód egy-egy Goodmans hangszóró vagy különféle hangszóró kitek megrendelésére, behozatalára, elfogadható áron. A gyári rajzok alapján megépített hangszórókat az ismeretségi körömben lehetett tovább adni, jutányos haszon mellett.

Sokkal kevesebb problémám adódott a különféle kisműszerek elkészítésével, amelyek működése senkit nem bántott. Az évtizedek során végigpróbáltam a pákák teljes generációját, a tűzipákától kiindulva, a Rádiótechnikában közzétett, 900 ohmos ellenállásból, csavarhúzóval és egy vörösréz pálcából összeállítható pákán keresztül a Miniforig.

A szakmunkás vizsga után első munkahelyként a BHG-t választottam. Mivel két év alatt „egyéb származásúból” „munkás” lettem, a legnagyobb meglepetésemre hirtelen a rendszer kedvezményezettjévé váltam. Így a BHG-ból – munkásként – már jó eséllyel adhattam be az egyetemi felvételi kérelmet. Így történt, hogy 1959 őszén a BME Villamosmérnöki karán (a harmadévből pedig a Műszer és automatika szakon) megkezdtem a tanulmányaimat, majd 1964-ben jeles eredménnyel végeztem.

Ahogy teltek az egyetemi évek, némi csalódás uralkodott el rajtam. Először is a tanulmányok első felében, az első két-három évben túlzott mértékben elhatalmasodtak a terjengős, öncélú elméleti és egyéb, utóbb soha, seholy fel nem használható tudásanyagú tárgyak és azok abszolút felesleges részletei (pl. rácsos tartójú vasúti híd tervezése, olvasztott alumínium ötvöztetése magnéziummal). Az embernek az volt a benyomása, hogy az oktatók még nem láttak gyárat belülről.

Utólag megállapítható, hogy – az öt éves tanulmányi idő összességét figyelembe véve – a tantárgyak jó részére jellemző volt az elfecsérelt idő és a gépészmérnöki örökségű, utóbb teljesen érdektelen tananyag. A valóban fontos szakmai tárgyakra az itt elfecsérelt idővel kevesebb, gyakorta pedig a napi mérnöki munka során nélkülözhetetlen



3. ábra

elektroncsövekkel kapcsolatban is. Például a http://paillard.claude.free.fr/szajton/megtekintheto_videoklip_nem_ebben_ezt_tamasztja_alal! Közismert, hogy a rendkívüli tisztaságú, majd éppen a kívánt mértékben dotált Ge vagy Si egykristály nem állítható elő otthoni körülmények között (bár ki tudja?), de hát Kemény vagy Adams sem ezekkel, hanem például galenittal (házilag is könnyen szintetizálható ólomszulfiddal; ld.: [3]), vagy pl. a természetben megtalálható pirit kristállyal, ill. számos más vegyülettel kísérletezhetek. Mi ezt a lépést elegánsan kihagyjuk, és gyári lapkából, „csipből” indulunk ki.

Persze, nem én vagyok az első, aki ezzel próbálkozik. A neten több helyen (pl. a <http://www.youtube.com/watch?v=vmtokjMSKnl> szájton) látható egy rö-

vid videó, amelyben *Jeri Ellsworth* bemutatja, hogyan készített házilag tústranzisztort. Sajnos, ez a videoklip túlságosan rövid és szűkszavú.

2. Tústranzisztorok általában; a kísérleti példányok

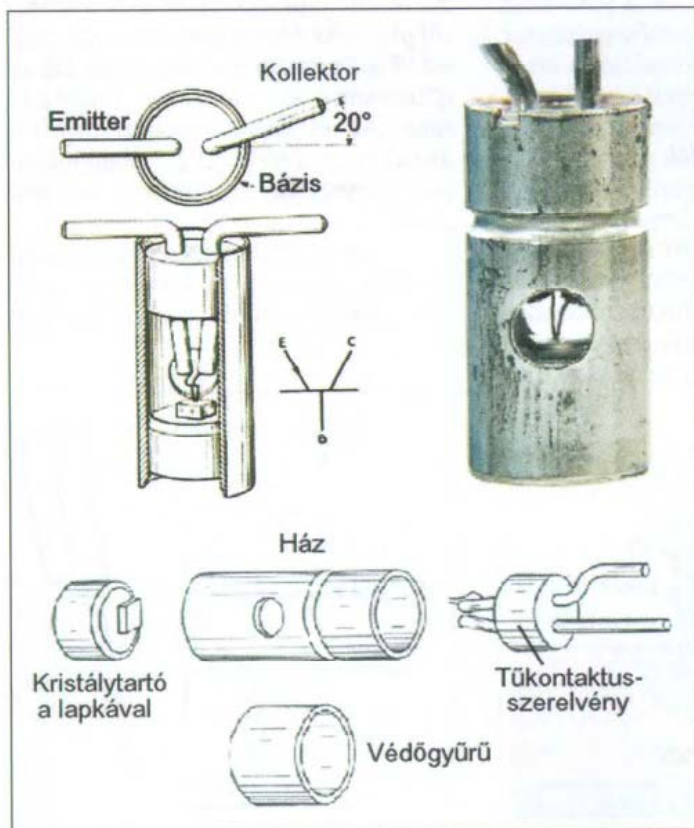
A következőkben a tústranzisztorok működésének meglehetősen összetett elméletével nem kívánok foglalkozni; megteszik ezt a javasolt művek. E helyett a hajdani gyári konstrukciók rövid bemutatása után bevezetem olvasóimat a házi tranzisztorkészítés rejtelmeibe.

Az első sorozatban gyártott tústranzisztorok Ge pnp struktúrájúak voltak. Alapjukat – *bázisukat* – egy vékony, tartóra felforrasztott, n dotálású germánium egykristály-lapka képezte. A báziskivezetés a tartóhoz csatlakozott. A lapka többé-kevésbé megmunkált szabad síkjához két rugózott, hegyes végű huzalt szorítottak úgy, hogy a pontkontaktusok egymáshoz nagyon közel (néhány század – tized milliméterre) helyezkedjenek el. Az egyik tűt az emitterkivezetéshez, a másikat a kollektorkivezetéshez hegesztették. Adataim szerint az első, kereskedelmi forgalomba került tranzisztor a CK703 típusjelzést kapta (Raytheon, 1948; 3. ábra). A CK703-nak csak két, foglalat-

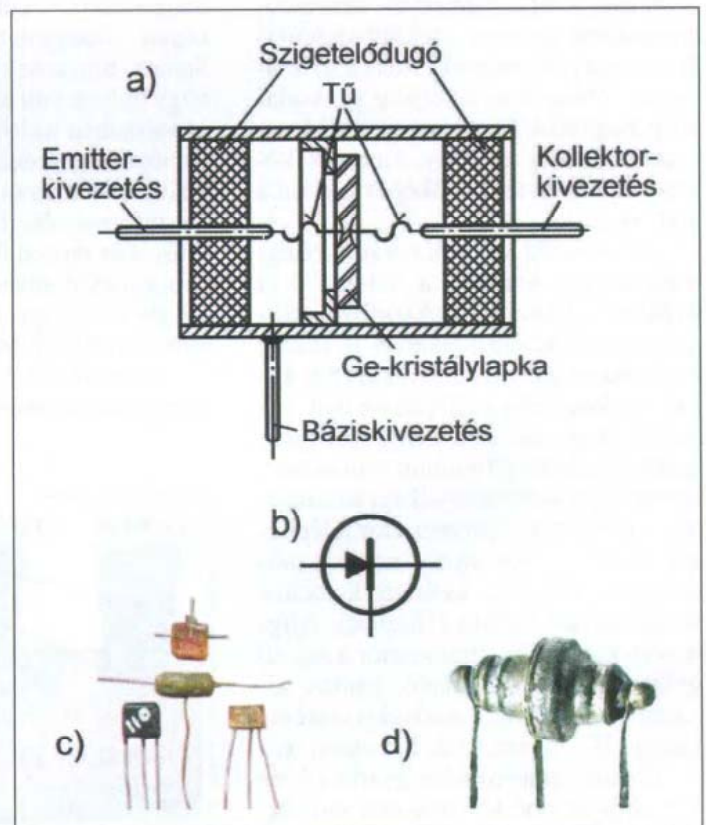
ba dugaszolható kivezetése volt, a báziskivezetést maga a kb. $\varnothing 5 \times 10$ mm-es fémház képezte.

A CK703-éhoz hasonló felépítésű, jellegzetes tranzisztorszerkezetet láthatunk a 4. ábrán (Western Electric). A fotó a beállítástani állapotot mutatja; a megfelelően minősített példányokat ez után viasszal kiöntötték, majd az oldalsó nyílásokat a külső gyűrűvel eltakarták. A mi tranzisztorunk elektródáinak elrendezése is ehhez az ősi konstrukcióhoz hasonlít, bár a felépítése természetesen nem sorozatgyártmány-jellegű, hanem egyedi, kísérleti példányt tükröz. A tranzisztor akkori elterjedt kapcsolási rajzbeli szimbóluma (az ábra közepe táján) jelképezte az eszköz elektróda-elrendezését.

Először azt gondolták, hogy a tranzisztorhatás kialakulásában kizárólag a félvezetőlapka felületének a tűk környezetébe eső része játszik szerepet, mindaddig, amíg a gyártók csak a bemutatott felépítést követték. A koaxiális tústranzisztorok megszületésével – mely konstrukciót az egyszerűbb beállíthatóság igénye hozta létre – ez az elképzelés megdőlt. Ezeknél ui. a középben vegyi úton erősen elvékonyított germániumlapka két oldalához, a lapka legvékonyabb részén értek hozzá tűk, amelyek így egymással szemben, a



4. ábra



5. ábra

Készítsünk tranzisztort, házilag!

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Ne gondolja a kedves olvasó, hogy kitűnő minőségű, a gyakorlatban is jól használható tranzisztor házi gyártását fogjuk a következőkben bemutatni! Ez egyrészt kilátástalan, másrészt értelmetlen vállalkozás lenne, hiszen manapság bárki - sokszor szinte fillérekért - hozzájuthat a rendkívül bonyolult és kényes elektronikai technológia mai teljesítőképességét reprezentáló, csodálatos paraméterekkel rendelkező típusok szinte bármelyikéhez.

1. Bevezető, őstranzisztorok

Kiadványainkban utoljára az [1]-ben emlékeztünk meg a tranzisztor hivatalosan elismert feltalálójáról (*Bardeen, Brattain és Shockley*; 1947 decemberének közepe táján keltett rezgéseket az első kísérleti tranzisztorok, majd 1956-ban felfedezésükért Nobel-díjban részesültek) és röviden bemutattuk a kísérleti példányt. Az aktív rész kinagyított képe az **1. ábrán** szerepel. A kísérletekben inkább volt szerepe egy ritkán említett kutatónak, *Gibney*-nak, mint Shockleynak. Maga a nem túl szerencsés „transistor” (transfer-resistor) megnevezés *Pierce*-től származik.

Nem csak azért beszéltem „hivatalosan elismert feltalálóról”, mert Shockley igazából a *térvezérlésű tranzisztor* elvi alapjait fektette le, a bipoláris tranzisztor létrehozásában nem igazán vett részt, hanem például azért, mert egyik lapelődünk, a *Rádió és Fótóamatőr* leköszölte egy bizonyos *Kemény Károly* cikkét, amelyben többek között a tüstranzisztorhoz kísértetiesen



1. ábra

hasonló, kéttűs kristálydetektoron alapuló készülékek kapcsolási rajzát is bemutatja [2]. A cikk utolsó előtti bekezdésében a következőt írja: „Legközelebb a feszültséggel kombinált és más mechanikai elgondolásaimat fogom közölni, addig is jó és kitartó munkát kívánok.” A három oldalas írás hét ábrájából az első kettőt ide idézem (**2. ábra**).

Miről is lehetett volna szó? Valószínűleg külső tápfeszültségről üzemelő kapcsolásról, amely háromkivezetéses, szilárdtest-eszközön alapszik! És mindez 1930-ban! Persze, elhamarkodott kijelentés lenne ennek alapján azt állítani, hogy a tranzisztort *Kemény Károly* találta volna fel, hiszen sajnós, a beígért, e tényt talán egyértelműen bizonyítani képes cikke sohasem jelent meg, és a megoldást nem is szabadalmaztatta. A szerző további sorsáról nem sikerült semmit megtudnom. A *Kemény-féle* cikkekre néhány magyar nyelvű honlap is felhívja a figyelmet. Mivel ezeket nagyon könnyű megtalálni, itt nem hivatkozom egyikre sem. Persze, külföldön is előkerültek hasonló, korai kísérletekről szóló dokumentumok. Egyikről – az akkor 13 éves (!) *Robert Adams* 1933-ban készített kéttűs eszközéről – pl. a <http://electronic-geek.com/the-lost-transistor/...> honlap számol be, *The lost transistor?* (Az elveszett tranzisztor?) címmel. Egy biztos: ha például ők el is értek bizonyos eredményeket, azokat kizárólag empirikus, kísérleti úton érték el anélkül, hogy az általuk létrehozott eszközök működésének lényegéről bármi fogalmuk lehetett volna.

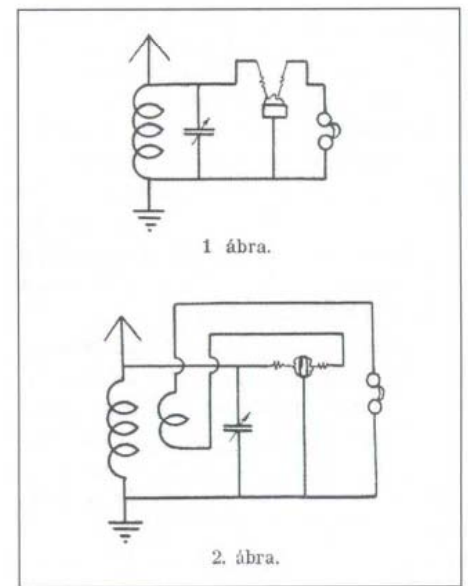
A neten való kutakodás során valószínűleg más korai próbálkozásokról beszámoló írásokra, dokumentációkra is lelnénk még, de térjünk a tárgyra! Arra gondoltam, hogy ha pl. *Brattainék* 1948-ban meg tudták csinálni, akkor a 3. évezredben előttem, ill. olvasóink előtt sem látszik lehetetlennek egy-két működőképes tüstranzisztor összehozása, hiszen egyáltalán nem valami ördögien bonyolult eszközről van szó! Ebben megerősített több, neten olvasható beszámoló, házi készítésű tranzisztorról. Közvetlen gyakorlati haszna ugyan nincs az ilyen gyengécske, sérü-

lékeny eszköznek, de elkészítése és felélesztése során átélhetjük azt az élményt, amit az egykori alkotók átéltek, amikor az első félvezető-trióda aktív eszközként rezgést keltett! A „home-made” tüstranzisztor a fizikaszertár megbecsült kuriózuma is lehet (csakúgy, mint például a [3]-ban, a [4]-ben és az [5]-ben bemutatott galenitdetektoros vevő).

A kísérletek végül nekem is sikerültek, bár sok olyan forrás is fellelhető, amelyben ezt képtelenségnek tartják. Például a <http://it7.elte.hu/html/bevelek/fd1/fd1.htm> név nélküli, netes tananyagban ezt olvashatjuk:

„Nagyon fontos azt átlátni, hogy a félvezetőtechnika egészen egyedülálló abban, hogy még elemi jelenség szinten sem művelhető jól-rosszul felszerelt iskolai szertárakban, vagy odahaza a konyhaasztalon. (Kuktafazékban nem lehet egykristály növesztetni!) Ezért nem szerepelnek ilyen jellegű kísérletek a népszerű fizika könyvekben, ezért nem található semmi ilyen jellegű leírás vagy kísérlet *Öveges kitűnő* könyveiben sem. Hétköznapi körülmények között – bármekkora technikai zsenialitás mellett – sem lehet egy jó, vagy akár csak működőképes tranzisztort előállítani.”

Igaz, hasonlókat írtak hajdan, népszerű ismeretterjesztő könyvekben az



1. ábra.

2. ábra.

2. ábra



9. ábra

végződést alakítottak ki. A tűhegyeknek a lapkához történő megfelelő és stabil hozzászorítását a huzalok rugózó szakaszának („cat whisker”; „macskabajusz”) alkalmas kialakításával érték el. A hajlítások vonalvezetése külön tudomány volt; a legstabilabbnak a Pfann-féle „C” kialakítás bizonyult (8. ábra). Ennél ui. a szorítóerő hatására nem lép fel jelentős oldalirányú elmozdulás. A eszköz megfelelő tokozási módjai is hosszas kísérletek útján alakultak ki.

A mi egyszerű, tokozatlan tranzisztorunkhoz csak a rendelkezésünkre álló, ill. könnyen hozzáférhető alkatrészeket, elemeket használhatjuk fel. Megfelelő, tartóra forrasztott, huzalkivezetéssel ellátott germániumcsiphez legkönnyebben üvegtokozású wolfrámtűs jeldiódák összetörésével juthatunk. Alkalmas például a HAM-bazár kínálatában szereplő OA1154, Д9Б, ill. Д106 típus. (Az ifjabbak kedvéért fordítom: D9B, ill. D106.) A diódában az „S” alakúra hajlított rugózó szakasszal rendelkező, kivezető-huzalra hegesz-

tett, kihegyezett tűt is megtaláljuk: ebből lesz az emitterkontaktus.

A kollektortű optimális anyaga foszforbronz. (Foszforbronzból az emittertűt is kialakíthatnánk; akinek van türelme hozzá, kísérletezzen vele. A szerzőnek sikerült működőképes példányokat összehoznia mind foszforbronz, mint berilliumbronz emittertűvel.) Foszforbronzból készültek a régebbi órák, mérőművek (pl. a közismert Deprez-műszerek) spirálrugói. A mintapéldányok kollektortűjének anyaga egy kis mérőműszerből kitermelt 0,045×0,25 mm keresztmetszetű rugóból került ki. A rugót kisereltem, egy szakaszát kiegyengettem, majd egy ózozott kovar huzal (régi dióda kivezetése) egyik végére, néhány milliméter átfedéssel felforrasztottam. Ez után a végét éles schnitzerrel kb. 45°-ban ferdén levágtam, gyémántbevonatú türeszelővel lesimítottam és lesorjaztam, majd a rövid tűt csipesszel „lira alakúra” hajlítottam, nem ragaszkodva a Pfann-féle kialakításhoz. A 9. ábrán bemutatjuk a kísérletekhez használt tranzisztoralkatrészeket. Balra lenn a germániumdiódából származó, tartólábra forrasztott kristálylapka, mellette az eredeti wolfrámtű-szerelvény (ebből lesz az emitter), a harmadik huzal végéhez a vékony foszforbronz szalag van felforrasztva (az eredeti rugó fölül), ez után egy basszus-gitárhúrról leteker-cselt bronzhuzalból kialakított kollektortű látható. A jobb oldalon egy aranytűs dióda komplett szerelvénye helyezkedik el, az üvegburájától megfosztva, kissé természetellenesen elrendezve. Erről később lesz szó.

Megjegyzem, hogy a modernebb mérőművek visszatérítő rugóit inkább berilliumbronzból készítik. Sajnos, nem ismerek olyan otthoni módszert

(hiszen pl. egy tömegspektrométer nem jellegzetes műszere a házi laboratóriumnak), amivel meg tudnánk határozni, hogy a birtokunkban levő rugó anyaga foszforral vagy berilliummal van-e ötvözve. Próba, szerencse...

Valószínűleg alkalmas anyag a régebbi elektromos csatlakozókból kitermelt bronz, de talán a legegyszerűbben beszerezhető a már említett basszushúr „tekercsanyaga”.

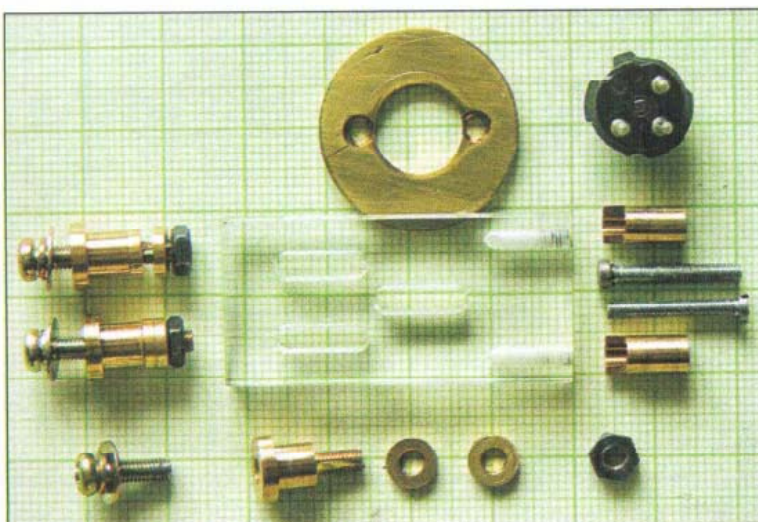
2.1. A kísérleti tranzisztorszerelvény felépítése

Tranzisztorunkban biztosítani kell a három elektróda (a kristály és a két tű) egymáshoz viszonyított helyzetének beállíthatóságát, majd stabil rögzítését. Ezen kívül lehetővé kell tenni az elektródák hozzáféréseinek egyszerű csatlakoztathatóságát. Ezeket a célokat számos módon el lehet érni. Az esztétikus megjelenésre is pályázó, a cikkben ismertetett összes elektróda kombinációt befogadni képes mintapéldány alapja egy plexi szerelőlap, amelyet egy hárompólusú Tuchel dugasz magjára szereltem. Legjobb, ha a konstrukciót fotókon mutatom be (10. ábra).

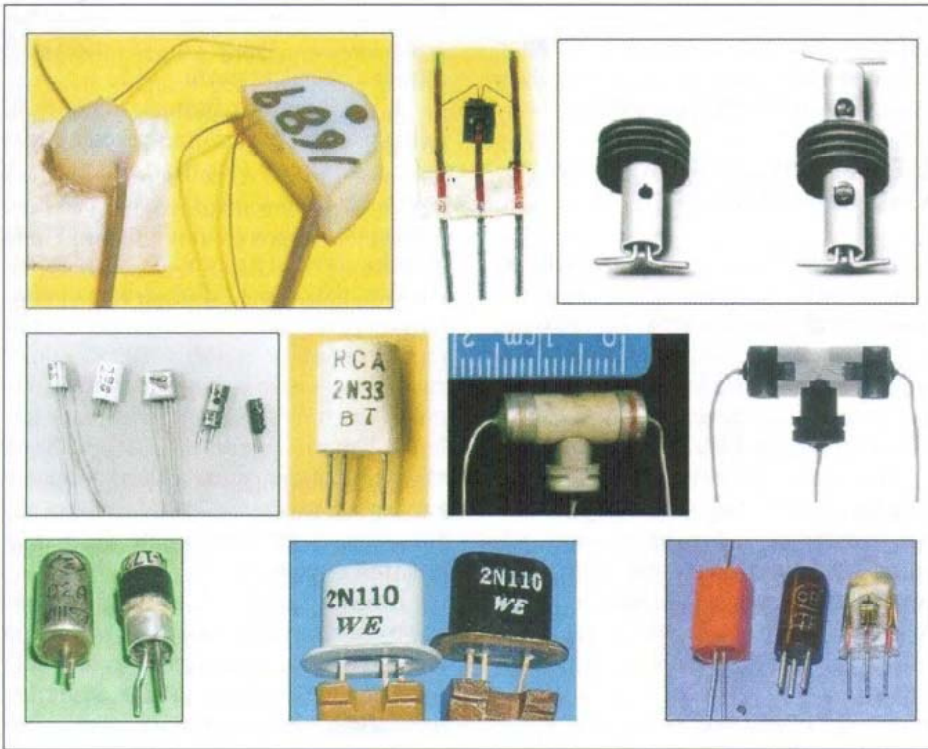
A 20×42 mm-es, 5 mm vastagságú plexilemezből készült vázon kiképzett löversenypálya alakú nyílásokban, M3-as csavarokkal 3 db sárgarézből esztergált tartót rögzítettem. A tartóknak M3 menetes nyúlványa van, amelyek hosszában át vannak fűrészelve. (Jó mély hornyú hernyócsavarhoz hasonlíthatnak.) A kristály, ill. a tűk eredeti kivezetőhuzaljai ezekbe a hasítékokba fektethetők be, és 2-2 alátét között, anyával szoríthatók meg. A tartók elfordíthatók és a nyílásokban elmozdíthatók, így a tűk beállítása aránylag egyszerű, bár komoly türelmet kíván meg!

A plexivázat 2 db hosszú, M2-es csavarral, távtartó csövecskéken keresztül erősítettem hozzá ahhoz a sárgaréz gyűrűhöz, amelybe előzőleg a tuchelmagot, ha úgy vesszük, akkor a csőfej analógiájára „tranzisztorfejet” ragasztottam. Az összeszerelt tranzisztorvázat (még a kristály és a tűk, azaz tranzisztor nélkül, két nézetben) a 11. ábra mutatja.

A kristályt az alsó tartóban, a tűket a két felsőben rögzítettem, miután acetona mártva megtisztítottam. A kivezetésüket vékony, szigetelt huzalokkal kötöttem össze a tranzisztorfej forr-fülevel úgy, hogy a bronztű az 1., a kristály a 2., a wolfrámtű a 3. csatlakozóponttal legyen kapcsolatban. A kris-



10. ábra



6. ábra

szerkezet hossz tengelyében helyezkedtek el (innen a „koaxiális” elnevezés; **5.a ábra**). Ez a konstrukció ugyan nagyon rövid ideig volt gyártásban, de inspirációt adott az ötvözött rétegranzisztorok kifejlesztéséhez.

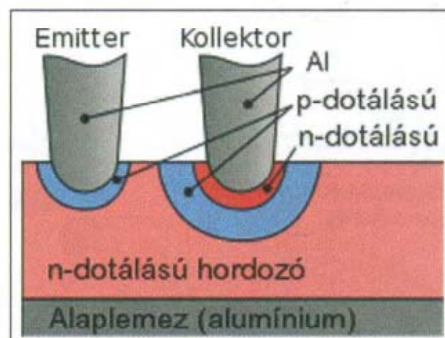
A tüztranzisztorokkal nagyon sok probléma volt (körülményes, nem automatizálható gyártás, csekély stabilitás és gyenge paraméterek) ezért a gyártásuk az '50-es évek közepéig gyakorlatilag megszűnt. Persze, gyűjtőknel fennmaradt néhány példány, amelyek között akad máig működőképes is (lásd a cikk végén)!

Az ötvözött vagy növesztett rétegranzisztorok korában, a '60-as, '70-es években a tranzisztor akkoriban szabványos, a Rádiótechnikában is sokáig használatos jelképi ábrázolása (**5.b ábra**) is a koaxiális felépítésre utal. Érdekes, hogy ma, a ravaszabbnál ravaszabb, modern, kifinomult tranziszorteknológia korában a jelképi ábrázolás ismét a legősibb tüztranzisztor felépítését idézi! Az **5.c ábrán** néhány műanyagból kiöntött, kísérleti koaxiális tüztranzisztor látható (Hughes). Alighanem koaxiális tüztranzisztor a szerző gyűjteményében található, hajdan sorozatban gyártott, szalagkivezetéses szovjet П1Б (azaz P1B; **5.d ábra**) is.

Eleinte szinte minden gyártó a 3. és a 4. ábra szerinti konstrukciót követte, de kisvártatva a tokkonstrukciók igen csak változatos képet mutattak. Termé-

szetesen szó sem volt tokszabványokról. Minden gyártó úgy tokozta a gyártmányait, ahogy eszébe jutott. Néhányat a **6. ábra** mutat be. A miniatürizálás a tüztranzisztor sem kerülhette el: az ábra bal felső eleme egy miniatűr műanyagtok. Érdekesek a „teljesítménytranzisztorok”, különösen a jobb felső képen bemutatott kettőstranzisztor. Sajnos, nincsenek információim arról, hogy milyen volt ezek belső szerkezete, és valójában mekkora lehetett a disszipációjuk. Az érdeklődők a neten bőven találhatnak tüztranzisztorokra vonatkozó információt. Látványos, rengeteg fotóval és rajzzal illusztrált honlap például a <http://transistorhistory50webs.com/xstr.html> vagy a http://semiconductormuseum.com/Museum_Index.htm

Az előző fotók egy része ezekről a szájtokról származik.



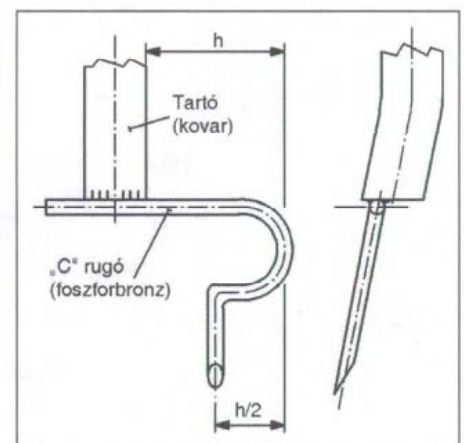
7. ábra

A tüztranzisztorokkal foglalkozó honlapok tanulmányozása közben alig akadtam olyanra, ami *üvegtokozású* eszközt mutat be. Pedig ez a választás logikusnak látszik: az üvegbura technológiája már több évtizedes múltra tekintett vissza (elektroncsövek, kisjelű germániumdiódák), olcsón gyártható bármilyen kis méretben, és gyakorlatilag hermetikus elzárást biztosít, nagy mechanikai szilárdság mellett. Bezzeg az ötvözött rétegranzisztoroknál eleinte elterjedt volt az üvegtok: gondoljunk pl. a Tungstam első kisjelű OCxxx sorozatára! A **6. ábrán** alul jobb oldalt azért szerepel egy üvegtokos példány.

Ma már nem hogy tüztranzisztor, de növesztett ill. az előbbieknél jóval nagyobb karriert befutott ötvözött rétegranzisztor sem gyártnak. A mostanság kapható bipoláris tranzisztorok kis hányada Si mesa, Si planár, zömmel azonban Si planár epitaxiális struktúrájú. Speciális alkalmazásokra ismét gyártnak germánium teljesítménytranzisztorokat is. De térjünk vissza a tüztranzisztorhoz!

Az egykori gyártástechnológiának is megvoltak a maga trükkjei, fogásai, amikkel a tranzisztorok paramétereit javítani lehetett. Így a tűk anyaga 0,1 mm körüli átmérőjű foszforbronz-huzal volt, bár sokszor az emittertűt berilliumbronzból képezték ki, ill. gyártottak alumíniumtűs típusokat is. Utóbbiról pl. a http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Point-contact_transistor_DE.svg?uselang=de honlapról értesülhetünk. Az itt közölt metszetrajzon (**7. ábra**) is jól látszik, hogy tulajdonképpen négyrétegű struktúrával van dolgunk!

A bronzhuzalokon nem koncentrikus kúp alakú hegyet, hanem az injekciós tűkéhez hasonló, ferdén lecsapott



8. ábra

az impulzusokat rendszerint egy, a kollektorkörben levő kondenzátor kisütésével állítják elő. Az impulzusokat addig erősítik, amíg a kívánt karakterisztikához nem jutnak, amelyet minden impulzus után egy oszcilloszkóp ernyőjén vizsgálnak. A folyamat közben az emitter kontaktuson rendszerint nyitóirányban áramot bocsátanak át. Hogy formálás közben mi történik, arra nézve csak feltevésekkel rendelkezhetünk, de a kész tranzisztor erősen megjavított átviteli karakterisztikája kísérleti tény." (Az idézet szerinti procedúrában a vonatkoztatási pont a bázis.) Nem teljesen indokolatlan tehát a fekete mágia megnevezés, amivel a korabeli szakirodalom néha illette a formálást... A tústranzisztorok gyártásához, formálásához további adalékokkal szolgálhat a [7] egyetemi jegyzet, amely az idézettől némileg eltérő formálási módszert mutat be. Itt ugyanis fix feszültségről töltik fel a változtatható kapacitású (valószínűleg átkapcsolható kondenzátorokból álló) kondenzátoregységet. Számomra a feszültségváltoztatás egyszerűbbnek tűnt, ezért maradtam a [6]-ban leírt eljárásnál.

Mindkét műben olvashatók a jelenleggel kapcsolatos feltevések. Nagyon valószínű, hogy a formálás hatására az ötvözött huzalból foszfor, mint donor (!) épül be az impulzus energiája következtében megolvadt germániumba, létrehozva a kollektortű érintkezési pontjában és annak szűk környezetében egy érdekes struktúrát. Végző soron a 7. ábra kapcsán már említett négyrétegű (n-p-n-p) rétegszerkezet alakul ki, eredményeképpen csökken a kollektor záróirányú ellenállása és jelentősen megnövekszik a közös bázisú áramerősítési tényező (α). Oly annyira, hogy a tústranzisztorok α -ja elérhette a 3-at is, míg a későbbi, valóban háromrétegű struktúrán alapuló tranzisztoroké (beleértve a legmodernebb típusokét is) kisebb-nagyobb mértékben közelíti meg az 1-et.

Mivel a tústranzisztorok gyártása régen megszűnt és ezzel a formálás problémája feledésbe merült, gyanítom, hogy az eljárás hatásmechanizmusára máig nem született korrekt magyarázat. (Shockley már lefektette a még nem létező FET jól megalapozott elméletét, amikor a már létező tranzisztor működéséről szinte semmit sem tudtak.) Ezért aztán mi sem tehetünk mást, mint a bevált módszerrel formáljuk tranzisztorunkat. Egy Angliában, Kanadában és az USA-ban is kiadott há-

romkötetes mű első kötetében többek között a formálást is részletezik a szerzők ([8]). A könyv 20-7. ábráján vázolt formálóáramkör alapján terveztem meg azt az egyszerű készüléket, amely tartalmazza az idézetben említett emitterkörü előfeszítő áramkört is. A készülék kapcsolási rajza az 13.a ábra szerinti.

A legfeljebb néhány száz voltos, néhányszor tíz mikroszekundumos záróirányú formálóimpulzust a a C3 kondenzátorban tárolt töltésből állítjuk elő. A töltőáramot az R1 korlátozza. Ez az ellenállás kifejezetten kis terhelhetőségű, hogy alkatrész-meghibásodásból eredő zárlat esetén a hálózati biztosító szerepét is ellássa. A „repülőkondenzátoros” megoldással megspórolható az érintésvédelmi szempontból egyébként elkerülhetetlen leválasztó transzformátor.

A C3 a C2, D2, D3 elemekkel együtt egyszerű feszültségkétszerező egyenirányító része. Ezt a 230 V-os hálózatra kapcsolva, a C3 kétszeres csúcsfeszültségre, tehát elvileg 650 V-ra töltődik fel. Mivel nekünk változtatható amplitúdójú impulzusokat kell előállítanunk, a kétszerezőt nem közvetlenül a hálózatra, hanem az R3, P feszültségosztó kimenetére kötjük. Ezzel a rendkívül egyszerű megoldással 100...650 V között tetszőlegesen megválasztható feszültségre tölthetnénk fel a C3-t. A 220 nF-os kondenzátorban tárolt energia legnagyobb értéke:

$$W_{\max} = (U_{\max}^2 \cdot C) / 2 = (650^2 \cdot 2,2 \cdot 10^{-7}) / 2 \approx 46 \text{ mJ.}$$

Ez nagyságrendekkel kisebb például a villanypásztorok impulzusenergiájánál, így veszélytelennek tekinthető.

A feltöltődés az N kétáramkörös, váltóérintkezős nyomógomb nyugalmi állapotában történik meg. A gombot megnyomva a C3 mindkét kivezetése leválasztódik a hálózati részről és a két áramkorlátozó ellenálláson (R5a, b) keresztül záróirányban kapcsolódik a tranzisztor BC átmenetére, létrehozva a formálóimpulzust.

Ebben az áramköri részletben ki kell küszöbölni egy problémát. Mivel a C3 jó minőségű, igen kis szivárgóáramú típus, és a szerelési átvezetések is csekélyek, a töltése sokáig megmarad. Akkor sem csökkenne rövid időn belül, amikor a potmétert egy előzőleg beállított nagyobb feszültségről egy kisebbre csavarjuk, mert a diódák ezt megakadályozzák. Ha esetleg további

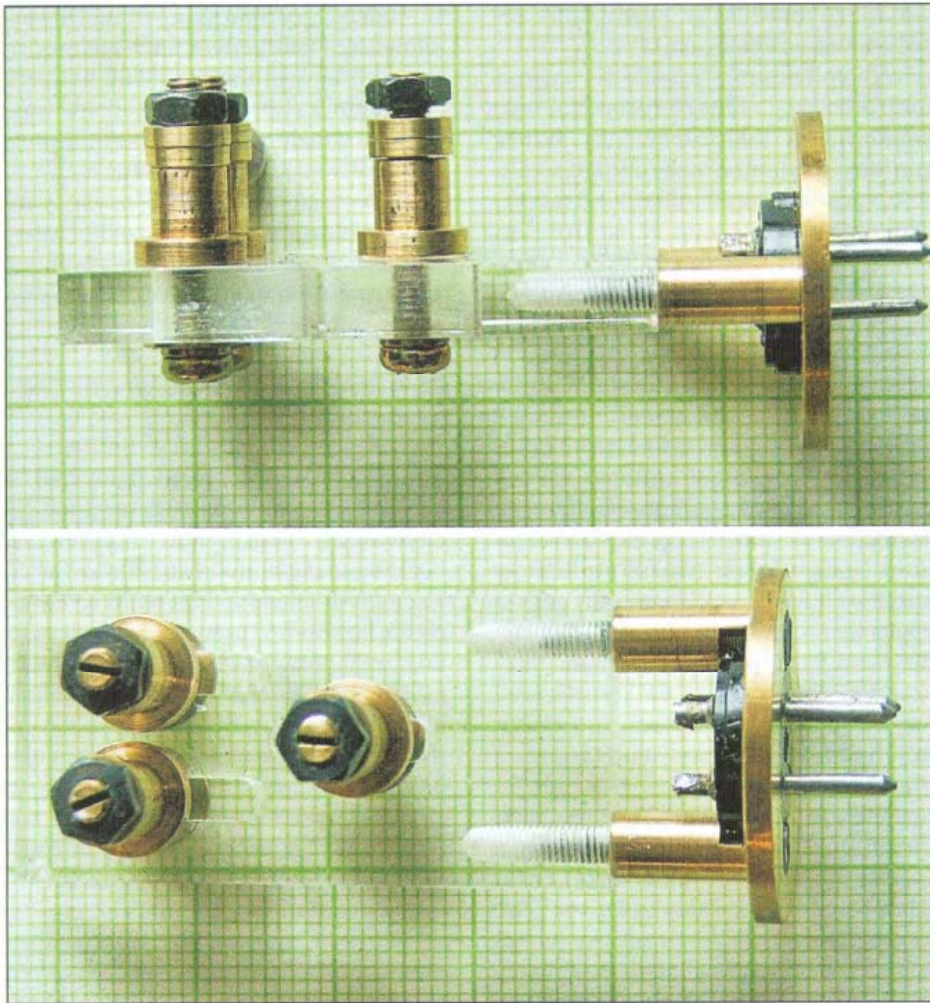
tústranzisztor(oka)t kívánunk formálni, fennáll a veszélye, hogy nem a legalacsonyabb feszültséggel kezdjük el a procedúrát, ami sikertelenséghez vezethet. A nyugalmi helyzetben a kondenzátorral párhuzamosan kapcsolt R4a, b ellenállás néhány másodperc alatt levezeti a visszazabályozáskor feleslegessé váló töltéstöbbletet. Az R4 a végfeszültségnél az előzőkben említettél alacsonyabbra, rendkívül nagy bemenőellenállású műszerrel mérve kb. 620 V-ra csökkenti.

A hálózati feszültség meglétét a D1 jelzi, amit a szokásos módon, az R2, C1, Gr hálózaton keresztül táplálunk. Gr bármilyen kisfeszültségű, kisáramú egyenirányítóhid, vagy akár 4 db 1N4148 v. hasonló dióda lehet.

Az emitterkör nyitóirányú előfeszítése a Tr, D4, R6, mint segédáramforrás segítségével történik. Az emitteráramot az R6 10 mA környékére állítja be, a [7] javaslata alapján. A D5 LED az előfeszítő áramot indikálja. Előfordulhat, hogy a procedura során a tranzisztor „totálzárlatos” válik. A D6 ilyenkor az előfeszítő áramkört védi a formálóimpulzustól. Megjegyzem, hogy az előfeszítő áramot akár egy 9 V-os rádiótelep is szolgáltathatja. Ennél a megoldásnál a Tr, a D4 és a C4 természetesen elmarad, az R6 pedig 680 vagy 750 ohmos lehet.

A formálókészüléket a kereskedelemben kapható 52×120×150 mm belméretű műanyag műszerdobozba építtem be, nagyon gondosan betartva az érintésvédelmi előírásokat. Az áramkört jórészt egy kis nyákra szereltem, amit a doboz hátlapjához erősítettem, menetes műanyag távtartók közbeiktatásával. Nyákrajtot nem adok, mert a mintázat erősen függ a rendelkezésre álló alkatrészek méretétől. A lényeg, hogy a meglehetősen nagy feszültségek miatt az egyes források között minél nagyobb távolságot hagyjunk, az előfeszítő áramkör szekunder oldalát pedig teljesen szeparáljuk el a nagyfeszültségű szekciótól! A Tr bármilyen kisteljesítményű (0,5–1,5 VA-es), osztott kamrás csévetestű nyáktrafó lehet. Az R6 értéke a trafó szekunder feszültségétől függ. Úgy kell megválasztani, hogy az E-B kapcsolatokra csatlakoztatott milliampermérő 8...10 mA-t mutasson. A kísérletek során kiderült, hogy a formálás közbeni emitteráramra leginkább a bronz emittortűnek van szüksége.

A két LED a fedőlap felé néz, de a kétszeres szigetelés követelménye mi-



11. ábra

tály és a tűk befogása után a tűk tartóit úgy állítsuk be, hogy mindkét hegy enyhe nyomással, egymástól néhány század milliméterre érintkezzen a lapkával, de egyik sem az eredeti érintkezési pontban! A tartóhuzalok és a tűk

„lírának” kiképzésével, hajlítgatásával próbáljuk elérni, hogy a vékony huzalok utolsó, hegyes végű szakasza nagyjából merőleges legyen a lapka felületére, különben könnyen lecsúsznak arról! Először az emittertűt (tehát az ere-

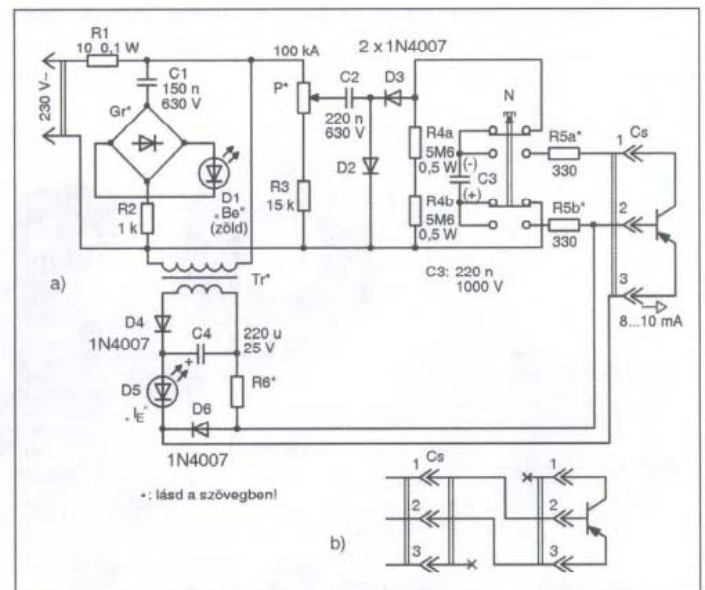
deti wolfrámtűt) érintjük a lapkához. Ez után a kollektortűt nyomjuk hozzá az emitterhez minél közelebb, de nagyon óvatosan, nehogy elmozdítsuk azt! A tűk pozicionálásához nem elég az éles szem (már akinek még van...); erős nagyítót vagy sztereomikroszkópot kell segítségül hívunk. A pontkontaktusok helyes távolságát úgy a legegyszerűbb megítélni, ha összehasonlítási alapként a látótérben egy hajszálát is elhelyezünk, ui. ennek kb. 0,05 mm az átmérője. (Anno típustól függően 50...300 μm között volt az előírtas ponttávolság.) A 12. ábrán a prototípus látható a sztereomikroszkóp alatt, beállításra előkészítve. A mikroszkóppal, 100 \times -os nagyításnál megfigyelhető volt, hogy a kristály felülete nem olyan szépen felcsiszolt, felpolírozott sík, mint a planártranszistoroké vagy az IC-csipeké, hanem meglehetősen egyenetlen, nyers.

3. A fekete mágia és rekvizitumai

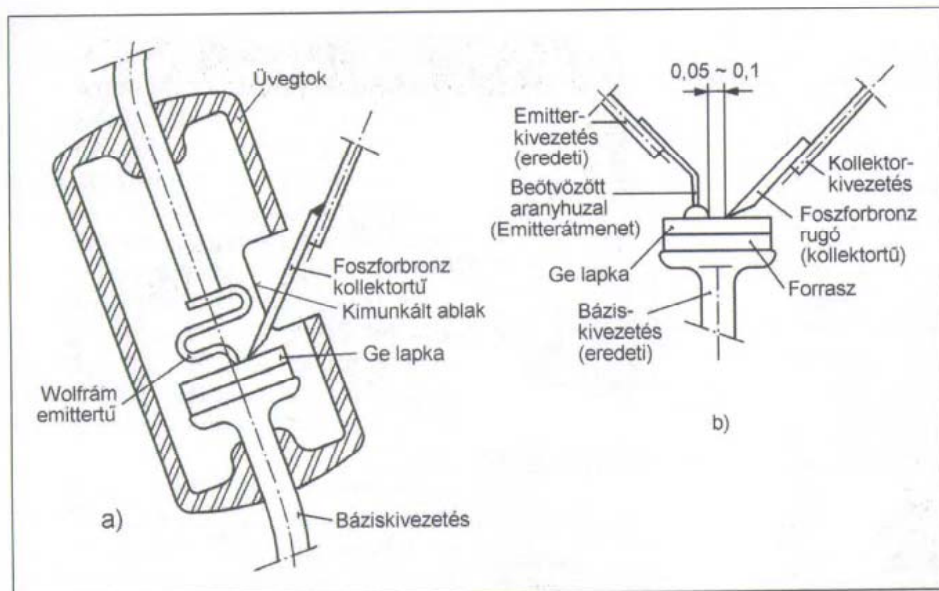
Elkészült tehát a mű, amely azonban még nem tranzisztor! Tulajdonképpen az sem tisztázódott, hogy a két, gyakorlatilag egyformán szerelt, bár általában eltérő anyagú tű (pontkontaktus) közül hogyan válik az egyik emitterré, a másik kollektorrá? A tranzisztorhatás eléréséhez a félvezető átmeneteket formálni kell; ekkor dől el az előbbi kérdés is. Erről például a [6] a következőt írja: „...a jó karakterisztikák eléréséhez még további elektromos kezelés szükséges. Ezt az eljárást nevezik formálásnak. Ez a kollektor kontaktuson záróirányban átbocsátott impulzusokból áll. Ezeket



12. ábra



13. ábra



16. ábra

lás a nyomógomb többszöri megnyomásával történik. Úgy öt gombnyomás után ellenőrizzük az átmenetet egy kézi DMM-mel!

Előzőleg a DMM-mel megmértem egy átlagos, OA1161 típusú diódát. A 200 kohmos ellenállásmérő méréstartományban nyitóirányban 16 kohmot, záróirányban 160 kohmot mutatott a kijelző. A DMM diódavizsgáló állásában 385 mV-os maradékfeszültséget mértem. A méréseket megismételtem egy, általam korábban diódás vevőhöz válogatott, kiváló minőségű, Д9Б típusú diódán, a következő eredményekkel: 18 kohm; ∞ (>200 kohm); 270 mV. Az emittorátmenetünknek valahol a két paraméterrendszer közötti adatokat kell produkálnia. Természetesen az ilyen fajta „ellenállásmérés” nem valamiféle tényleges ellenállás megállapítására szolgál, csupán diódák összehasonlítására.

Korrektebb lett volna úgy fogalmaznom, hogy pl. a záróirányban mért visszaram 5 V zárófeszültség mellett $\leq 10 \mu\text{A}$, csak ennek megmérése körülényesebb.

A sorozatos impulzusformálást addig ismételjük, amíg a kívánt eredményt el nem érjük. A mérést a formálóba dugaszolt modellen is végezhetjük, hiszen a nyomógomb elengedett állapotában az „leszakad” a formáló áramköreiről.

4.2. Gyárilag formált emittorátmenet

Az emittorformálás sikeressége finoman fogalmazva nem 100%-os (nekem csak hosszas kísérletezés után sikerüt

néha), ezért más utat is választhatunk. Egy komplett, nyilván gyárilag formált tús jeldiódából (pl. OA1161-ből) indulunk ki, amelynek az üvegtokját gyémántbevonatú türeszelővel megbontjuk úgy, hogy a tű és a kristály egymáshoz viszonyított fix helyzetét az továbbra is tartani tudja, de a kristálylapka felületéhez oldalról hozzá lehessen férni. Bevallom, az ötletet a már említett *Jeri Ellsworth* videóján látott egyik ceruzavázlatról csentem.

A dióda katódkivezetését a tranzisztorváz bázisbefogójában, az anód-kivezetését az emittorbefogóban rögzítjük úgy, hogy az üvegtokon kimunkált ablakon keresztül a kristályhoz érinthessük a kollektorbefogóban rögzíthető, foszforbronz-huzal végződésű kollektorkivezetést (16.a. ábra). Utóbbi beszerelése előtt a diódatokból labdás levegőbefúvással távolítsuk el az üvegtokot! Nagyon ügyeljünk arra, nehogy hozzáérjünk a wolfrámtűhöz és elmozdítsuk azt!

4.3. A kollektorátmenet formálása

Van tehát egy jónak tekinthető pn átmenetünk és ehhez közel helyezkedik el egy valamiféle foszforbronz-germánium érintkezési pontunk. Most következik ezen összeállítás tranzisztorra formálása. A feszültség alá helyezett formáló készüléken a potenciométert az alsó, 100 V-os állásba tekerjük, majd dugaszoljuk a tranzisztorunkat. A zöld és a piros LED is világít, a B-E átmeneten – a 10 mA körüli nyitóirányú áram hatására – mintegy 0,6...0,9 V mérhető. A nyomógomb egyszerű működtetésé-

vel ráadjuk a tranzisztor-aspiránsra az első formáló impulzust.

4.3. Tesztoszillátor

Most jön a nagy kérdés: hogyan ellenőrizzük, hogy tranzisztorunk működőképes-e? Ha netán már az, a hagyományos műszereinkkel (pl. a DVM „béta-mérőjével”) nem biztos, hogy hitelt érdemlően tudjuk bizonyítani, annyira nagy a visszarama és annyira gyenge minden paramétere! Ahogy a régi mondás tartja: a puding próbája az evés. A konkrét esetre alkalmazva ez például azt jelenti, hogy ha a tranzisztor egy alkalmasan megválasztott oszcillátorban rezgést képes kelteni, akkor a kísérletünk sikeres volt. (Brattainék egy blockingoszcillátorba kapcsolva demonstrálták „őstranzisztoruk” üzemképességét.)

Néhány egyszerű, ohmmérős ellenőrzésre azért van mód. A formálóról lecsatlakoztatott eszközön először a DVM üzemmódkapcsolójának diódavizsgáló állásában ellenőrizzük az átmeneteket, majd mérjük nyitó- ill. záróirányú ellenállásokat! Számos kísérlet után leszűrt tapasztalataim alapján, a működőképes példányok esetében a kettős B-C átmenet mindkét irányban közel azonos értékű, 6...25 kohm körüli ellenállást mutatott.

A javasolt blockingoszcillátor-kapcsolás a 17. ábrán látható. Az áramkör olyan egyszerű, hogy akár csőszegecses szerelőlapra is felépíthető, de aki elegáns demonstrációs eszközt kíván építeni, az a 18. ábra nyákterve szerint, 55×130 mm-es, egyoldalon fóliázott panelbe forrassza be az alkatrészeket, a 19. ábra szerint!

Az oszcillátor középleágazásos tekercestét egy régi zsebrádió fázisfordító transzfóratorának a szekundere képezi (a mintadarabnál történetesen 0,7 H/75 ohm), a pozitív visszacsatolás a H piezohangszóró 40 nF körüli kapacitá-sán keresztül valósul meg. Ez célszerűen minél nagyobb átmérőjű, tokozott típus. A mintapéldányban egy tekintélyes, 48 mm átmérőjű darab van, a nyákra felragasztva. A piezosugárzónak köszönhetően a működőképesség ellenőrzéséhez tulajdonképpen nincs is szükség mérésre, mert e multifunkciós eszköz, miközben pozitív visszacsatolást létesít, fűtyül is. A D dióda a blockingoszcillátor normál működése során keletkező, több tíz voltos impulzusok amplitúdóját korlátozza, megelőzve tranzisztorunk (azon belül is ál-



14. ábra



15. ábra

att egy-egy színes (zöld, ill. piros) jelzőizzó-foglalat házáat ragasztottam be a fedőlaphba fűrt furatokba.

A potenciométert (a HAM-bazárból beszerzett Remix KPM143-A műszerpotmétert) műanyag bakra szerelve csavaroztam a fedőlaphoz, a tengelyét pedig műanyag szárral hosszabbítva vittem ki az előlapra. Érdekes mutató forgatógombot használni, amihez 100–600 V-ig osztott, 50 V felbontású skálát készítettünk.

Nyomógombként egy, a hálózati feszültségű vezérlésekben használatos kétáramkörös átkapcsolót választottam, amit váltókapcsolóként kötöttem be. Ez a régi, robusztus, VNM-2V típusú Kontakta termék a maga vaskos szigeteléseivel, nagy érintkező-távolságával alkalmas a céljainkra, de egyéb modernebb, két-váltóérintkezős gyártmányt is beépíthetünk, ha érintésvédelmi szempontból megfelelő. A C3 és a levegőben sorba kötött R4a, R4b közvetlenül a nyomógombra került, az R5a és az R5b pedig -légszereléssel a gomb szorítócsavarjai és a Cs Tuchel aljzat megfelelő kivezetései közé. E két utóbbi ellenállás kis önindukciójú, feszültség- és impulzustűrő típus legyen! A mintakészülékbe tömör szénellenállásokat építettem be.

A három (esetleg öt) -pólusú Tuchel-hüvelyt, amibe a reménybeli tústranzisztor dugaszolható, a fedőlaph közepére szereltem. Ha csak ötpólusú hüvely áll a rendelkezésünkre, akkor a 4. és az 5. érintkezőjét távolítsuk el!

A készüléket - a következőkben ismertetett emitterformáló adapter közbeiktatásával dugaszolt tranzisztorral - a 14. ábrán, a belsejéről készült fotót a 15. ábrán mutatjuk be.

4. A formálás és a kísérleti oszcillátor

4.1. Az emitterátmenet formálása

A tústranzisztorokkal foglalkozó szakirodalom nem említi, hiszen a bronztűs emittert nem formálták. Mivel első kísérleteimben egy wolfrámtűs germániumdiódából indultam ki, mielőtt a fenti procedurát elvégeztem, először az eredetihez hasonló félvezető átmenetet - a leendő emitterátmenet - kellett helyreállítanom. Ha ui. egy ellenállásmérővel a B-E kivezetésen megmérjük a „nyers” diódát, akkor nagyon gyenge paramétereket tapasztalunk: a nyitó-, ill. záróirányú ellenállás néhányszor tíz kohmos tarományban van, a maradékfeszültség pedig elérheti a 0,9 V-ot!

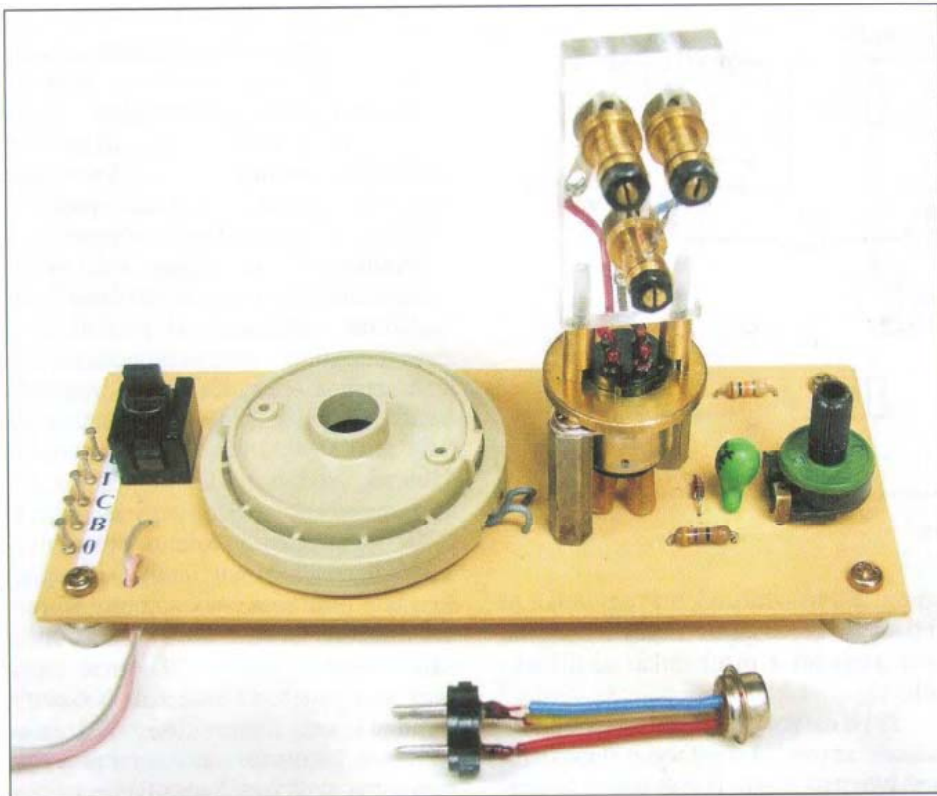
A tüssdiódák formálását a szakirodalom sem nagyon tárgyalja, csupán megemlíti a szükségességét. Hosszas keresgélés után a [9]-ben találtam a következő rövid leírást: „A kristálydióda villamos formálásán azt értjük, hogy azon a gyártási folyamat befejezéseként rövid ideig nagyobb áramot bocsátanak át. A villamos formálást rendszerint 0,1 A-es záróirányú, vagy pedig 1 A-es át-eresztőirányú áramimpulzusokkal végzik. Az impulzusok frekvenciája 50–60

Hz. A formálás időtartama kb. 1 másodperc.”

A procedúra - ami ugyancsak igazi fekete mágia - végbeviteléhez bizony eléggé összetett készülékre lett volna szükség; ilyet nem volt kedvem építeni. Sajnos, a fenti idézetből amúgy sem derül ki, hogy mekkora az áramimpulzusok szélessége, azaz végső soron mekkora azok energiája.

Az emitterátmenet formálásához az előző fejezetben leírt formálóból célszerű kiindulni. Tapasztalataim alapján a nyitóirányú formálás célravezetőbb. Ehhez egy függő tucheldugó és egy függő tuchelhüvely magjából elkészítettem a 13.b ábra szerinti „fordítót”, amit egy rézcsövecskébe ragasztottam (ez volt kéznél). Ezt kell bedugaszolni a formálókészülék aljzatába, és ebbe kell dugaszolni a tranzisztorszerelvényt, ahogy a 14. ábrán is látható volt. Ilyenkor a leendő kollektorkivezetés szabadon marad, a leendő bázis- és emitterkivezetés viszont a formálóáramkörhöz csatlakozik. Természetesen a piros LED most nem világít. A potmétert 600 V-ra állítjuk, mert így adódik a közel 1 A-es csúcsáram. Megjegyzem, hogy akár a készülék dobozára, a kollektorformáló aljzat mellé is beszerelhetjük az emitterformáló hüvelyt, amit két szál huzallal köthetünk össze az eredetivel. Célszerű az eredeti aljzatot „C” betűvel, az utóbbit „E” betűvel feliratozni.

Mivel formázókészülékünk impulzusgenerátort nem tartalmaz, a formá-



20. ábra

tüskéket forrasztottam. Az *M0-M*- csatlakozóponton a telepfeszültség, az *M*- és az *MI* közé kapcsolt milliampermérővel pedig a kapcsolás áramfelvétele ellenőrizhető. (Folyamatos üzem igénye esetén e két mérőpont egy krokodilcsipesszel összezárható.) Az *MB* és/vagy az *MC* pontra oszcilloszkóp mérőfejét csatlakoztatva, a bázison, ill. a kollektoron mutatkozó jelalakot is megfigyelhetjük.

Amennyiben a tranzisztor nem működik, a formálófeszültséget 50 V-tal megemeljük, majd megismételjük a formálást és az üzemi próbát. Az én példányaimnál általában elegendő volt 300 V-ig felmenni. A kísérletek közben labortápról célszerű az oszcillátort táplálni, de jól működő tranzisztor esetén, demonstrációs célból, akár 9 V-os (6F22) telepről is működtethetjük.

Aki rendelkezik tranzisztormérő műszerrel, a tranzisztort illetően pontosabb adatokhoz juthat. Magam egy régi, de felújított és kalibrált Tesla BM-529 típusú Transistor Tester segítségével (21. ábra) végeztem a méréseket, a kísérletek során összeállított számos példányon.

$U_{CE} = 10 \text{ V}$, $I_C = -1 \text{ mA}$ munkapontban a legjobb áramerősítési tényezőt ($h_{21\text{emax}} = 25$) egy berilliumbronz emittertűvel, foszforbronz kollektortűvel szerelt tranzisztorokkal értem el, a legkisebb visszárama ($I_{CE0\text{min}} = -0,07 \text{ mA}$)

egy wolfrámtűs emitterű példánynak volt.

Bármivel mérünk is, a műszer beállításánál kínosan ügyeljünk arra, hogy véletlenül se haladjuk meg a -10 mA-es kollektoráramot, mert az átmenetek könnyen tönkre mennek!

Sikertelen kísérlet, működésképtelen tranzisztor „újjaépítése” esetén a tűhegyeket mindig újra kell csiszolni, és a lapka felületén új érintkezési pon-

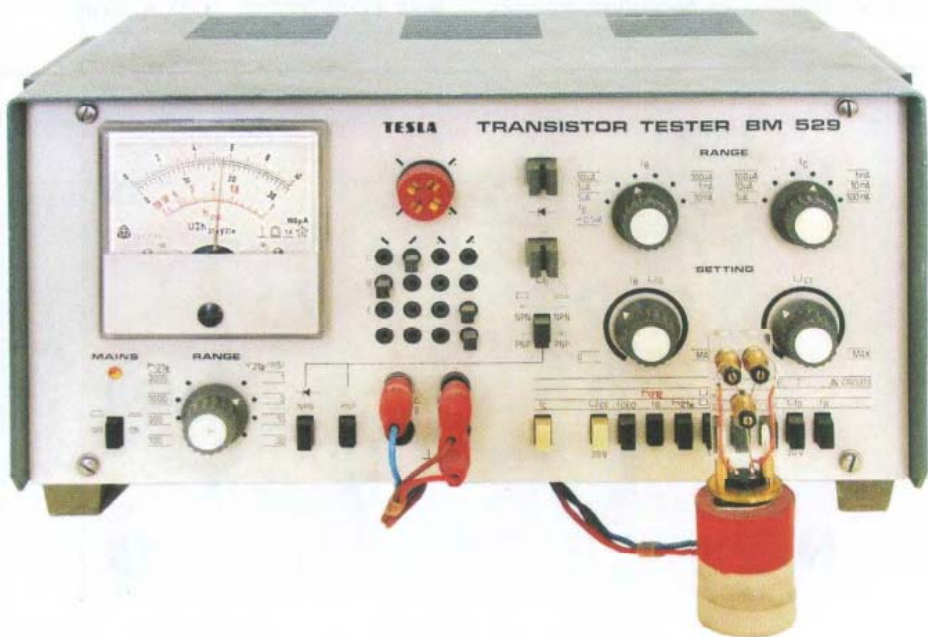
tokra kell azokat állítani! Néha nem árt kristályt cserélni.

5. Egy unortodox tranzisztor- struktúra

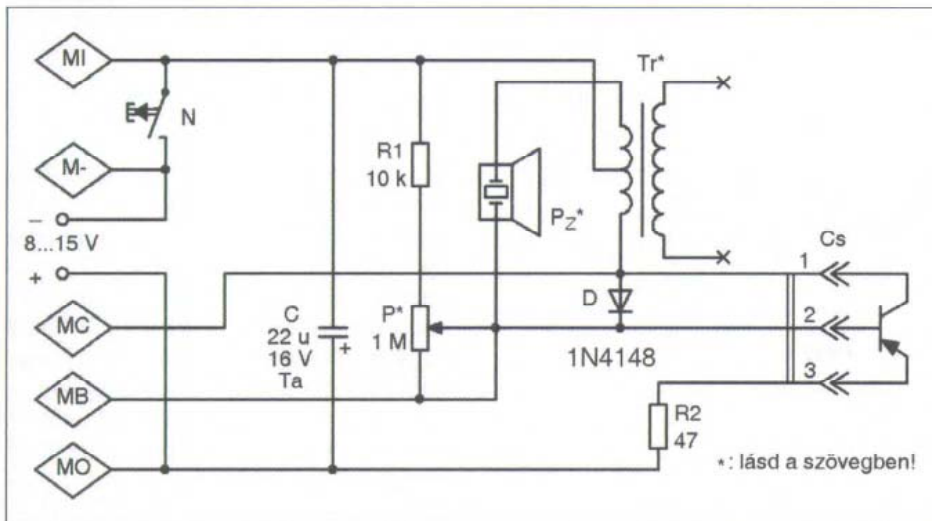
Ugyan a címben foglalt jelző más megvilágításban vált ismertté, de nem kevésbé találó az alábbi konstrukcióra, annál is inkább, mert ez működik is... Egy különleges, hibrid struktúráról van szó: félig ötvözött, félig tűs tranzisztorról!

Ezúttal is egy germániumdiódából indulunk ki, mégpedig egy *aranytűs* típusból (OA1180-ból vagy OA1182-ből). Ha ennek óvatosan, satuban összeszorítva eltörjük az üvegburáját, és még óvatosabban eltávolítjuk az üveg maradványait, akkor egy „összenőtt” szerkezetvázat kapunk: a katódkivezetésre forrasztott kristályba bele van ötvözve egy igen vékony aranyhuzal, aminek a másik végét a katódkivezetéshez hegesztették. Ezt az egészet kell nagy elővigyázatossággal befognunk a tranzisztorváz bázis- és emitterszerelvényébe. Az ötvözött E-B átmenet tehát készen van és formálni sem kell. Talán logikusabbnak látszana ezt az aránylag nagy keresztmetszetű átmenetet B-C átmenetként használni, de mint tudjuk, a tűstranzisztoroknál annak kétátmenetűnek kell lennie.

A bronz kollektortűt az előzőekben tárgyalt módon készítjük el, majd úgy rögzítjük, hogy a szubminiatur pogácsához hasonló ötvözött átmenettől egy hajszálnyira érintse a kristályt (16.b



21. ábra



17. ábra

talában az emitterátmenet) tönkremenetelét.

Ha a tranzistor üzemképes és az N nyomógomb nyomva tartása közben a P munkaponti áramot beállító potenciométerrel a megfelelő áramtartományba

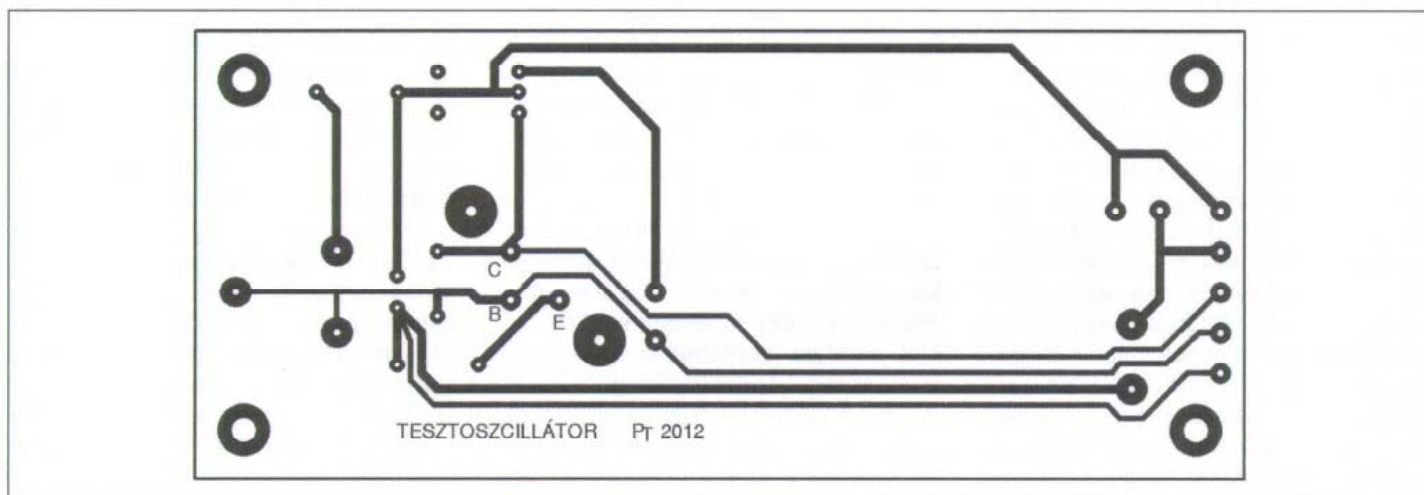
kerülünk, akkor az oszcillátor – a „fütyülő kondenzátornak” köszönhetően – hallhatóan rezeg; a frekvenciát az előfeszítéssel változtathatjuk. (A nyugalmi bázisáramot, 9 V-os táp esetén, kb. 9 μ A...0,8 mA tartományba beállítani

képes potméter esetünkben PIHER 15 mm-es fekvő trimmer, bepattintható, recés forgatószárral.) A készre szerelt, panel fotóját egy kísérleti tüstranzisztorral a 20. ábrán láthatjuk. Ennél a kivezetőhuzalokat már elegánsabban szereltem: a kristálytartó, ill. a tűtartók rögzítőcsavarjána feje alá helyezett 1-1 forrfulhoz forrasztottam azokat.

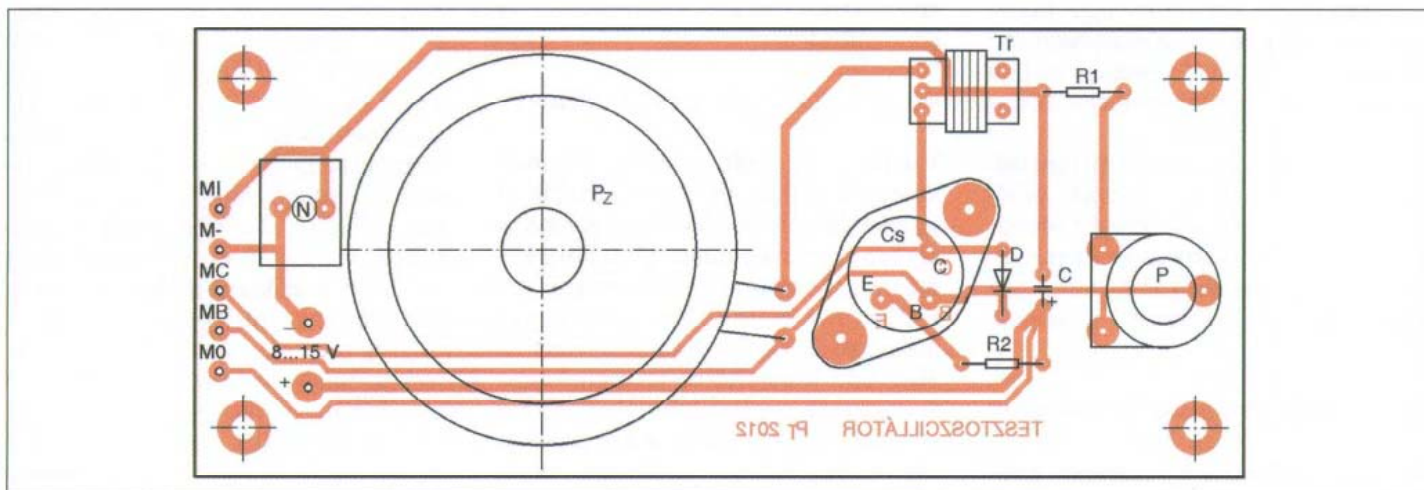
A kapcsolás ellenőrzése egyszerű: egy tuchel-magra forrasztott gyenge minőségű, régi germánium tranzisztort dugaszolunk az aljzatba, például egy P13A-t, amint azt a prototípusnál is tettem.

A javasolt oszcillátorkapcsolás alkalmasságát mi sem bizonyítja jobban, mint hogy egy olyan, nagyon zsenge P13A-val is üzemelt, amelynek pl. a h_{21e} kijelű áramerősítési tényezője 20 körüli, az I_{CE0} visszárama 0,3 mA volt. (A fotón ez a példány is szerepel.)

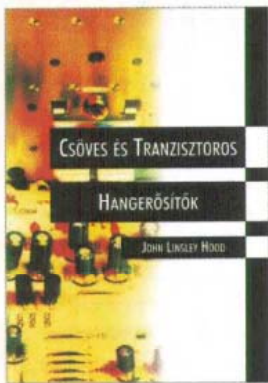
Az oszcillátort elláttam néhány mérőponttal is; a prototípus nyákjába ezekbe a forrponokba ősi lemezmeghajtók paneljeiből kitermelt fejes mérő-



18. ábra



19. ábra



Csőves és tranzisztoros hangerősítők

JOHN LINSLEY HOOD

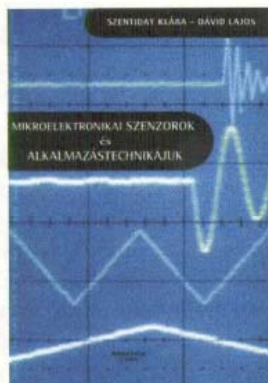
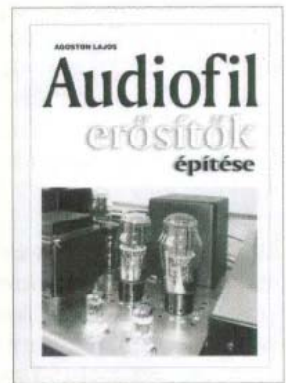
könyvét nem lehet csak egyszerűen elolvasni, annak ott kell lennie a könyvespolcon, hogy bármikor kézbe vehessük! **Miért?** – válaszoljon erre a szerző: „Ebben a könyvben az utóbbi 50 évben kifejlesztett hangerősítő konstrukciókat tekintettem át abban a reményben, hogy az itt található információ hasznos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

Audiofil erősítők építése

ÁGOSTON LAJOS

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

Ára: 4490 Ft (+ postaköltség).



Mikroelektronikai szenzorok és alkalmazástechnikájuk

SZENTIDAY KLÁRA – DÁVID LAJOS

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

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

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)

Információ- és képmegjelenítő eszközök

SZENTIDAY KLÁRA – MÉSZÁROS SÁNDOR

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

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)



Mikrohullámú technika

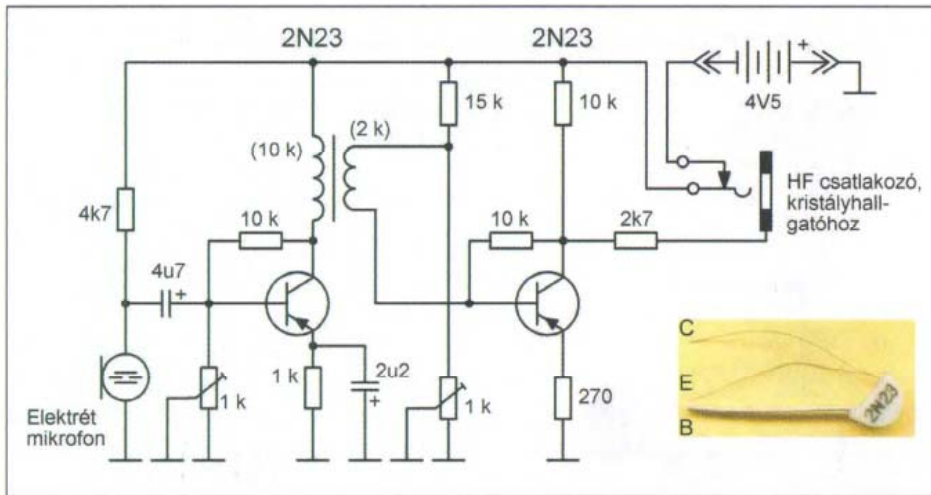
S. R. PENNOCK – P. R. SHEPHERD

a napjainkban egyre nagyobb és fontosabb szerepet játszó, 1..100 GHz közötti frekvenciatartomány technikáját ismerteti művében. „A mikrohullámú technikával kapcsolatos szakszövegek többnyire két szélsőséget képviselnek: vagy túl szakmaiak, ... a szövegek másik fajtája ... túl általános, így nem eléggé részletes. Nyilvánvaló szükség volt tehát egy megfelelő széleskörű bevezető könyvre a nagyfrekvenciás és a mikrohullámú technikába, amely kielégítő mélységű a különböző témákban.” – írják a szerzők a kötet előszavában.

A 350 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.

Ára: 4250 Ft (+ postaköltség)

1



22. ábra

ábra). Az átmenet formázása, majd ellenőrzése a hagyományos tústranzisztorunkkal kapcsolatban leírtak szerint történik. Az így elkészült eszköz nagy valószínűséggel azonnal működőképes lesz. Utólag elárulhatom, hogy rengeteg sikertelen kísérlet után éppen egy ilyen felépítésű tranzisztor volt az első, amelyiket a blocking-környezetbe helyezve rezgést keltett. Leírhatatlan élmény volt!

Nagy előnye ennek a konstrukciónak, hogy az emitterkontaktusa nem mozdulhat el, így a megbízhatósága jelentősen meghaladja a kéttűsökét.

Felhívom a figyelmet arra, hogy a sérülékeny demonstrációs tranzisztoraink igen gondos bánásmódot igényelnek!

Némi védelmet nyújt a kristály felületére felvitt hig szilikonzsír-cseppecske. Szállítás és bármilyen kezelés

során „tranzisztortokként” egy átlátszó műanyag orvosságos fiolát húzok rá, ami megvédi a mechanikai sérülésektől.

Több darabból álló kollekciónak érdemes olyan tárolódobozt készíteni, amelyben akár egy fa alaplemez furataiba dugaszolhatók a tranzisztorok.

6. Tústranzisztoros erősítő

Egy-két stabilan működő home-made tranzisztor birtokában megkísérelhetjük egy hangfrekvenciás előerősítő összeállítását is. Az áramköri séma megtervezésénél a korai ötvöztött germániumtranzisztoroknál szokásos kapcsolástechnikát követhetjük. Erre természetesen a neten is találunk példákat, pl.: http://semiconductormuseum.com/ConstructionProjects/ConstructionProjects_PointContact_AudioAmp.htm

Itt az alkotó, Gerry Friton, egy két-fokozatú, transzformátorcsatolású erősítőt épített meg korszerű nyákon, aránylag modern alkatrészekkel, Western Electric gyártmányú, akkoriban miniatűrnek számító – kb. 6,5 mm legnagyobb méretű, féltárcsa alakú – 2N23 tranzisztorok felhasználásával. A legérdekesebb az, hogy a korabeli szakirodalomban még az ötvöztött tranzisztorok élettartamát is csupán 8-10 évre becsülték, átkristályosodásra hivatkozva. Ennek fényében megdöbbenítő, hogy az 1953-ban gyártott, az ötvöztött struktúrájánál jóval instabillabbnak tartott, műanyag tokozású tústranzisztorok máig (vagy legalábbis 2002-ig, az erősítő születési évéig) működőképesnek bizonyultak! Jelen cikkemben csak az erősítő kapcsolási rajzát mutatom be (22. ábra), ill. az elkészült áramkör fotóját (23. ábra) emelem be a nevezett honlapról. A szokatlanul alacsony tápfeszültségről üzemelő tústranzisztorok munkapontja a manapság is szokásos kapcsolástechnikával van beállítva. Csatolótranszformátorként valószínűleg egy zsebrádióba való fázisfordítót alkalmazott a konstruktőr. Az áramkör összerősítése 25-szörös.

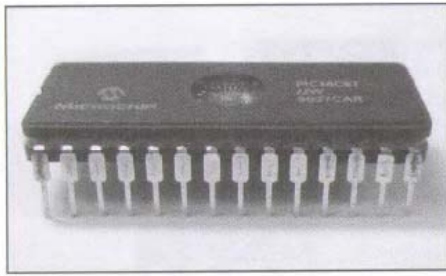
Tudjuk, hogy tústranzisztorok sok hátrányos tulajdonsága közül az egyik a nagymérvű zaj. Ezért a mikrofonerősítő (és bármilyen kisjelű HF-erősítő) inkább kuriózum, mintsem valódi használati értékkel bíró áramkör!

Irodalom:

1. Rékai János: Egy korszakalkotó találmány 60 éves évfordulójára; Rádiótechnika 2008/12. 674-676. o.
2. Kemény Károly: Az antennára visszacsatolt kristálydetektoros készülék; Rádió és Fotó Amatőr 1930/12. 690-692. o.
3. Simoncsics László: Galenitkristály és detektor készítése; Rádiótechnika 2001/12., 599-601. o.
4. Simoncsics László: Detektoros vevőkészülékek építése; Rádiótechnika 2002/1., 25-27. o.
5. Simoncsics László: További kísérletek detektoros vevőkkel; Rádiótechnika 2002/2., 80-82. o.
6. John N. Shive: A félvezetők fizikája (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1963); 155. o.
7. Szép Iván: Tranzisztorok gyártása (a Mérnöki Továbbképző Intézet 3205. számú jegyzete, 1955)
8. H. E. Bridgers, J. H. Schaff, J. N. Shive: Transistor Technology Volume I. (D. Van Nostrand Company, Inc., 1958.); 408. o.
9. J. E. Pumper: Kristálydiódák és tranzisztorok (A Rádiótechnika Könyvei sorozat 3. kötete; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1955); 61. o.



23. ábra



1. kép

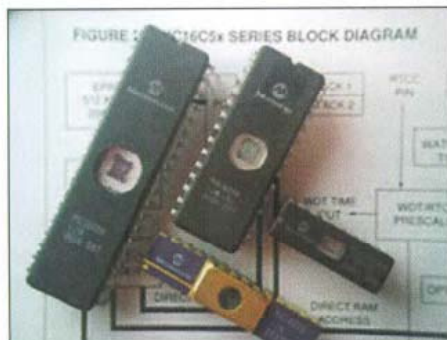
megoldással készítették el, eleinte ROM vagy EPROM, később Flash megoldással. Az adatmemóriát a program szerint működő mikrovezérlő tölti fel adatokkal, szükség esetén ki is olvassa onnan a tárolt értékeket, ezért erre a célra statikus RAM jellegű tárolóterületet alakítottak ki.

1. A PIC16C5x mikrovezérlők

1989-ben alakult meg Arizonában a Microchip azzal a céllal, hogy mikrovezérlőket fog gyártani. A piacot elemezve úgy vélték, hogy a legegyszerűbb, tehát legolcsóbb áramköröket célszerű fejleszteni, mert ilyeneket már nem gyártott senki. A felhasználók a nagy tudású, számos beépített perifériát tartalmazó, sokoldalú mikrovezérlők között válogathattak, de olcsó, egyszerű kialakítású változatokat nem találtak.

A mikrovezérlők megjelenésekor alakult ki az a nézet, hogy akkor lehet egy integrált áramkört mikrovezérlőként eladni, ha rendelkezik a CPU mellett programtárral, adattárral, párhuzamos porttal és időzítő/számláló egységgel. A Microchip első áramköreiben, a PIC16C5x sorozat tagjaiban valóban csak ezek a részletek jelentek meg!

A Microchip egyik szellemes ötlete volt, hogy kihasználta a Harvard architektúrában rejlő lehetőséget, és nyolcbites mikrovezérlőibe nagyobb szóhosszúságú programmemóriákat épített



2. kép

be. A PIC16C5x sorozatnál pl. az utasítások 12 bitesek. Ezzel lehetővé vált, hogy minden utasítás egyszavas legyen, gyorsabb lett a végrehajtás, kisebb helyet foglalnak el a programok a tárban.

Az áramkörök CMOS technológiával készültek, EPROM programterülettel. A memóriakapacitás az áramkör-családban $512 \times 12 - 2048 \times 12$ (azaz $2 \text{ Ki} \times 12$) között változott. Kétféle kivitelben gyártották az IC-eket, de csak a tokozásuk volt különböző, ugyanazt a csipet tartalmazták. A fejlesztőmunkához a kvarcablakos fémkerámia tokozású áramköröket ajánlották (1. kép): az ablakon keresztül UV fényvel törölhető ki a programtár tartalma. A kvarcablakos, EPROM-os megoldást sokáig használta a Microchip, esetenként keskeny DIP tokozásoknál is (2. kép). A sorozattermékekbe, a gyártmányokba a sokkal olcsóbb egyszerű programozható (OTP, One Time Programmable), zárt műanyag tokozású változatok kerültek.

Érdekes módon a felhasználók nem nehezményezték, hogy a katalógusban nem szerepel az EPROM néhány fontos adata. Nem adták meg az „állékony-ságát” (endurance), azaz a végrehajtható törlési/programozási ciklusok számát, és nem ismertették az adatmegőrzés idejét. Egyébként a korabeli EPROM IC-k esetében sem adtak meg ilyen adatokat a gyártók! A magyarázat az, hogy az EPROM-ban lezajló törlési, programozási, adatvesztési események időbeli lefolyását, hatását nem lehetett precízen kiszámítani.

Még az a nézet is elterjedt emiatt, hogy az EPROM akárhányszor átprogramozható, s az adatörzési ideje korlátlan. Azután a gyakorlat adta meg a választ ezekre a kérdésekre, s ma már tudjuk, hogy egy EPROM terület (legyen az akár önálló IC, akár beintegrált tárterület) legfeljebb néhány 100-szor programozható át, az adatörzési ideje pedig 10 év körüli. Az is sajátos, hogy azokban a PIC áramkörökben, ahol a program-EPROM és a kiegészítő adat-EEPROM szerepel, az EEPROM fenti adatait szerepelteti a gyártó, az EPROM-ét ott sem.

Érdekes megfigyelni, hogy már a legelső mikrovezérlőknél is voltak „részek” a Harvard-architektúrában. Az egyik legelső mikrovezérlő, az Intel 8048 utasításkészletében találunk olyan utasítást, amelyik a programtár megcímzett rekeszének tartalmát az akkumulátorba helyezi. A programokhoz ugyanis gyakran tartoznak adatsorozatok, adat-

táblázatok, s ezeket így lehetett felhasználni.

Hasonló, de kicsit nehezkesebb megoldással a PIC16C5x mikrovezérlőknél is megoldható, hogy a program futásához szükséges adatsorozatokat beírjuk a programba, s onnan a futó program ki tudja azokat olvasni. Ezt a megoldási lehetőséget minden PIC mikrovezérlőnél használhatjuk, ezért érdemes vele részletesen megismerkednünk. Az adattáblázatok kezelésére a PIC utasításkészletben egy sajátos utasítást találunk, a konstanssal visszatérő RET (RETURN) utasítást, ami RETLW módon szerepel az utasításkészletben. Ez az utasítás már a PIC16C5x áramköröknél is használható, majd a későbbi családoknál (PIC16Cxx, PIC16F, PIC18) is szerepel az utasításkészletben.

A RETLW mnemonik eleje a RETURN alaputasításra, szubrutinból visszatérésre utal, de a másik két betűnek is fontos a jelentése. Az utasításnak egy nyolcbites k paramétere van, a teljes alakja ezért:

RETLW k.

A k egy számkonstans, a programba beírásra kerülő nyolcbites érték. A PIC15C5x mikrovezérlők 12 bites utasításkészletében az utasítás bináris kódja a következő:

1000 kkkk kkkk,

a 14 bites PIC16Cxx mikrovezérlőknél a kód

11 01xx kkkk kkkk

alakú, a továbbfejlesztett 14 bites utasításkészletben ezzel a kóddal szerepel:

11 0100 kkkk kkkk,

a PIC18 családnál, a 16 bites utasítások között így találjuk meg:

0000 1100 kkkk kkkk.

Látható, hogy minden esetben az utasításkód alsó nyolc bitjén helyezkedik el a konstans. A számkonstans a Microchip „Literal” névvel illeti, innen az utasítás nevében az L betű.

Az utasítás a szubrutinok végére kerül, végrehajtásakor (mint minden RETURN utasítás) a veremből a főprogram címét visszatölti a PC-be. A RETLW azonban egyúttal az utasítás-

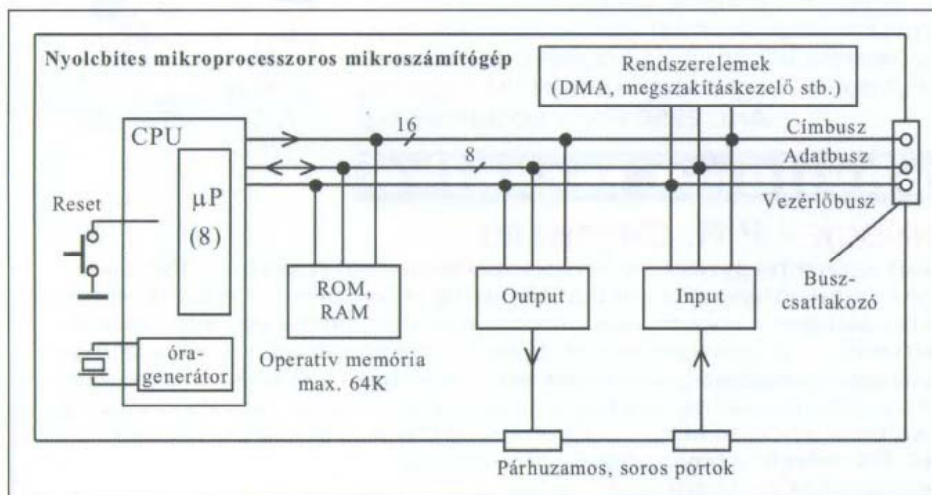
Memória-fejlődés a nyolcbites PIC mikrovezérlőkben

Dr. Madarász László

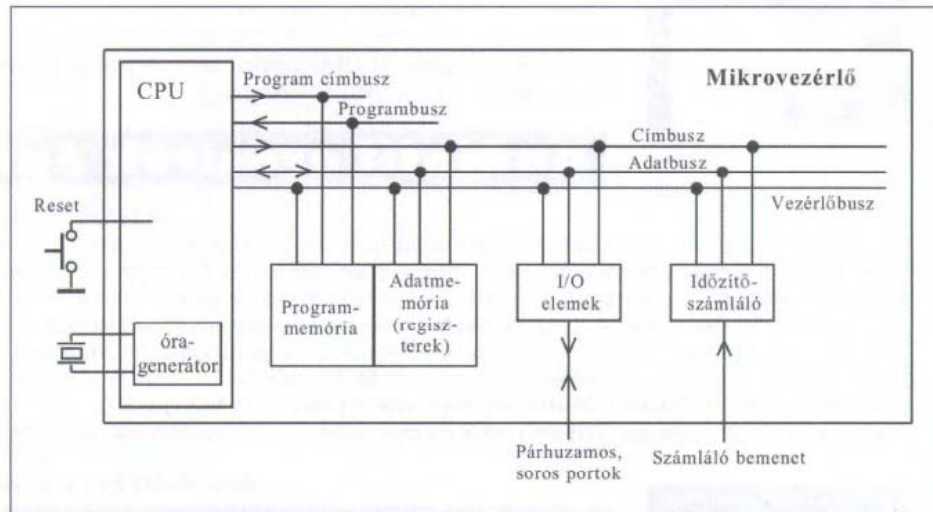
Az, hogy egy mikrovezérlő a belsejében kialakított különböző ROM jellegű memóriaterületeket programból kezelni tudja (azaz olvashatja és/vagy írhatja), nem természetes képessége ezeknek az áramköröknek. Ez a különleges lehetőség a PIC mikrovezérlőknél sem állt rendelkezésre az első áramköröknél, csak a későbbi generációk fejlesztése során jelent meg!

Az integrált áramkörként először kialakított CPU-típus a mikroprocesszor volt, melynek az első, kereskedelmi forgalomba is bocsátott példányait az Intelnél készítették el 1971-ben (ez volt a 4004-es tok). A mikroprocesszorok ezután igen gyors fejlődésen mentek keresztül. A velük kialakított mikroszámítógépekre a hármas buszrendszer jellemző (címbusz, adatbusz, vezérlőbusz), valamint az, hogy logikailag egyetlen memóriaegységet használnak, az operatív tárat (1. ábra). Ezt a memóriakialakítást Neumann-hierarchiának, Neumann-elvű tárolórendszernek nevezik.

A Neumann-hierarchia lényege, hogy a számítógép egyetlen, egységes kialakítású, egységes logikai működésű memóriát tartalmaz. Ebben 0-k és 1-ek formájában, tehát azonos módon tárolódnak az utasítások is, az adatok is. A mikroprocesszorra épülő számítógépek ezt az elvet követik, tehát az olvasók PC-je, laptopja is így épül fel.



1. ábra



2. ábra

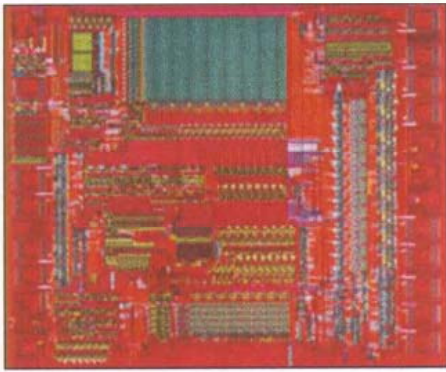
Az egy másik történet, hogy ezt a logikailag egységes memóriát kétféle alapműködésű áramkörből lehet csak kialakítani a gyakorlatban, a csak olvasható (de nem illanó) ROM-jellegű áramkörökből és az írható/olvasható (de tápfeszültség nélkül a tartalmát elvesztítő, azaz illanó) RAM-okból. Ez az áramköri szempontból kétféle tárolócsoport a mikroprocesszoros gépekben logikailag egyetlen egységet alkot, az operatív memóriát.

A II. Világháború utolsó éveiben Neumann János meglátogatta a Harvard egyetlen épülő ENIAC-ot, ezt a

30 tonnás csöves monstrumot, ezután kezdett el a számítógépekkel foglalkozni. Az ENIAC elkészülése után egy újabb gép, az EDVAC építése kezdődött el. Ebben a munkában már Neumann is részt vett, s eközben fogalmazta meg a tárolt programú digitális elektronikus számítógépekre vonatkozó elveit, közöttük azt is, hogy egyetlen, egységes operatív memóriát kell beépíteni. Innen kapta ez a megoldás a nevét.

Az ENIAC elkülönülten és eltérő technikával tárolta az utasításokat és a számkonstansokat. Mivel ez a Harvard Egyetem professzorai által alkalmazott megoldás volt, később az elkülönülő programtárat és adattárat Harvard architektúrájának nevezték el. Sajátos módon a mikrovezérlők memóriarendszerénél ez a Harvard-hierarchia jelent meg (2. ábra). Nemcsak külön memóriaterületeket használnak adatok és programelemek tárolására, de ezeknek a területeknek a vezérlése, a címzése, a kezelése is elkülönül! Erre utal az, hogy a programmemóriának külön címbusza (program címbusz) és külön adatbusza (programbusz) van.

A programmemóriát a mikrovezérlő használata előtt töltötték fel az utasításokkal. A mikrovezérlő csak egyetlen célra használta ezt a tárolót: az utasításokat olvasta ki belőle. Ezért a programtárat valamilyen ROM-jellegű



4. kép

2. Megjelenik az EEPROM a mikrovezérlőben: a PIC16C84

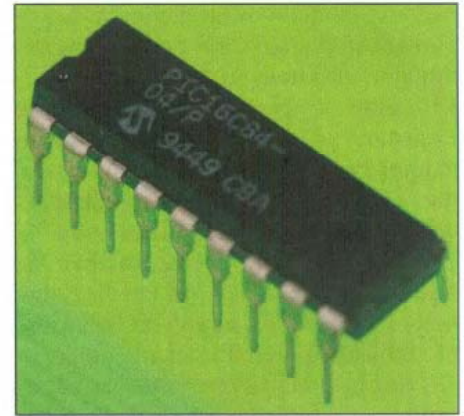
Az egyszerű, de kiváló áramköri tulajdonságokkal rendelkező PIC16C5x mikrovezérlők gyorsan népszerűvé váltak. Sok esetben olyan alkalmazásokhoz is felhasználták ezeket, amikre a fejlesztők eredetileg nem is gondoltak. Ilyenkor az áramkörök egyszerűsége esetenként már felhasználási korlátot jelentett, tovább kellett tehát lépni. Új CPU-t fejlesztett ki a Microchip, 14 bites utasításokkal, megszakítási rendszerrel, speciális funkciójú regiszterekkel (SFR terület), s ezt a központi egységet két újszerű perifériakészletű mikrovezérlőben mutatta be. Az egyik a PIC16C71 volt, melyben A/D konvertert helyeztek el, a másik a számunkra izgalmas PIC16C84.

A PIC16C84 az első PIC áramkör, melyben a adat-RAM-on kívül egy kiegészítő, EEPROM jellegű adattár is található. Emellett a gyártó még egy kísérleti lépést tett meg: ennek a mikrovezérlőnek a belső programtárolója nem EPROM, hanem EEPROM volt (4. kép)! Ez volt az első PIC áramkör, amelyiknél a program kitörléséhez nem kellett UV fényt használni, villamos jellel törölhették a tartalmát. Továbbá nem kellett drága kvarcablakos kivitelű vásárolni a fejlesztéshez, az olcsó műanyag tokozású áramkör fejlesztésre és sorozatgyártásra egyaránt használható volt (5. kép). Az amatőrök és

profí elektronikai fejlesztők tömegei ismerkedtek meg a PIC mikrovezérlőkkel a PIC16C84 beszerzése és programozása útján.

Ugyanakkor ez az egyetlen PIC, amelyben a programtár EEPROM! A továbbiakban a Flash technikát fogja a Microchip is, és a többi mikrovezérlő-gyártó is alkalmazni.

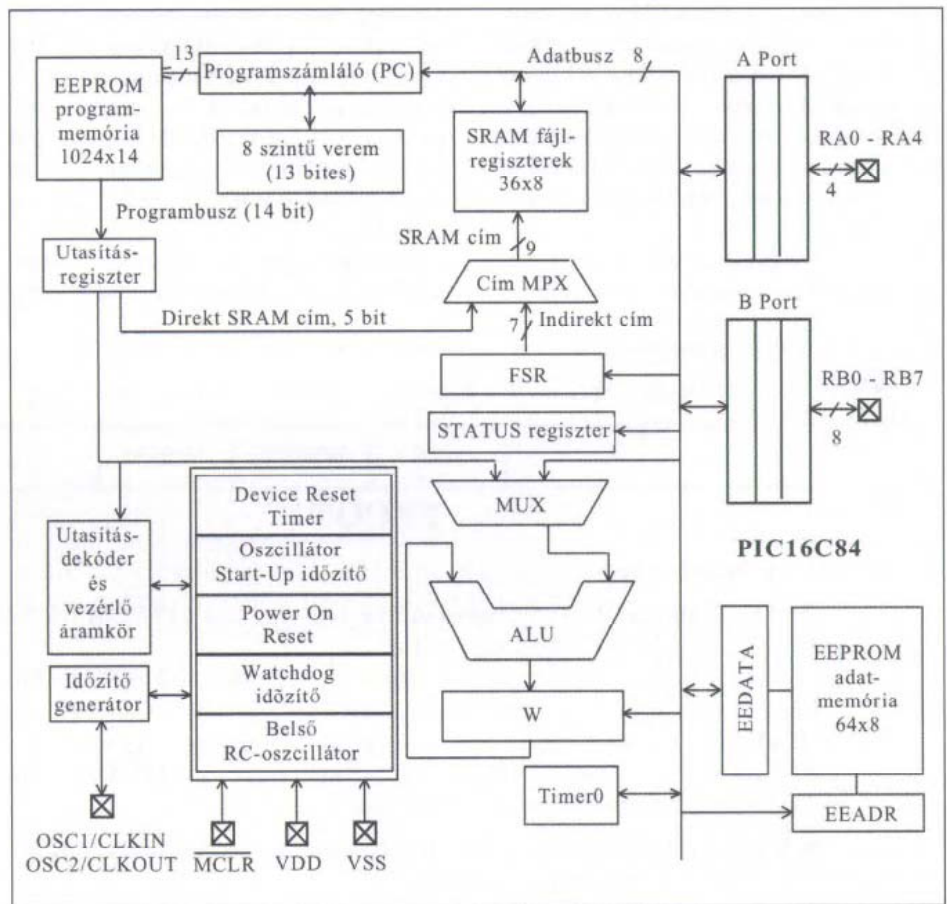
Érdekes adalék, hogy amikor az *IEEE Spectrum* elektronikai magazin 2009. májusi számában Brian Santo szerkesztő bemutatta a 25 csipet, ami a legnagyobbat lendítette a világ fejlődésén, a felsorolt áramkörök között a PIC16C84 is szerepel. Kiemeli a cikk azt, hogy a program törléséhez már nem szükséges UV fény, s ez a technika olyan alkalmazások lehetőségét nyitotta meg, mint a távirányítók vagy a



5. kép

csipkártyák. (A cikk ma is olvasható az interneten [9].)

Az 1 Ki×14 méretű programtár a futó programból ugyanúgy érhető el,



3. ábra

2. táblázat

```
BCF STATUS,RP0 ;Bank0 kiválasztása
MOVLW EEPROM_CIM ;
MOVWF EEADR ;Az EEPROM_CIM cím betöltése az EEADR-be
BSF STATUS,RP0 ;Áttérés a Bank1-re
BSF EECON1,RD ;Az EEPROM rekesz kiolvasása
BCF STATUS,RP0 ;Visszalépés a Bank0-ra
MOVF EEDATA,W ;A kiolvasott adat behelyezése a W
regiszterbe
```

mint a PIC16C5x elemek esetében, adattáblázatokat továbbra is a RETLWk utasítás használatával, a megismert módon lehet kialakítani. A 64×8 kapacitású kiegészítő adat-EEPROM kezelését azonban érdemes szemügyre venni, mert mintaként szolgál a későbbi fejlesztésekhez is. Ezt a kiegészítő adatmemóriát 1 000 000-szor lehet átprogramozni, az adatörzési ideje 40 év.

ban levő nyolcbites értéket behelyezi a W regiszterbe (ez a W pedig az akkumulátor, csak hogy ennek is sajátos nevet adott a gyártó: W, azaz Work Register). A RETLW k utasításban megjelenő részleteket tehát már ismerjük. De hogyan lesz ebből a működésből adattábla-kezelés?

A mikrovezérlő programjában az adattáblázatokat egymás mellé, egy helyre szokás összegyűjteni, ezeknek pl. Tabla1, Tabla2 stb. lehet a címkéje. A Tabla1, Tabla2 stb. formálisan szubrutinok. A Tabla1 tartalmazza a k10, k11, k12, k13, k14 ... értékeket, RETLW utasításokban. A konstansok sorozatát egyetlen utasítás előzi meg, amely a W regiszterben levő elemszámot hozzáadja a programszámláló (PC) értékéhez, így a következő végrehajtásra kerülő utasítás éppen a kívánt számértéket tartalmazó RETLW lesz, ami a szubrutint le is zárja.

A program működő részében található az a részlet, ami a táblázat egy-egy adatát fel kívánja használni. A kívánt adat sorszáma egy fájlregiszterben (f) készíthető elő. (A Microchip az adatmemória rekeszeit hívja fájlregisztereknek). Az f regiszterben előkészített sorszámot a W-be kell helyezni és már is meghívható a Tabla1 szubrutin.

Mivel az adattáblázatot RETLW utasítások sorozataként készítettük el, az adatokat kiolvasó programrész a táblázatra szubrutinhívással (CALL utasítás) léphet rá.

A vázolt részletek az **1. táblázat** szerinti módon jelenhetnek meg egy assembly programban.

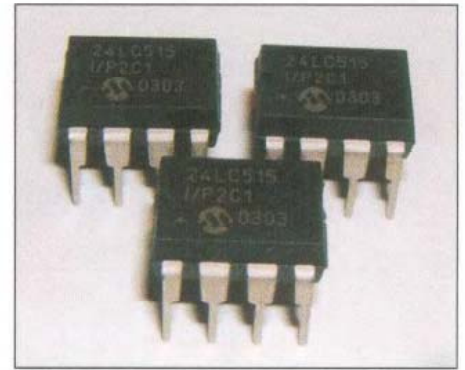
Lehet hogy annak, aki ezzel a megoldással most találkozik először, kissé bonyolultnak tűnik, de jól használható, rugalmas eljárás. Fontos tulajdonsága, hogy a programmemóriában minden

egy nyolcbites konstans tárolására egyetlen rekeszt használ fel.

A mikrovezérlőkkel megépített alkalmazásokban sok esetben szükség volt nagyobb mennyiségű adatra, más-kor a program állított elő olyan értékeket, amiket el kellett menteni, és nem fértek el a szűkös adattárban, de az is gyakran előfordult, hogy a mikrovezérlő működése közben begyűjtött vagy kiszámított értékeket meg kellett őrizni olyan esetben is, ha időközben a tápellátás megszűnt. Mindezeket az igényeket a mikrovezérlő mellé telepített EEPROM csipekkel jól ki lehetett szolgálni. Az EPROM áramköröket az UV fényel megvalósítható törlési eljárás miatt nem szívesen használták ilyen célra.

EEPROM-okat már nagy választékban gyártottak a '90-es években, de általában párhuzamos adatkezeléssel. Ezért az áramkörökre a címbiteket és a vezérlőjeleket folyamatosan mind rá kellett vezetni, hasonlóképpen az adatok is minden bitjükkel egyszerre voltak jelen a kimeneti pontokon, illetve az EEPROM írásakor is párhuzamosan kellett bevezetni azokat. Mindez azt jelentette, hogy már egy kisebb kapacitású, 1-2 KiB-os EEPROM is 20-22 ponton csatlakozott a mikrovezérlőhöz, lekötve a párhuzamos portokat.

A PIC16C5x áramköröknél ilyen EEPROM kezelés szóba sem jöhetett. Soros adatkezelésű áramkörökre volt szükség, amik csak néhány portpontot foglalnak le. Ilyen áramköröket kellő választékban még nem gyártottak. A kor EEPROM csipjeinek a törlési-programozási ciklusszáma (az endurance érték) is alacsony volt. Többnyire néhány 10 000 újraprogramozást viseltek el, az adatörzés időtartama 20...40 év között változott.



3. kép

A Microchip ekkor elhatározta, hogy a mikrovezérlők mellett jól használható soros adatkezelésű EEPROM-okat fejleszt ki, többféle illesztőfelülettel, széles kapacitásválasztékkal, javított átprogramozási tulajdonságokkal. Az eredmény lenyűgöző lett! Az áramkörök nyolclábú DIL tokban kerültek forgalomba (**3. kép**).

Ma már természetesen sokkal kisebb SMD tokozással is készülnek. 1 000 000 törlés/átírás ciklust viselnek el, a garantált adatörzési idejük pedig 200 év. Az apró EEPROM-ok I²C, SPI, Microwire illesztéssel készültek, majd a Microchip egy saját soros illesztőfelületet is kidolgozott, az UNI/O interfészt. Az áramkörök kapacitása 128 bit ... 1 Mib tartományban változik. A Microchip tehát nagy gyakorlatot szerzett az EEPROM-fejlesztésben, -gyártásban, ami előrevetítette egy következő lépés lehetőségét.

Természetesen a továbbiakban is gyakran utalunk az egyes PIC áramkör-családokra, a szükséges alapismereteket röviden leírva. Ha az olvasó az egyes áramkör-csoportokról szeretne részletesebben is tájékozódni, az Irodalomjegyzékben talál ehhez forrásokat [1 - 8].

1. táblázat

Tablazat_Olvasas	MOVF	f,0	;	Elem-sorszám betöltése f-ből W-be
	CALL	Tablazat1	;	Ugras a tablazathoz
	...			
	...			
	...			
	...			
Tablazat1	ADDWF	PC	;	PC megnovelese az elemszammal
	RETLW	k10	;	A tablazat #0 eleme
	RETLW	k11	;	A tablazat #1 eleme
	RETLW	k12	;	A tablazat #2 eleme
	RETLW	k13	;	A tablazat #3 eleme
	RETLW	k14	;	A tablazat #4 eleme
	...			

egy kötelező utasítássorozatnak kell megelőznie az írási folyamat indítását. Az EECON1-ben levő írást engedélyező (WREN) bit 1-re állítása után az EECON2 (nem létező) regiszterbe kell két adatot beírni, előbb az 55h értéket, majd az AAh-t.

Ezeket a lépéseket követheti az EECON1-ben az írási folyamatot indító WR bit 1-re állítása. Ha a WR bitet úgy billenti a program 1-be, hogy közvetlenül előtte nem történt meg a két fiktív regiszterbeírás, akkor a mikrovezérlő nem fogadja el az utasítást, nem ír be az EEPROM-ba.

Azzal is növelhetjük az EEPROM-ba írás biztonságát, ha az EECON1-ben levő WREN bitet általában 0 értéken tartjuk, és csak közvetlenül egy-egy rekesz beírásának megkezdésekor állítjuk 1 értékre.

A Microchip a hibás, véletlen beírások elkerülésére a mikrovezérlő bekapcsolási, resetelési folyamata alatt a WREN bitet 0 értéken tartja.

A Microchip azt is ajánlja, hogy az EEPROM írása idejére tiltsuk le a megszakítási lehetőségeket, nehogy egy, az írási ciklus alatt beérkező megszakítás az írási folyamatot is félbeszakítsa és így megghiúsítsa. A leírtakat pl. a 3. táblázat szerinti assembly programrészlettel lehet megoldani (a kötelező biztonsági utasítássorozatot színláterítéssel emeltük ki).

Az EEPROM-írási ciklus alatt a mikrovezérlő zavartalanul képes a programja értelmezésére, futtatására. Egy írási folyamat időigénye kb. 10 ms. Az írási folyamat végét vagy az EEIF bit folyamatos figyelésével (pollingolás) érzékelheti a program, vagy úgy, hogy a többiek letiltása mellett az EEIF



6. kép

megszakítását engedélyezzük, hiszen ez az írási folyamatot nem zavarhatja, az írási ciklus végén pedig megszakításkéréssel jelentkeznek.

Az EEPROM kezelésének biztonságát fokozza, ha egy-egy beírást követően azonnal ellenőrizzük az új tartalmat. A W regiszterben még ott van a beírásra váró adat. Ha kiolvassuk a rekesz tartalmát, az EEDATA regiszterben megjelenő értékből kivonhatjuk a W tartalmát (SUBWF utasítással), s a különbség alapján eldönthető, hogy a helyes érték található-e az EEPROM-ban.

3. Az EEPROM és a Flash szerepe a mai nyolcbites PIC mikrovezérlőkben

Ahogy előre elárultuk, az EEPROM struktúrájú programtár nem vált be, helyette hamarosan megjelennek azok a PIC áramkörök, melyekben Flash jellegű a programmemória (6. kép). Nemcsak a Microchip, de gyakorlatilag minden mikrovezérlő-gyártó jelenleg ilyen jellegű programmemóriákat épít be mikrovezérlőibe.

A Flash szerkezete, kezelése hasonlít az EEPROM-éra. A legfontosabb eltérés, hogy az EEPROM rekeszenként törölhető, írható, míg a Flash programtárnál egy nagyobb egységet lehet csak módosítani egy lépésben. Ezt a terület-egységet többféle névvel illetik, egyes esetekben lapoknak, máskor blokkoknak hívják, a PIC mikrovezérlők katalógusaiban sokszor sornak (row).

A PIC16C5x család gyártása megszűnt, mielőtt a Microchip bevezette volna a Flash programmemória használatát. A PIC16Cxx sorozat első tagjai EPROM-mal készültek, a későbbi PIC16 áramkörök Flash programtárral, ma már csak ilyeneket fejleszt a gyártó. Ugyanez a helyzet a PIC18 sorozatú áramköröknél is. A programtárolóban elhelyezett adattáblázatokat a RETLW k utasítással továbbra is lehet kezelni, de a legtöbb mikrovezérlőnél egyéb megoldásokkal is találkozunk. A PIC18 család utasításkészletében pedig utasításként jelenik meg a táblázat írás és a táblázat olvasás.

A SRAM adattárat kiegészítő EEPROM használata nem sokat változik a későbbiekben. A mai PIC áramkörök között vannak, amelyekben nincs adat-EEPROM, vannak ilyenekkel rendelkezők, és van néhány típus, amelyekben Flash jellegű a kiegészítő adattár. Mindezekkel a következő fejezetekben találkozunk majd. A továbbiakban eltekintünk az időrendiségtől, a jelenlegi kínálatot vizsgáljuk meg abból a szempontból, hogy a mai PIC mikrovezérlőkben hogyan lehet programból Flash és EEPROM területeket kezelni.

Látni fogjuk, hogy többféle megoldást is alkalmaz a Microchip. Van olyan mikrovezérlő, amelyikben a Flash programtár egy-egy rekeszének a tartalmát több különféle módon is ki lehet olvasni programmal!

Változóak a törlési, programozási idők is. A Flash programmemória általában gyorsabban kezelhető, a jellegzetes törlési, programozási idő 2 ms, az EEPROM esetében egy programozási ciklus 2,8...5 ms ideig tarthat.

De más szempontból sem egységesek a mai áramkörök. Korábban említettük, hogy az EEPROM piacon a Microchip kiemelkedően jó paraméterekkel rendelkező áramkörökkel szerepel. A PIC16C84 EEPROM részletei is magas endurance értékkel, hosszú adatörzési időtartammal rendelkeznek. Azt hihetnénk, hogy ezek az értékek jellemzik az összes mai PIC áramkört.

3. táblázat

```
BCF STATUS, RP0 ;Bank0 kiválasztása
MOVLW EEPROM_CIM ;
MOVWF EEADR ;Az EEPROM_CIM cim betoltese
; az EEADR-be
MOVLW UJ_ADAT ;
MOVWF EEDATA ;Az UJ_ADAT betoltese az EEDATA
; regiszterbe
BSF STATUS, RP0 ;Bank1 beallitasa
BCF INTCON, GIE ;A megszakitasok tiltasa
BSF EECON1, WREN ;Az EEPROM irasának engedelyezese
MOVLW 55h ;
MOVWF EECON2 ;55h fiktiv betoltese az EECON2-be
MOVLW AAh ;
MOVWF EECON2 ;AAh fiktiv betoltese az EECON2-be
BSF EECON1, WR ;A WR bit 1-re allitasa
;Az irasi folyamat elkezdodik
BSF INTCON, GIE ;A megszakitasok engedelyezese
```

A PIC16C84 belső elemeit a 3. ábrán vehetjük szemügyre. A legszembetűnőbb változás a kiegészítő adat-EEPROM a jobb alsó sarokban. Ezt az új tárolót rekeszenként lehet kezelni, azaz rekeszenként lehet írni vagy olvasni. Négy SFR regiszter tartozik hozzá, az EECON1 (4. ábra), az EECON2, az EEDATA és az EEADR. Pontosabban ez csak három regiszter, mert az EECON2, amint később kiderül, fizikailag nem létezik.

Az új PIC16Cxx áramkörökben, mint már említettük, valódi és teljes SFR-jellegű belső vezérlést alakított ki a Microchip, így a PIC16C84-ben is. Ennek az adatmemóriáját a 5. ábrán láthatjuk. Két bankra van felosztva. A 08-as című EEDATA és a 09 című EEADR a Bank0 területén található, a 88 című EECON1 és a 89 című EECON2 pedig a Bank1-ben. Az adatmemória rekeszeit (a fájlregisztereket) kezelő utasítások a bankeken belüli címeket tudják kezelni, a bank beállítását, kiválasztását külön utasítással kell megoldani (a bankválasztó bit a STATUS regiszterben található, azt kell 0-ra vagy 1-re állítani).

Az EEPROM adatmemória olvasása viszonylag egyszerű folyamat. Ki

kell választani a Bank0-t, a kívánt EEPROM_CIM címet be kell tölteni az EEADR-bé. Át kell kapcsolni a Bank1-re, az ott levő EECON1-ben az RD olvasást vezérlő bitet 1-re kell állítani. Amikor ezt az utasítást végrehajtotta a PIC16C84, már az EEDATA regiszterben rendelkezésre is áll a kiolvasott tartalom. A felhasználásához ismét vissza kell lépni a Bank0 területére, és úgy lehet áttölteni az EEDATA tartalmát pl. a W regiszterbe. A megfelelő assembly programrészlet a 2. táblázat szerint alakítható ki.

Amint látjuk, az EECON2 regiszternek az EEPROM olvasásakor nincs szerepe. Az EEPROM-ok jellegzetesége, hogy egy-egy rekeszük beírása előtt azt törölni kell. A PIC16C84 esetében a Microchip megoldotta azt, hogy nincs szükség külön törölő és író ciklusra, mert a beírási folyamat elején automatikusan megvalósul a törlés. Ezt a könnyítést a későbbi mikrovezérlők adat-EEPROM-jainál is megtaláljuk majd! Az is fontos elem, hogy külön beíró, törlő tápfeszültségre sincs szükség, mert belső konverterekkel ezt is a csip oldja meg.

Annak érdekében, hogy akaratlan, véletlen beírás ne történhessen meg,

Fájl címek	Indirect addr.	Indirect addr.	
00			80
01	TMR0	OPTION	81
02	PCL	PCL	82
03	STATUS	STATUS	83
04	FSR	FSR	84
05	PORT A	TRIS A	85
06	PORT B	TRIS B	86
07			87
08	EEDATA	EECON1	88
09	EEADR	EECON2	89
0A	PCLATH	PCLATH	8A
0B	INTCON	INTCON	8B
0C			8C
...			...
4F			CF
50			D0
...			...
7F			FF

Bank0 Bank1

Használaton kívüli címek, olvasva 0-kat adnak.

5. ábra

U - 0	U - 0	U - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/S - 0	R/S - 0
-	-	-	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD
EECON1							bit0

W: írható bit
R: olvasható bit
S: beírható bit
-n: POR utáni bitérték

bit7-5: Nincs felhasználva

bit4: **EEIF**: EEPROM Write Completion Interrupt flag (Az EEPROM írás befejezését jelző flag)
1= Az írási folyamat sikeresen lezárult.
0= Még nem fejeződött be az írási működés, vagy nem indítottak EEPROM írást.
Szoftverrel törölhető, az INTCON regiszterben maszkolható flag bit.

bit3: **WRERR**: EEPROM Error Flag bit (EEPROM hibajelző flag bit)
1= Egy írási folyamat idő előtt lezárult (Külső reset vagy WDT reset történt az írási idő alatt)
0= Az írási folyamat sikeresen befejeződött

bit2: **WREN**: EEPROM Write Enable bit (EEPROM írást engedélyező bit)
1= Az írási ciklusok engedélyezése
0= Az írási ciklusok tiltása

bit1: **WR**: Write Control bit (Írást vezérlő bit)
1= Inicializálja az EEPROM egy írási ciklusát
Az írási működés belső időzítésű, ha befejeződik, a bit automatikusan törlődik.
Szoftverrel nem törölhető.
0= Az írási folyamat sikeresen befejeződött

bit0: **RD**: Read Control bit (Olvasást vezérlő bit)
1= Az EEPROM olvasás inicializálása
Az olvasás egy gépi ciklusig tart. Az RD bitet automatikusan törli a hardver, szoftverből nem törölhető.
0= Az olvasási folyamat sikeresen befejeződött

4. ábra

mával kapcsolatban. Ezeket a paramétereket a katalógusban a DC-adatok sorában lehet megtalálni, általában a D120–D124, vagy a D116–D120 sorszámok alatt.

Az egyes adatoknál a szokásos három érték (minimális, névleges és maximális) közül az első vagy az első kettő szerepel. Példaként vegyük szemügyre a PIC16F627A/628A/648A sorozat D120–D124 értékeit! A D120 jelű endurance érték szerint $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ környezeti hőmérséklet esetén az EEPROM legalább 100 000 törlést/átírást visel el, a névleges érték 1 000 000. Ez azt jelenti, hogy akár egymillió ciklusra is számíthatunk, de kritikus alkalmazásokban a garantált 100 000 az irányadó érték. A D120A szerint a magasabb hőmérsékleti tartományban ($+85...+120\text{ }^{\circ}\text{C}$) az értékek tízedezre részükre csökkennek, a legkisebb garantált ciklusszám így már csak 10 000. A D123 megadja, hogy az adat-örzés időtartama minimum 40 év.

És most következnek az a paraméter, ami a felhasználóknak sokszor fejtörést okoz. A D124 paraméter szövege ez: Az összes törlési/írási ciklus száma, frissítés előtt. Az értékek pedig névlegesen 10 000 000, minimálisan pedig 1 000 000. Egy számozott megjegyzés pedig elküldi az olvasót a katalógus első, szöveges részére, az adat-EEPROM használatával foglalkozó fejezethez.

Itt a következő olvasható. Amennyiben (az EEPROM-ban) az egyik rekesz tartalma gyakran változik, míg egy másik rekeszé esetleg változatlan, előfordulhat, hogy az összes írási ciklusok száma meghaladja a D124 által megadott értéket, annak ellenére, hogy az egyes rekeszeknél sehol sem érte el a ciklusszám az egyes bajtokra megadott D120/D120A értékeket. Ilyen esetben a teljes EEPROM területet frissíteni szükséges. Mindezek miatt a változatlan értékeket (konstansok, azonosító kódok, kalibrációs értékek) a Flash programmemóriában célszerű tárolni.

Ha ismét hátralapozunk a villamos paraméterekhez, észrevehetjük, ha eddig nem tűnt fel, hogy a D120 és a D120A megnevezésében valóban szerepel a „byte” szó (Byte Endurance). A katalógusokban az EEPROM-ot ismertető fejezetben általában megtalálható a Microchip által ajánlott kis frissítő program is. Ez az EEPROM minden rekeszét kiolvassa, majd azonnal vissza is írja az éppen kiolvasott értéket.

Most ismét egy kis kitérő szükséges, hiszen az EEPROM-ról eddig úgy

tudtuk, hogy ha a törlési/írási ciklusok megengedett számát (endurance) nem értük meg el, akkor a rekeszek tartalma folyamatosan őrződik, mindenféle frissítés nélkül. Sajnos, a mikrovezérlőkhöz becsúfoltt EEPROM-ok esetében árnyaltabb a helyzet! A felhasználások során nyilvánvalóvá vált, hogy minden törlés az adott rekeszen kívül az EEPROM terület többi rekeszének az állapotát is rontja, „koptatja” azok tartalmát is.

Ha egy ilyen „megrongált” rekeszből még idejében kiolvassuk a tartalmát, majd vissza is írjuk azt (frissítjük), akkor annak ismét tökéletes lesz az állapota. Ezért kezdeményezi a Microchip, hogy ha a teljes EEPROM-területen a törlési események száma eléri az 1 000 000-t, akkor frissíteni kell a rekeszek tartalmát. Nem a gyakran átírt rekeszek miatt, hanem éppen a ritkán beírt rekeszek tartalmának megóvása érdekében! Ez a jelenség korábban nem mutatkozott az önálló EEPROM csipeknél, de ahogyan egyre kisebb méretben készülnek a beintegrált memóriák, ahogy csökken az egy bit tárolására felhasznált szilíciumfelület, ahogyan egyre közelebb kerülnek a bitterületek egymáshoz, egyre erősebb ez a hatás.

Megjegyezzük, hogy hasonló jelenség lejátszódik a beintegrált EPROM és Flash területek esetében is. Csakhogy az EPROM-ot egészében töröljük, nem szelektív módon, így mindig az összes rekeszt írjuk is, a jelenség ezért nem is figyelhető meg a gyakorlatban. A Flash esetében pedig azért nem tapasztalható, mert ott blokkokkal dolgozunk, egy-egy blokkot törölünk egyszerre, a blokkok egymásra hatása pedig (egyelőre) elhanyagolható. Az EEPROM bajt méretű elérése miatt jelentkezik ez a probléma.

A 18F2525 mikrovezérlő esetében pl. az EEPROM kiegészítő adatmemória kapacitása 128×8 , azaz 128 rekeszt tartalmaz. Ha a teljes endurance értéket kihasználjuk (egy rekesz összes törlési/írási ciklusszáma 100 000) $128 \times 100\,000$ ciklust visel el a tárterület, ami összesen 12 800 000 átírás. Mivel minden 1 000 000 ciklus után frissíteni kell a teljes területet, az EEPROM teljes élettartama alatt 12 frissítő lépést kell végrehajtani. Ha elmarad a frissítés, akkor egy-egy ritkán átírt rekeszben az oda beírt érték károsodhat, sérülhet, módosulhat.

Nem kell foglalkozni a frissítési problémával, ha az EEPROM-ban ki-

zárólag ritkán kezelt adatokat tárolunk. A másik véletel is mentesít a frissítési probléma alól, ha a teljes területet rendszeresen felülírjuk (pl. naplózó rendszereknél), hiszen egy teljes felülírás ugyanolyan hatású, mint egy frissítési lépés. Akkor jelentkezik a frissítési igény, ha gyakran átírt rekeszek (dinamikus adatok) is vannak az EEPROM-ban és tartósan tárolt értékek (statikus adatok) is.

Az EEPROM nagyon hasznos részlet, de figyelmetlen használata sok bosszúságot, kárt okozhat. A következőkben felsoroljuk a legfontosabb alkalmazástechnikai fogásokat.

– Az EEPROM adatmentésre szolgál, de ne akkor kezdjük el betölteni, amikor a tápfeszültség már csökken! A tápfeszültség kikapcsolása miatti leállás előtt kell az adatokat elmenteni, nem a leállás közben! A programozáshoz szükséges belső feszültséget a külső tápfeszültségből konverter (töltéspumpa) áramkör állítja elő, ez többszörözi a feszültséget. Így a hiányzó tápfeszültség-érték többszörösével csökken a programozó feszültség, nem megy végbe a beírás! A mikrovezérlős készülékben ezért, ha megoldható, a tápfeszültséget előállító DC/DC konverter vagy stabilizátor bemenetén célszerű figyelni a feszültséget. Ha az csökkenni kezd, de a mikrovezérlő tápfeszültség lábán kellően nagy értékű pufferkondenzátor van, akkor még van néhány száz 10 ms idő az adatmentésre. Tovább javít a helyzeten, ha ilyen esetben lekapcsoljuk a belső perifériákat, a nagyobb fogyasztású egységeket, így a kondenzátorban tárolt töltés tovább biztosítja a mikrovezérlő tápellátását.

– Célszerű megoldás az adatbeírás ellenőrzése után egy jelzőbitet beállítani, jelezve a helyes beírást. Ha a tápfeszültség bekapcsolásakor a jelzőbit nincs beállítva, tudni fogjuk, hogy az adatírás nem történt meg. A részlegesen beírt adatot inkább töröljük, ne használjuk fel!

– Célszerű a PIC18-ban futó program futása alatt az EEPROM címzőregiszterében (EEADR, esetleg még EEADRH) olyan címértéket tárolni folyamatosan, amit az EEPROM kezeléskor nem használunk (kivéve a szándékos írási eseményeket). Így, ha véletlen beírás történik, nem fog kárt okozni az értékes adatainkban.

– Az EEPROM rekesz beírási folyamata azonnal megszakad, ha a mikrovezérlő külső vagy WDT által kezdeményezett resetet hajt végre.

Ha végignézzük a jelenleg piacon levő több mint 400 PIC16 és PIC18 áramkört, meglepődve tapasztalhatjuk, hogy ez egyáltalán nincs így!

A 14 bites utasításkészletű PIC16F áramkörök többségénél a Flash programmemória 100 000 törlési/átírási ciklust visel el, a kiegészítő EEPROM-ok akár 1 000 000-szor is átprogramozhatóak, az adatörzési idő többnyire 40 év. De mindig alaposan meg kell vizsgálnunk a katalógust, ha egy-egy új típust kívánunk használni, mert vannak gyengébb képességű mikrovezérlők is! A legkisebb endurance érték 1000, a legrövidebb adattárolási időtartam 20 év. Más esetben több törlés/programozás ciklusra számíthatunk; a legnagyobb érték 10 000 000.

A 16 bites utasításkészlettel dolgozó PIC18 áramköröknél is szóródnak a paraméterek. A legtöbb, ebbe a családba tartozó mikrovezérlőnél a Flash programmemória 100 000-szer programozható át, az EEPROM kiegészítő adattár 1 000 000-szor, az adatörzési névleges értéke 100 év. De pl. a PIC18FXXJ típusú, egyébként is leegyszerűsített változatok sokszor csak 1000 átprogramozást engednek meg a Flash programmemóriánál, adatörzési idejük is csak 20 év (ezekben az áramkörökben EEPROM adatterület nincs is).

Más érdekességgel is találkozhatunk, ha sorban áttanulmányozzuk a PIC16 és a PIC18 mikrovezérlők katalógusait. Egy különleges megoldást a PIC16F1508/09 áramköröknél fedezhetünk fel. Ezekben 4 Ki×14 illetve 8 Ki×14 kapacitású a Flash programmemória. A programtár endurance értéke 10 000, az adatörzési idő 40 év. A legutolsó 128 bájt azonban többször programozható, a katalógus szerint itt 100 000 törlési/programozási ciklust lehet végrehajtani. Az alkalmazásokban ezen a területen célszerű azokat a programrészleteket elhelyezni, amiket várhatóan sűrűbben kell majd módosítani.

4. EEPROM és Flash részletek kezelése a PIC16F családban

Bár a PIC16C84 rendkívül sikeres volt, a Microchip és a többi mikrovezérlő-gyártó elemzése alapján egyértelművé vált, hogy a jövő a Flash programmemóriáé. A Microchip ezért kifejlesztette a PIC16C84-gyel kompatibilis PIC16F84-et (7. kép), melynek (aho-

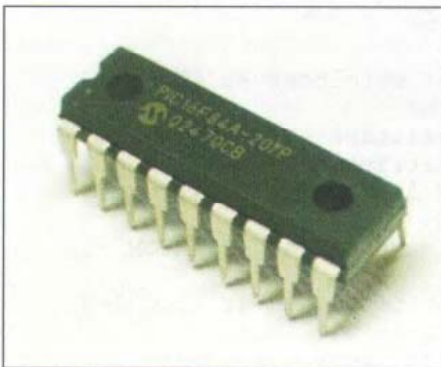
gyan azt a típusjelben is kifejezték) már Flash programtárolója van. Az új áramkör belső felépítése, lábkiosztása tökéletesen megegyezik egyébként a PIC16C84 áramkörével. A programmemória mindkét esetben 1 Ki×14 méretű, a kiegészítő adat-EEPROM pedig 64 bájtos. A konfigurációs szóban fedezhetünk fel némi eltérést a két mikrovezérlő között.

A villamos adatokat vizsgálva további eltérésekre bukkanhatunk! A PIC16C84 program-EEPROM-jánál 1000 törlési/programozási ciklust garانتál a katalógus (mint már említettük, ez az állékonyság, az endurance érték), az adat-EEPROM esetében 1 000 000 ciklust. Az adatörzési idő mindkét esetben 40 év, a programozási ciklusidő 10 ms. A PIC16F84 Flash adatmemóriájánál az endurance érték 10 000, az adat-EEPROM-nál 10 000 000. Az adatörzési idő továbbra is 40 év, a ciklusidő azonban csak 4 ms. Igazán jó propaganda volt tehát ez az áramkör a Flash programmemóriának!

A Flash programmemória közvetlenül nem olvasható a futó programból, de a már megismert megoldással, a RETLW k utasítás használatával itt is lehet adattáblázatokat kezelni. Néhány későbbi PIC16F mikrovezérlőben további lehetőséggel is találkozunk majd. Előbb azonban érdemes még néhány szót szólni a PIC16F áramkörökben levő EEPROM használatáról.

4.1. A kiegészítő adat-EEPROM használata

A kiegészítő EEPROM-ot ugyanúgy lehet kezelni, ahogyan azt a PIC16C84 esetében láttuk. A működést a négy SFR regiszter felhasználásával vezérelhetjük (EEADR, EEDATA, EECON1, EECON2). Az írási folyamat során, az írási ciklus beindítása előtt a (nem létező) EECON2-be továbbra is egymás



7. kép

után be kell tölteni az 55h, majd az AAh értéket. Ezeket a fiktív beírásokat egyébként a továbbiakban minden EEPROM és Flash írási ciklusnál meg kell majd tenni! Az EEADR regiszter (mint minden fájlregiszter) nyolcbites, így a legnagyobb kezelhető EEPROM terület 256×8. Az eredeti PIC16F CPU-val készült mikrovezérlőkben nincs is ennél nagyobb ilyen terület.

A továbbfejlesztett PIC16F központi egységben az SFR rendszert, a teljes adatmemóriát is átalakította a Microchip. (A továbbfejlesztett PIC16F CPU-ról a következőkben még lesz szó, részletesen a [8] kiadványban olvashat ezekről). Itt már 16 bites az EEPROM címregisztere is és az adatregiszter is (EEADRH, EADRL, EEDATH, EEDATL). Ennek ellenére ezekben az áramkörökben sincs nagyobb EEPROM kialakítva (egyelőre), a szóhosszúság továbbra is 8 bit, így a kiegészítő adattár használatakor ugyanúgy kell eljárni, mint a PIC16C84 esetében, csak a 16 bites regiszterpárok alsó bájtját kell felhasználni (EEADRL, EEDATL) olvasáskor, íráskor. Néhány eredeti PIC16 maggal készült mikrovezérlőben is ilyen dupla méretű EEADR és EEDATA regisztereket találunk, ahol szintén nem indokolja ezt a méretet az EEPROM címtartománya, adathosszúsága. Hogy miért alakítottak ki mégis 16 bites regisztereket az EEPROM kezelésére, az a következő két részből derül ki, ahol a Flash kezelési lehetőségeket mutatjuk be.

A 3. fejezetben olvashattunk arról, hogy az egyes mikrovezérlőkben az EEPROM- (és a Flash-) területek minősége nagyon változó. Ennek az az elsődleges oka, hogy sokkal kisebb területen kell kialakítani ezeket a memóriarészleteket, mint pl. az EEPROM IC-kben. A rendkívül kisméretű bitcelláknak, a kis helyre összezsúfolt EEPROM-területnek egy nagyon sajátos további következménye is van. Mint tudjuk, a felhasználó azt igényli, hogy az adat-EEPROM sok átírást biztosító, hosszú adatörzési idejű, nagy „állékonyságot” (endurance értéket) mutató memória legyen. Az EEPROM alapvető tulajdonsága, hogy rekeszenként érhető el, és az időközönként módosított adatok befogadására optimalizáltak (ilyenek pl. a programváltozók és más, esetenként aktualizált értékek).

Sok PIC16F mikrovezérlő katalógusában több adatot is találunk a megengedhető törlés/olvasás ciklusok szá-

R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W/HC - 0	R/W - x	R/W - 0	R/S - 0	R/S - 0
EEPGD	CFGS	LWLO	FREE	WRERR	WREN	WR	RD
EECON1							bit0

W: írható bit
R: olvasható bit
S: beírható bit
-n: POR utáni bitérték

- bit7: **EEPGD**: Program/Data EEPROM Select bit (Programtár/EEPROM választó bit)
1= A programmemória elérése
0= Az EEPROM adatmemória elérése
- bit6: **CFGS**: Flash-EEPROM or Configuration Select bit (Flash-EEPROM vagy konfigurációs rekesz választó bit)
1= Konfigurációs rekesz vagy ID rekesz érhető el.
0= A Flash vagy az EEPROM érhető el.
- bit5: **LWLO**: Load Write Latches Only bit (Az adatpufferbe írás engedélyező bitje)
Ha CFGS=1 (konfigurációs terület kezelése) VAGY CFGS=0 ÉS EEGD=1 (Flash kezelése)
1= A következő WR nem a Flashbe ír, csak a pufferbe
0= A következő WR az EEDATH/L tartalmát a pufferbe teszi és elindítja az összes puffer tartalmának beírását a Flashbe.
Ha CFGS=0 ÉS EEGD=0 (EEPROM kezelés), az LWLO nem hatásos, a következő WR az EEPROM-ba ír.
- bit4: **FREE**: Program Flash Erase Enable bit (A Flash törlését engedélyező bit)
Ha CFGS=1 (konfigurációs terület kezelése) VAGY CFGS=0 ÉS EEGD=1 (Flash kezelése)
1= A következő WR parancs törlési ciklust vált ki (a bitet a hardver törli, ha a törlés befejeződött).
0= A következő WR parancs írási ciklust indít.
Ha CFGS=0 ÉS EEGD=0 (EEPROM kezelés), az FREE nem hatásos, a következő WR a törlést és az írást egyaránt indítja az EEPROM-nál.
- bit3: **WRERR**: EEPROM Error Flag bit (EEPROM hibajelző flag bit)
1= Egy írási folyamat idő előtt lezárult (Külső reset vagy WDT reset történt az írási idő alatt)
0= Az írási folyamat sikeresen befejeződött
- bit2: **WREN**: Program/Erase Enable bit (Írást/törlést engedélyező bit)
1= Az írási/törlési ciklusok engedélyezése
0= Az írási/törlési ciklusok tiltása
- bit1: **WR**: Write Control bit (Írás vezérlő bit)
1= Inicializálja a Flash vagy EEPROM egy írási/törlési ciklusát
Az írási/törlési működés belső időzítésű, ha befejeződik, a bit automatikusan törlődik.
Szoftverrel nem törölhető.
0= Az írási/törlési folyamat sikeresen befejeződött
- bit0: **RD**: Read Control bit (Olvasás vezérlő bit)
1= Az EEPROM vagy Flash olvasási ciklusának inicializálása. Az olvasás egy gépi ciklusig tart.
Az RD bitet automatikusan törli a hardver, szoftverből nem törölhető.
0= Az olvasási folyamat sikeresen befejeződött

6. ábra

csak a regiszterpárok alsó bájtyát kell használni (EEADR, EEDATL).

A regisztersor felhasználásával a Flash programmemória (és a konfigurációs terület) olvasható, írható futó programokból. Az olvasáshoz hasonló előkészületek szükségesek, mint az EEPROM esetében.

A kiolvasásra kerülő Flash rekesz címét kell elhelyezni az EEADRH/L regiszterekben, majd le kell tiltani a megszakításokat. Ezután sorra be kell állítani a vezérlőbitek, utoljára kell 1-re állítani az RD bitet. Az olvasási parancs (az RD bitet 1-re állító utasítás) utáni két utasítással nem foglalkozik a mikrovezérlő, ide ezért célszerű két NOP-ot elhelyezni. A NOP-ok utáni utasításokkal már át lehet tölteni az

EEDATH, EEDATL tartalmát a megfelelő regiszterekbe.

A Flash írása valamivel összetettebb folyamat. A Flash memória nem független rekeszek sorozata (mint az EEPROM), hanem nagyobb, több rekeszes egységekből áll, amiket itt a Microchip sornak (esetenként blokknak) nevez. A Flash törlése soronként valósul meg, ebben a mikrovezérlő-csoportban a sor 32 szóból áll. Az írási folyamatot átmeneti regiszterekben, pufferekben kell előkészíteni. Vannak mikrovezérlők, ahol eltérő a sor mérete és a pufferek befogadóképessége, de a PIC16F1847 esetében szerencsénk van, 32 puffertároló van beépítve, azaz éppen egy sornyi adatot lehet az írási működés előkészítésekor

eltárolni. Egy 15 bites Flash címen belül az alsó 5 bit a „soron belüli cím”, a felső 10 bit a sorcím.

Ha új mikrovezérlőbe írunk, nem szükséges az írás előtt törölni a rekeszeket, egyébként igen. A Flash esetében a törlést is a felhasználói programból kell végrehajtani, az írást megelőzően. Mivel egyszerre 32 rekesz törlődik, ha ennél kisebb területet kívánunk átírni, a többi rekesz tartalmát törlés előtt ki kell olvasni és a SRAM területen meg kell őrizni, majd vissza kell írni, egyébként elvesznek!

A törléshez be kell írni a kiválasztott sor címét az EEADRH/L regiszterpárba (az EEADR alsó öt bitjén 00000 áll ilyenkor), le kell tiltani a megszakításokat, a vezérlőbitekkel a

– Ha elkezdődik egy rekesz írása, feltétlenül ki kell várni, míg egészen végbemegy, addig nem szabad újabb írási ciklust kezdeményezni, de még EEPROM olvasást sem!

– A biztonság kedvéért célszerű a rendszeresen mentett adatokat egyidejűleg több rekeszbe is beírni, és az is hasznos, ha minden mentéskor más területet használunk (természetesen a bekapcsolás után tudni kell, hol vannak a féltett adataink)! Utóbbi esetben, ha hiba volt az adatmentés, egy régebbi adatkészlettel indulhat a rendszer. Igaz, hogy azok nem a legfrissebb értékek, de mégis hasznosabbak, mint a hibásan kiírt értékek.

– Mindezekon felül ügyelni kell az egyes rekeszeknél az endurance határértékre és a teljes EEPROM esetleges frissítési igényére is.

4.2. A Flash programmemória kezelése programból, hagyományos PIC16F CPU-nál

Az eredeti PIC16F CPU nem kezeli a Flash programtárat a futó programból. Ugyanakkor a speciális funkcióregiszterekre (SFR) épülő belső működés szinte akármilyen vezérlési megoldást lehetővé tesz, új vagy átalakított SFR-ek felhasználásával. Erre jó példa a Flash olvasás megoldása néhány hagyományos CPU-val rendelkező PIC16F áramkörben. Ilyen lehetőséget találunk pl. a PIC16F913/914/916/646 mikrovezérlőknél.

Az első, ami szembetűnik a katalógus tanulmányozásakor, hogy ezeknél az áramköröknél 16 bites az EEPROM címző- és adatregisztere, azaz az SFR területen így jelentkeznek: EEDATH, EEDATL, EEADRH, EEADRL. Azt is bemutatja a katalógus, hogy az EEDATH regiszternek csak a hat alsó bitje használható, tehát a legnagyobb kezelhető adathosszúság 14 bit – ami éppen a programmemória szóhosszúsága! Az EEADRH pedig öt bitet tartalmaz, így a legnagyobb címhosszúság 13 bit, ami 8 Ki kezelésére elegendő (és éppen ekkora ezeknél a mikrovezérlőknél a legnagyobb Flash programtár). Ezek mellett a szokásos EECON1 és EECON2 is megtalálható.

Az EEPROM olvasásakor, írásakor csak az EEADRL és az EEDATL regisztereket kell használni, mint már korábban is említettük.

A következő újdonságot az EECON1 regiszternél fedezhetjük fel. Új vezérlőbit jelent meg a legfelső pozíción, az



8. kép

EEPGD. Ha az EEPROM-ot kívánjuk olvasni vagy írni, a ciklus előtt ezt a bitet 0-ra kell állítani. Ha a bit értéke 1, ez egy teljesen új lehetőséget biztosít, a Flash programtár elérését!

A Flash területet csak olvasni lehet az EEADRH/L, EEDATH/L, EECON1, EECON2 regiszterek felhasználásával, de ez is jelentős előrelépés! Ugyanúgy kell használni a regisztereket, mint EEPROM olvasáskor, csak a teljes címet kell elhelyezni a két címregiszterben, az EECON1-ben 1-re kell állítani az EEGPD bitet, majd az RD bit 1-re állítását követően megkezdődik a kiolvasás. A Flash olvasása időigényesebb folyamat, ezért az RD bitet 1-re állító utasítás után a programba két NOP utasítást kell beírni, majd folytatható a program, pl. az EEDATH/L regiszterpárból a szükséges bitértékek kiolvasásával. Az RD bitet beállító utasítást követő két utasítást a CPU figyelmen kívül hagyja, ezért célszerű oda NOP-ot írni.

4.3. A továbbfejlesztett PIC16F CPU EEPROM és Flash kezelési lehetőségei

A továbbfejlesztett PIC16F CPU legjelentősebb ismérve a kibővített utasításkészlet, sok esetben a katalógus első oldalán is olvasható, hogy 49 utasítása van a mikrovezérlőnek. Bennünket azonban jelenleg az áramkörü szerkezetben végrehajtott változtatások érdekelnek inkább. Ha egy konkrét áramkör katalógusában szeretnénk az olvasó az új lehetőségeket követni, megteheti a Microchip honlapján, pl. a PIC16F1847 áramkör (8. kép) katalógusát megkeresve és megnyitva.

Az SFR regiszterek között itt is megtaláljuk az EEPROM kezelőket. A címzőregiszter (EEADRH/L) és a tartalomregiszter (EEDATH/L) kétféle, az EEDATH hat bites, a teljes adathosszúság tehát 14 bit (az utasítások bitszáma).

Az EEADRH hét bites, így a legnagyobb cím 15 bites lehet, a kezelhető címtérület 32 Ki. Megtaláljuk az EECON1 és az EECON2 regisztereket is. Az EECON2 szerepe nem változott, ide kell fiktív írási ciklusokkal előbb 55h, majd AAh értéket beírni az írási, törlési ciklusok megindítása előtt. Az EEPROM kiegészítő adatmemóriák most sem igénylik a regiszterpárokat, hiszen ott az adathosszúság 8 bit, és a legnagyobb tárméret is csak 256 bájt, tehát nyolc bittel címezhető. A bitszámokból sejthetjük, hogy ezekkel a regiszterekkel a Flash programtár is kezelhető.

Sejtésünket megerősíti az EECON1 vizsgálata (6. ábra). Új vezérlőbitet látunk itt, kiválaszthatjuk az EEPROM-ot, a Flash programmemóriát vagy a Flashen belül a konfigurációs regiszterek területét. A katalógusban minden lehetséges működéshez példa-programot ajánl a Microchip. Továbbra is alapszabály, hogy a Flash, EEPROM kezelésének idejére a megszakításokat le kell tiltani!

Az EEPROM kezelése alapvetően nem változott. Az olvasás, írás előkészítése igényel több utasítást (és figyelmet), mert több a vezérlőbit, amit be kell állítani. Az EEPROM törlésével továbbra sem kell foglalkozni, az írási parancs kiadásakor a rekesz törlése automatikusan végbemegy, majd megtörténik a beírás. Címzésre, adatkezelésre

két közvetett cím használatát biztosítja. Ha egy utasításban a fájlregiszter címeként 0000 jelenik meg, akkor az utasítás által kezelt regiszter címét az FSR0 tartalmazza, ha a közvetett címzésre a 0001 cím utal, akkor a közvetett címet az FSR1 őrzi.

További újdonságot is láthatunk, ugyanis mindkét fájlválasztó regiszter (FSR) két bájtból, azaz 16 bitből áll. A közvetett cím így akár 16 bites is lehet.

A 16 bites közvetett cím izgalmas lehetőségeket nyújt az adatmemória kezelésében, de most nem ezzel kívánunk foglalkozni (az érdeklődőknek ajánljuk a [8] művet). További lehetőségként a kétbájtos SFR a Flash programmemória újabb elérési lehetőségét is biztosítja!

A továbbfejlesztett PIC16F CPU mellett a Flash programmemória legfeljebb 32 Ki szavas, így a címzésére 15 bit elegendő. Az FSR regiszterpárok a 16 bitjükkel 64 Ki terület címzését teszik lehetővé.

Ennek a területnek az alsó felét (a 0000h – 7FFFh címtartományt) az adatmemória különféle elérési lehetőségeinek kialakítására használta fel a Microchip. A felső 32 Ki címtartomány (8000h – FFFFh) pedig a Flash programmemória elérését biztosítja! Ha egy utasításban közvetett címzéssel a Flash egyik rekeszét kívánjuk elérni, a 16 bites cím legfelső bitjére 1-et kell helyezni, majd a következő 15 bitre a Flash címe kerül.

Ha végiggondoljuk az eddigi lehetőségeket, be kell látnunk, hogy a továbbfejlesztett PIC16F CPU nagyon kényelmes lehetőséget ad a programmemória elérésére! Ugyanúgy lehet kezelni a rekeszeit, mint a SRAM adatmemóriát, a címet behelyezzük az egyik FSR regiszterpárba, és már lehet is rá hivatkozni a programban.

Két nagyon fontos jellemzőt kell eközben szem előtt tartanunk. Az egyik az, hogy ezzel a megoldással, azaz a közvetett címzés használatával a Flash programmemória egy-egy rekesze csak olvasásra érhető el! Csak olyan utasításoknál hivatkozhatunk közvetett címmel a programmemóriára, melyek a megcímzett rekesz tartalmát olvassák, olyan utasításokat nem használhatunk így, amelyek írni kívánnak! Mivel az volt az eredeti cél, hogy a programba beírt adatsorokat, adattáblákat lehessen programból kiolvasni, ez a korlát végül is elfogadható.

A másik tudnivaló ennek a technikának a jellegéből fakad. Mivel a prog-

ramban levő, közvetett címzést igénylő utasításokkal érjük el a programtárat, természetes, hogy az így megcímzett rekesznek (ami ugyanúgy 14 bites, mint a programtár minden rekesze) csak az alsó nyolc bitjét olvassa ki a CPU és azt használja fel. Hiszen ezek a közvetlen és közvetett címző utasítások egyébként a SRAM, az adattár rekeszeit használják, amik nyolcbitesek. Ha tehát adattáblázatot kezelünk a közvetett címzéssel, megint célszerű a jól bevált RETLW k utasításokkal elhelyezni az adatokat a programtárban, s kiolvasáskor az alsó nyolc bitet, vagyis a kkkk kkkk nyolcbites konstans értéket fogjuk megkapni.

5. Egy érdekes közjáték: Flash adatmemória, PIC16C5x maggal

A Microchip kis lábszámú (8, ill. 14 kivezetésű) PIC mikrovezérlői közül néhány típusnál jelent meg a Flash adatmemória. Ilyen pl. a nyolclábú PIC12F519, és a 14 kivezetésű PIC16F526 (9. kép). Ezek az áramkörök a PIC16C5x CPU-val készültek, a legelső PIC családdal, amely még 12 bites utasításokkal dolgozott. Időrendben azonban ide illenek, mivel 2008-ban jelentette be a Microchip ezeket a változatokat, s így a Flash adattár megjelenését is.

Mint láttuk, a tápfeszültség nélküli adatmegőrzésre a Microchip már rutinosan használja a kiegészítő EEPROM-okat. Az viszont meglepe-

tésszerű volt, hogy a nemillanó adatmemóriát Flash-ként kiviteleztek. Pontosabban szólva a mikrovezérlőben kialakított Flash egy kis területe adattárként, a nagyobb része programtárként működik ezekben az áramkörökben (9. ábra). A Flash adatmemória mérete, ahogyan az ábráról is leolvasható, 64 rekesz. Bár a Flash nagy része, mivel programmemória, 12 bites rekeszeket tartalmaz, az adattárolásra szolgáló 64 rekesz csak nyolcbites! Természetesen program innen nem futatható.

A Flash adatmemória kezelésére három regiszter szolgál, az EECON, az EEDATA és az EEADR. Az EECON sorszám nélküli, mivel itt elhagyta a Microchip az EECON2 regisztert, ezzel együtt elmarad a Flash törlésénél, írásánál a fiktív adatbetöltési szekvencia is.

Az EECON a 6. ábrán szereplő EECON1 regiszterhez hasonló kialakítású, de csak az alsó öt vezérlőbitet találjuk meg benne, a három felsőt (EEPGR, CFGS, LWLO) nem. A véletlen írás elleni védelemként az előkészítő lépések szigorú sorrendjét kell betartani.

A Flash adatmemória nem kezelhető a SRAM adatmemóriát kezelő utasításokkal, nem érhető el közvetlen címzéssel, csak a három új regiszter használatával, hasonlóan, mint más mikrovezérlőkben a kiegészítő EEPROM adatmemória. A kezelni kívánt rekesz címét az EEADR fogadja be (6 bites cím, a 64 rekesznek megfe-



9. kép

Flash kezelést és a törlést kell kiválasztani, le kell játszani a védelmi utasítás-sorozatot (az INTCON2-be be kell írni az 55h, majd az AAh értéket), végül kiadható a WR parancs (azaz a WR bit is 1-re állítható. Ezt az utasítást itt is két NOP-nak kell követnie, a harmadik utasítással folytatódik a mikrovezérlő működése.

A Flash írását a törlés után lehet végrehajtani. A beírásra kerülő sort elő kell készíteni, a 32 puffer betöltésével. Ezeket a cím alsó öt bitje alapján választja ki a mikrovezérlő. A pufferek fizikailag a Flash-hez tartoznak, beírásukhoz már szükséges az EECION2-be történő fiktív beírás sor, azaz az 55h majd az AAh betöltése, azután a két NOP. Minden egyes pufferbe írásnál ezt az utasítássort is be kell építeni a programba.

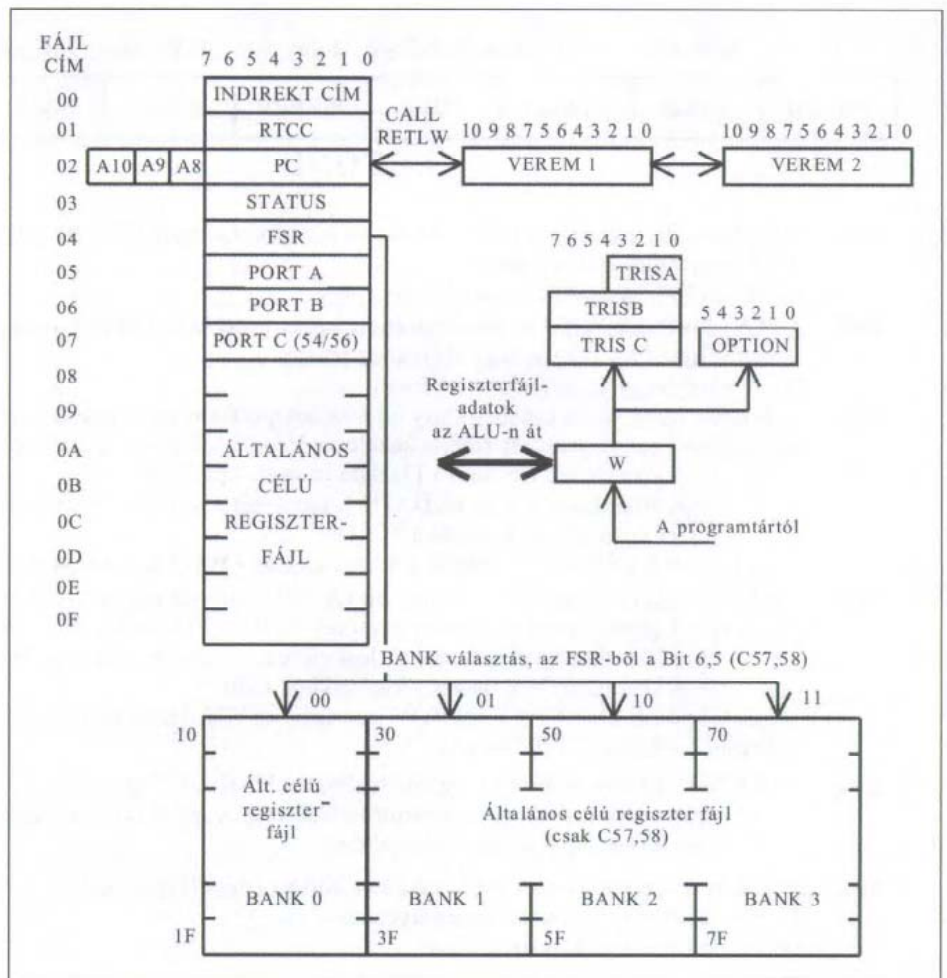
Végül, ha a pufferekben benn van a sor rekeszeibe szánt információ, a vezérlőbitekkel ki kell választani a Flash írási állapotot, majd (az EECION2-be történő 55h és AAh beírása után) kiadható az írási parancs, amit a két NOP követ. A Flash írási ciklusideje kb. 2 ms. Megkönnyíti a felhasználó helyzetét, hogy a katalógusban mintaprogramot találunk a Flash írására is.

És ezzel még nem merültek ki azok a lehetőségek, melyekkel a továbbfejlesztett PIC16F mikrovezérlőn futó program elérheti a Flash programmemóriáját! A továbbiak megértéséhez vissza kell kanyarodnunk a PIC-ek bölcsőjéhez.

A 7. ábrán látható a legelső változatok, a PIC16C5x áramkörök adatmemóriája. Csak néhány rendszerregiszter található a RAM területen, ezek egy része címezhetően (pl. a 01 címen az RTCC, a 03 címen a STATUS), más regisztereket csak speciális utasításokkal lehetett kezelni (pl. az az OPTION, a TRISx regisztereket).

A SRAM rekeszek (a Microchip elnevezésének megfelelően a fájlregiszterek) lehetnek a programban az adatmozgató, az aritmetikai, a logikai utasítások forrásregiszterei, célregiszterei, azaz ezek tartalmával lehet elvégeztetni a különféle műveleteket. Az utasítás-készletben a fájlregiszterekre hivatkozó utasításokban a regiszter címe szerepel, ezért ezek közvetlen címzésű utasítások.

Programtechnikai szempontból sokszor előnyös, ha a regiszter címe nincs direkt módon beírva a programba, hanem azt egy regiszterben lehet kialakítani, az utasítás csak hivatkozik



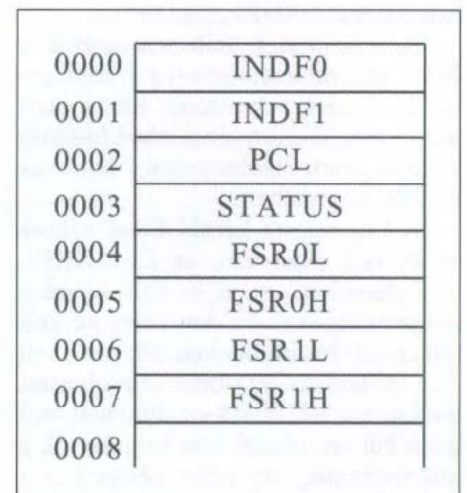
7. ábra

erre a regiszterre – ez a regiszteres közvetett címzésű megoldás. Az utasítás-készlet kis mérete nem tette lehetővé, hogy minden aritmetikai, logikai, adatkezelő utasításnak két változata legyen, egy közvetlen címzésű és egy közvetett címzésű. A PIC utasításkészletben formailag csak közvetlen címzésű utasítások szerepelnek, ugyanakkor a közvetett címzés lehetőségét is ki kellett alakítani. A megoldás a következő: van egy kitüntetett cím, a PIC16C5x elemeknél a 00. Ha a közvetlen címzésű utasításban a fájlregiszter címe 00, akkor nem a 00 című regiszterrel végez műveletet, hanem az FSR (File Select Regiszter, fájlválasztó regiszter) tartalmával (itt ez az adatmemória 04 című rekesze).

Az FSR tehát a közvetett címző regiszter, ott lehet előkészíteni a közvetett címet, aktivizálni pedig a 00 cím használatával lehet. Mindebből következik, hogy az adatmemóriában a 00 című rekesz fizikailag nem is létezik.

Ezt a technikát örökölték a későbbi PIC családok, így a továbbfejlesztett PIC16F CPU is, de jelentősen átalakít-

va! Az adatmemória 32 bankból áll, s mindegyiknek azonos az első 12 rekesze, azaz ezek a regiszterek bankfüggetlenül érhetőek el. A 12 regiszterből az első nyolc a 8. ábrán látható. A 0000 adatmemóriacím most is arra utal, hogy közvetett címzést használunk, de most a 0001 cím is ilyen „üzenetet” hordoz. A két regisztercím használata



8. ábra

PIC18F "K22" Series

Broadest Portfolio of High Performance 8-bit MCUs

1.8V - 5.5V Operation

XLP

Model	Pins	Memory (KB)
PIC18F14K22	20	8-16
PIC18F26K22	28	8-64
PIC18F46K22	40/44	8-64
PIC18F67K22	64	32-128
PIC18F87K22	80	32-128

11. kép

alakítottak ki, így a belső memóriák kezelését is. Újszerű lett az adatmemóriaként funkcionáló SRAM szerkezete, az utasításkészlet is. Később az utasításkészletet továbbfejlesztették, minderről részletesen tájékozódhat az [5,7] munkákból. Jelenleg ezek a leghatékonyabb nyolcbites mikrovezérlők a Microchip ajánlatában (10., 11. kép).

6.1. Kiegészítő adat-EEPROM a PIC18F áramkörökben

A PIC18 áramkörök felhasználói között nagyon népszerű a kiegészítő EEPROM, ezért a mikrovezérlők nagy részében találunk adat-EEPROM-ot. Jelenleg (2012 elején) a Microchip honlapján 200-nál valamivel több különféle PIC18F áramkör található. A 84 különféle PIC18F áramkör közül csak 22-ben nincs EEPROM, a 40 féle PIC18FK áramkör mindegyikében megtalálható ez a részlet. A PIC18FJ mikrovezérlőkben viszont egyben sincs EEPROM adatmemória.

Az adat-EEPROM kapacitása különféle lehet: a legkisebb 128 bájt, a legnagyobb 1024 bájt. Többnyire a kisebb programtárral készülő mikrovezérlőkben kisebb az EEPROM is, az 1 KiB-os EEPROM-ot a nagyobb Flash memória mellé helyezték el. Ennek megfelelően a címzésre szolgáló bitek száma is változik, 7 bitről (a 128 bájtossal) a 10 bites címzésig (az 1024 bájtossal). Az

EEPROM a PIC mikrovezérlőkben igen jó minőségű, általában 1 000 000 törlési/átírási ciklust visel el („endurance” érték), és 40...100 évig őrzi meg a tárolt adatokat.

Az EEPROM-mal rendelkező mikrovezérlőkben minden esetben megtalálható a már megismert négy SFR regiszter: EECON1, EECON2, EEDATA, EEADR. Ahol az EEPROM címzéséhez nyolcnál több bit szükséges, megjelenik egy második címző regiszter is: EEADRH. Az EEPROM adatmemória itt is bájt-hozzáférésű, azaz rekeszenként lehet írni, olvasni. Egy írási művelet előkészítéseképpen az EEDATA rekeszben kell elhelyezni a beírásra váró adatot, a címet az EEADR rekeszekben. Olvasáskor a kiolvasott adat jelenik meg az EEDATA rekeszben. Ha adatot írunk egy EEPROM rekeszbe, az írás elrendelésekor automatikusan megtörténik első lépésként a rekesz törlése, ezt követi az új adat beírása (törlés-írás-előtt, erase-before-write működés), itt sem kell az EEPROM rekeszek törlésével a felhasználónak foglalkoznia. Az írási időt egy beépített időzítőáramkör kezeli.

Az EECON1 regiszter szolgál az EEPROM vezérlésére (de a Flash kezelését is ez biztosítja). A regiszter bitelrendezése a 6. ábrán bemutatottal megegyezik azzal az eltéréssel, hogy itt hiányzik az LWLO.

Az adat-EEPROM olvasásához először a rekesz címét kell betölteni az

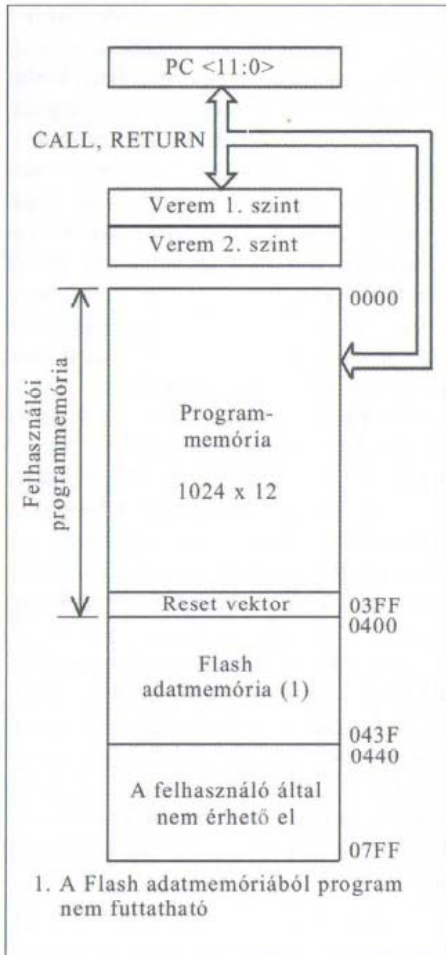
EEADR regiszterbe (hosszabb cím esetén az EEADR és az EEADRH regiszterekbe), ezután 0-ra kell állítani az EEPGD majd a CFGS vezérlőbiteket, végül 1-re kell állítani az RD bitet (nem egy utasítással, hanem bitenként, egymás után, egy-egy külön utasítással). Az adat a következő gépi ciklusban kiolvasódik, így az EEDATA rekeszből már a következő utasítással ki is olvasható. A kiolvasott adat mindaddig megmarad az EEDATA rekeszben, míg egy következő EEPROM működés át nem írja a tartalmát.

Az adat-EEPROM írását a PIC16 mikrovezérlőknél már korábban megismert módon lehet elvégezni. Most is a cím betöltésével kell kezdeni a folyamatot, majd az adatregiszterbe kell helyezni a beírásra váró adatot. Ezután sorban be kell állítani a vezérlőbiteket, az EEPGD bitet 0-ra, a CFGS bitet 0-ra, a WREN bitet 1-re. A WREN bit beállítása, 1 értéke engedélyezi az EEPROM írását. Általában 0 értéken kell ezt a bitet tartani, kivéve, ha éppen az EEPROM-ot kívánjuk írni. A bitet a hardver nem nullázza, szoftverrel kell később törölni is. A következőkben itt is a biztonsági szekvencia következik. A megszakításokat tiltani kell, majd az 55h értéket be kell írni az EECON2 regiszterbe, ezután az AAh értéket is be kell oda tölteni.

A fenti beállításokat és működéseket követően egy új utasítással kell a WR vezérlőbitet aktivizálni, azaz 1 értékre váltani, ezután a megszakítások ismét engedélyezhetőek. Az írási folyamat hosszabb időt (3...4 ms) igényel, ennek végén a hardver törli a WR bitet, ezzel és az EEIF flagbit 1-re állításával jelezve az írási ciklus hibátlan elvégzését.

Az EEIF flagbitet szoftverrel kell törölni. Ha az EEPROM írást befejeztük, a WREN bitet is törölnünk kell.

A PIC18 mikrovezérlők katalógusában is két adatot is találunk a megengedhető törlés/olvasás ciklusok számával kapcsolatban. Az egyik itt is az EEPROM egy rekeszének átírási lehetőségeire vonatkozik (Byte Endurance), ennek legkisebb értéke általában 100 K, azaz 100 000; a névleges értéke 1 M, azaz 1 000 000. Az elektromos adatok sorában a másik érték most is a Number of Total Erase/Write Cycles Before Refresh (az összes törlési/írás ciklus száma, mielőtt frissíteni kell). Mint már tudjuk, a rekeszek egymásra hatása miatt lehet szükség a teljes EEPROM terület frissítésére, ami a tar-



9. ábra

- meg kell határozni a sort, amely a kiválasztott címet tartalmazza,
- ha a sorban vannak megőrzendő tartalmak, akkor a sort át kell másolni SRAM-ba,
- a Flash sort törölni kell,
- a kívánt Flash rekeszbe beírjuk a szükséges tartalmat,
- a SRAM-ból a sor többi elemét is vissza kell írni a Flash területre.

A törlési és írási működések biztonsága érdekében egy utasítássorrend által alkotott „kulcsot” kell használni, ami az EECON regiszter egyes bitjeit módosító BSF utasítások meghatározott sorrendje.

A Flash adatmemória egy sorának törléséhez az EEADR regiszterbe a sor valamelyik rekeszének címét kell beírni. A kulcsnak megfelelően sorban egymás után (más utasítás közbeiktatása nélkül) egy-egy BSF utasítással 1-re kell állítani az EECON regiszterben a FREE, a WREN, végül a WR bitet. Már is megkezdődik a törlési ciklus. A törlés idejére a programvégrehajtás felfüggesztődik. A törlés végén azt az utasítást hajtja végre a mikrovezérlő, ami a WR bitet 1-re állító utasítás után következik (nincs szükség NOP utasítások beírására).

Ha írni kívánunk egy Flash adatmemória-rekeszt és a sort már töröltük, akkor a következő lépéseket kell végrehajtani. El kell helyezni a rekesz címét az EEADR regiszterben, majd a beírás

dó adatot az EEDATA-ban. Ezután két egymást követő BSF utasítással be kell állítani 1-re előbb a WREN, majd a WR bitet az EECON regiszterben.

A két utasítás között más utasítás nem lehet, és csak ebben a sorrendben használhatóak. Ha ezt a „kulcsot” megsértjük (fordított sorrendben kívánjuk a biteket 1-re állítani, vagy a két utasítás közé más utasítás is beékelődik), akkor az írás nem történik meg.

A WR beírásakor (írási parancs) elkezdődik az írási ciklus, az utasítások végrehajtása felfüggesztődik. Amikor az írási ciklus befejeződik, a WR-t beállító utasítást követő utasítással folytatódik a program futása, itt sem kellene a NOP utasítások.

A Microchip javasolja, hogy egy Flash adatmemória-rekesz beírása után verifikáljuk azt, azaz rögtön ellenőrizzük, hogy a megfelelő tartalom van-e a rekeszben. A mikrovezérlő katalógusában a Flash adatmemória kezeléséhez használható kis programrészleteket is bemutatja a gyártó.

6. EEPROM és Flash részletek kezelése a PIC18F mikrovezérlőkben

A PIC18C mikrovezérlőket 2000-ben azzal a céllal fejlesztette ki a Microchip, hogy a magas szintű, C nyelvű programozáshoz illeszkedő hardver álljon a felhasználók rendelkezésére. Minden részletet a C-nek megfelelően

előben). A beírásra váró vagy kiolvasott adatot az EEDATA rekesz tartalmazza.

Egy rekesz kiolvasásához a címet el kell helyezni az EEADR regiszterben, majd az EECON regiszterben az RD bitet 1-re kell állítani. A kiolvasott adat azonnal elérhető az EEDATA regiszterben, s ott mindaddig megőrződik, amíg egy későbbi Flash adatmemória művelet át nem írja.

Az EEPROM adatmemóriák kellemes tulajdonsága, hogy rekeszenként írhatóak, s a Microchip az írási lépésbe „beintegrálta” az előzetes törlést is, azaz a törléssel a felhasználónak nem kellett foglalkoznia. A Flash memóriák kezelésénél ez nem így szokott lenni, most is „kézzel” kell törölni a megfelelő rekeszeket írás előtt. További gondot jelent, hogy a Flash adatmemória soronként törölhető, bájtonként írható. A 64 rekeszes terület nyolc sort alkot, így egy-egy sor nyolc bájtól áll, nyolc egymást követő rekeszből. Mivel minden írási műveletet törlésnek kell megelőznie, kissé bonyolódik a beírás, ha már vannak megőrzendő tartalmak a Flash adatmemóriában. Egy bájt beírásának a fő lépései a következők:

Memory Size	64-Pin	80-Pin
128 KB	PIC18F6722 (GP/nW)	PIC18F8722 (GP/nW)
96 KB	PIC18F6627 (GP/nW)	PIC18F8627 (GP/nW)
64 KB	PIC18F6622 (GP/nW)	PIC18F8622 (GP/nW)
48 KB	PIC18F6527 (GP/nW)	PIC18F8527 (GP/nW)
32 KB	PIC18F6520 (General Purpose)	PIC18F8520 (General Purpose)

Legend: Concept (Red), Sampling (Yellow), Production (Green)

10. kép

Az RD és a WR vezérlőbitek inicializálják az olvasási illetve az írási folyamatot. Szoftverből ezeket a biteket csak beállítani lehet (azaz 0-ról 1-re váltani), törölni nem. Az olvasási illetve az írási folyamat végén a hardver automatikusan törli a biteket. Így elkerülhető, hogy téves szoftver működés miatt egy folyamat félbeszakadjon.

A WRERR bit akkor lesz 1 értékű, ha egy írási/törlési működést egy külső reset jel, vagy a WDT időtúlfutása félbeszakít. Ilyen esetben a felhasználói program a WRERR bit értéke alapján ismételt írást kezdeményezhet. Ehhez azonban előzőleg ismét be kell állítani a címző- és az adatregisztereket is, mert ezeket a reset folyamat törli.

Egy Flash írási, törlési folyamat sikeres befejezésekor az EEPROM megszakítási flag bit (EEIF) 1 értékűvé válik, ezt szoftverrel lehet csak törölni ezután.

A TABLAT (Táblat Latch; táblázat latch) regiszter egy nyolcbites regiszter, ami az SFR területen található. A programmemória és az adatmemória közötti adatáthelyezés folyamán átmenetileg ez a regiszter tárolja az adatot.

A TBLPTR (Table Pointer; tábláztcímző pointer) választ ki a Flash területén egy bájtot. A TBLPTR az SFR terület három regiszteréből áll:

TBLPTRU : TBLPTRH : TBLPTRL,

azaz TBLPTR legfelső bájt : TBLPTR felső bájt: TBLPTR alsó bájt. A három regiszter együtt alkotja a 22 bites pointert. Mint említettük, ennek alsó 21 bite tud egy Flash rekeszt megcímezni a 2 MiB területen, a 22. bit szolgál az eszköazonosító (ID), felhasználói azonosító (ID), és a konfigurációs terület elérésére. A táblázatkezelés közvetett címmel történik, a címet a TBLPTR tartalmazza. A TBLPTR négyféle módon használható fel táblázatkezeléskor, amire az utasításnév kiegészítése utal (4. táblázat).

Ezek a műveletek csak a TBLPTR alsó 21 bitjét befolyásolják!

A TBLPTR bitjeinek különböző csoportjait használják a különféle műveletek a táblázatkezelés során. A táblázatosítás bájt elérésű, a Flash egyes, nyolcbites rekeszeit lehet kiolvasni, a teljes 22 bit felhasználásával. A táblázattörlés és a táblázatírás blokkokban valósul meg, s mint tudjuk, sokszor ez két különböző blokkméretet jelent.

A PIC18F1230/1330 áramköröknél pl. törléskor 64 bájt a blokk mérete,

4. táblázat

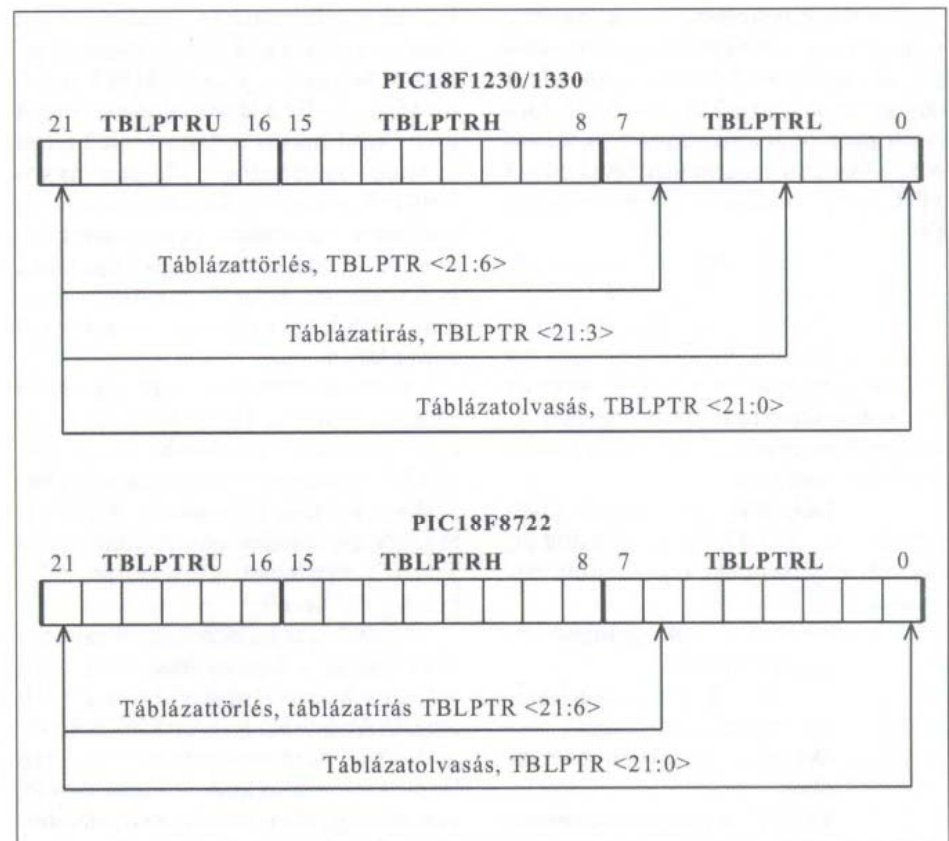
TBLRD*/TBLWT*:	a TBLPTR nem változik a táblázatkezelés során,
TBLRD*+/TBLWT*+:	a TBLPTR az utasítás végrehajtása után inkrementálódik,
TBLRD*-/TBLWT*-:	a TBLPTR az utasítás végrehajtása után dekrementálódik,
TBLRD+*/TBLWT+*:	a TBLPTR az utasítás végrehajtása előtt inkrementálódik.

íráskor viszont csak 8 bájt. Ennek megfelelően törléskor a TBLPTR 0 - 21 bitjei közül a felső 16-ot, íráskor a felső 19-et használja a mikrovezérlő (10. ábra). A PIC18F8722 áramkörnél törléskor is, íráskor is azonos a blokk mérete, egyaránt 64 bájt, ezért mindkét működéskor a felső 16 bit kerül felhasználásra (a 10. ábrán ezt is láthatjuk). Az írási művelet végrehajtásakor az alsó TBLPTR bitek azt mutatják meg, hogy a blokk beírásakor (hosszú írás) egy-egy bájtba átmeneti (holding) regiszter tartalma kerül be.

Mint látható, a törléskor kezelt Flash blokk mérete nem feltétlenül egyezik meg az íráskor érvényes blokkmérettel. A PIC18 mikrovezérlők többségénél a törölhető blokk mérete 64 bájt, miközben az írható blokk lehet 64 bájt, 32 bájt, 16 bájt, esetleg 8 bájt. De eltérő blokkméreteket is találunk a csa-

ládnál, a nagyobb programmemóriával készülő áramköröknél (pl. 18FX7K22) 128 bájt törölhető és 128 bájt írható blokkot, míg pl. a PIC18F45J10 áramkörnél az írható blokk mérete 64 bájt, a törléskor kezelt blokké pedig 1024 bájt.

A Flash olvasásakor egy TBLRD utasítást használunk fel a programmemória tartalmának egy fájlregiszterbe történő áthelyezésére. Egy ilyen lépés egy bájt tartalmát olvassa ki a Flashból. Először a TBLPTR-t kell feltölteni a programtár megfelelő rekeszének címével, majd következhet a TBLRD utasítás, ami a megcímezett bájtot a TABLAT regiszterbe helyezi. Onnan további utasítással lehet a kiválasztott fájlregiszterbe továbbítani az adatot. Ha pl. a TBLRD*+ utasítást alkalmazzuk,



10. ábra

talom kiolvasásából és visszairásából áll.

A PIC18F mikrovezérlők katalógusaiban is megtaláljuk a mintaprogramokat az EEPROM kiegészítő adattár olvasására, írására és frissítésére egyaránt.

Az EEPROM adattár használata során a PIC18F család áramköreinél is célszerű figyelembe venni azokat a javaslatokat, melyeket a PIC16 mikrovezérlőknél ismertettünk. Természetesen a PIC18 családban a táblázatíró/táblázatolvasó utasításoknak köszönhetően (ld. a következőkben) a programtárolóba is beírhat a futó program elmentésre szánt adatokat. Nem szabad azonban megfelekedni a különbségekről sem: a Flash törlési/írási ciklusainak megengedett száma alacsonyabb (kisebb az endurance értéke), és a programtár alapvetően blokkos elérésű.

Mivel néhány PIC18F mikrovezérlőnek és az összes PIC18FJ áramkörnek hiányzik az EEPROM adatmemóriája, a Microchip kidolgozta a Flash programmemóriában emulált adat-EEPROM megoldást, amit alkalmazási segédletekben mutat be [10, 11]. A megoldás érdekessége, hogy a Flash 16 bites rekeszében tárolja az emulált EEPROM címet is és a tartalmát is. Ugyanazt az emulált EEPROM-rekeszt minden íráskor másik Flash rekesz fogadja be. Az ügyes megoldás eredményeképpen az emulált EEPROM-ra érvényes törlés/írás ciklusszám a Flash endurance értékénél jóval magasabb! Az alkalmazási segédletekhez a Microchip a megoldás forráskódját is szolgáltatta.

6.2. A táblázatkezelő utasítások és alkalmazásuk

A PIC18C mikrovezérlők megjelenésekor az utasításkészletben már szerepelt a programmemória futó szoftverből történő olvasásának, írásának lehetősége. Formailag ez a lehetőség a programmemóriában elhelyezett adattáblázatok közvetlen kezelését biztosítja (innen ered az utasítások elnevezése is: táblázatíró, táblázatolvasó utasítás), de a gyakorlatban kiderült, hogy sokkal többet is lehetővé tesznek! A táblázatkezelésen kívül ez a két utasítás, a táblázatírás (TBLWT) és a táblázatolvasás (TBLRD) megoldhatóvá teszi pl. azt is, hogy egy működő mikrovezérlős rendszer soros vagy párhuzamos bemeneten keresztül az adattárolójába program-

részleteket fogadjon be, amiket azután áthelyez a programmemóriába és így le is tudja azokat futtatni.

A programmemória egy rekesze is nyolcbites és az adattárá is. Az utasításpáros e két, különféle jellegű memóriaterület között biztosítja a nyolcbites adatok mozgását, egy 8 bites regiszter, a TABLAT közbeiktatásával.

A PIC18 mikrovezérlőkben a PC (programszámláló) 21 bites. A táblázatkezelő utasítások címzőregisztere, a TBLPTR azonban 22 bites, bájtonként kezeli a programmemóriát. Az alsó 21 bit a teljes, 2 MiB kapacitású programmemória címzését lehetővé teszi (rekeszenként), a legfelső bit 1-re állításával lehet elérni táblázatkezelés jelleggel az eszköz-ID, a felhasználói-ID területet és a konfigurációs regisztereket.

Egy táblázatírás egy programtár-rekeszbe helyez be új tartalmat. A PIC18C család megjelenésekor ez nem jelentett problémát, a programmemória EPROM volt, amit szavanként lehetett programozni (igaz, hogy eközben a mikrovezérlőre egy magasabb programozófeszültséget is rá kellett kapcsolni). Ma a PIC18F áramkörök kizárólag Flash programmemóriával készülnek, s mint már többször beszéltünk róla, a Flash jellegzetessége, hogy az írást nem rekeszenként, hanem blokkonként, soronként lehet megoldani. A blokk mérete változó, típustól függ (van 8 bájtos, 16 bájtos, 32 bájtos, 64 bájtos szervezésű Flash is a PIC18F mikrovezérlők között). Az írás előtti kötelező törlést is a felhasználói programmal kell megoldani, ez is blokkos jellegű. Sajátos módon egyes mikrovezérlőkben a törlési blokkméret nagyobb, mint az írási, erre különösen kell ügyelni! Az egy lépésben történő teljes törlés (bulk erase) programból nem kérhető.

A programmemória törlése vagy írása átmenetileg megszünteti a programkiolvasást, s addig ez nem is folytatódik, míg az írási vagy törlési folyamat véget nem ér. A mikrovezérlő belső időzítője határozza meg a törlési, írási folyamat végét.

A Flashbe beírásra kerülő adatnak nem kell érvényes utasításkódnak lennie. Amennyiben a programmemóriából utasításkódként kiolvasódik egy adat, ami nem értelmezhető, akkor egy NOP kerül végrehajtásra.

A táblázatkezelés lényegében információs hidat teremt a Harvard architektúra miatt elkülönített programtár és adattár között. A táblázatolvasás utasí-

tás a programmemóriából elővesz egy adatot és elhelyezi a RAM területen. A táblázatírás utasítás eltárol egy, az adatmemóriából származó adatot a programmemória holding (átmeneti, puffert) regiszterébe. Később majd részletesen bemutatjuk, hogy a holding regiszterből hogyan kerül az adat a Flash megfelelő rekeszébe.

A PIC18 mikrovezérlők utasításainak 16 bit a számereve, az utasítások többsége egyszavas, néhány kétszavasat is alkalmaztak. A programmemória nyolcbites rekeszekből áll, tehát egy utasítás két rekeszt foglal el. A programok betöltésekor minden utasításszónak páros címen kell kezdődnie a Flashben. A táblázatkezelés viszont bájtokat kezel. Egy táblázat, ami adatokat tartalmaz, nem programkódokat, bármilyen címen kezdődhet, nem kell, hogy szószervezésű legyen. Ha a táblázatírással végrehajtandó kódokat helyezzünk el a Flashben, akkor viszont a szószervezéshez kell igazodnunk (az utasításszavakat tehát páros címen kell elhelyezni).

A táblázatkezelést négy regiszter szolgálja ki, ezek:

EECON1
EECON2
TABLAT
TBLPTR.

Az EECON1 ugyanaz a regiszter, amit már az EEPROM kezeléssel kapcsolatban megismerttünk. Az EECON2, mint tudjuk, fizikailag nincs kialakítva. Az EECON1-ben levő bitek szerepét már korábban megismerhettük, most csak röviden megismételjük. Az EEPGD vezérlőbit határozza meg, hogy a programmemóriát vagy az adat-EEPROM-ot kívánjuk kezelni. Beírt (1) állapota jelöli ki a Flash tárolót. A CFGS vezérlőbit a konfigurációs/kalibrációs regiszterek illetve a Flash/EEPROM memóriák között választ. Ha 1 értékű, akkor a konfigurációs területet kezeljük (függetlenül az EEPGD értékétől). Ha CFGS = 0, akkor a memóriaválasztást az EEPGD vezérli.

A FREE bit, ha 1 értékű, engedélyezi a programtár törlését. A FREE = 1 helyzetben egy WR parancs a törlést indítja. Ha a FREE = 0, a WR hatására írási folyamat kezdődik. A WREN bit, ha 1 értékű (beállítottuk), engedélyezi a törlési, írási működéseket. A tápfeszültség bekapcsolása után a WREN bit törölt állapotú.

végrehajtás szünetel mindaddig, míg a hosszú írás idejét mérő belső áramkör nem jelzi az írási folyamat végét. A Flash hosszú írásának időtartamát, a törlési folyamat időtartamát és az adat EEPROM írásának időtartamát a PIC18F mikrovezérlőkben ugyanaz az időzítő egység, az EEPROM On-Chip Timer méri. Amikor letelt a hosszú írás ideje, folytatódik a kód végrehajtása a megszakítások engedélyezésével, valamint (célszerűen) a Flash írásának leállításával.

A Flash rekeszek törölt állapotban tiszta 1 tartalmúak, azaz egy bájt hexadecimális tartalma FF. A megvásárolt mikrovezérlőkben a még be nem programozott Flash memória is FF értékeket tartalmaz, és később a törlés is így állítja be a biteket. A Flash programozása lényegében a szükséges biteknél az 1 értékének 0-ra váltását végzi el. Tulajdonképpen ez magyarázza meg, miért kell az írási művelet előtt törölni: a Flash biteit csak a törlési folyamat tudja 0-ról 1-re váltani. A programozási folyamat pedig csak 1 értékű biteket tud 0-ra módosítani, a fordított változtatást nem tudja elvégezni. Ha a Flash írási folyamatban a holding regiszterben 1 érték van, ez azt eredményezi, hogy a Flash megfelelő bitjét az írási folyamat nem változtatja meg!

Egy további sajátossága a PIC18F áramköröknek, hogy a holding regiszterek a Flash hosszú írási folyamat végén nem tartalmazzák a korábban oda betöltött értékeket, az írási folyamat végén minden holding regiszter FF tartalmú (kivéve a PIC18FJ áramköröket)! Ezt ki lehet használni, ha nem kívánjuk a Flash írási blokk minden rekeszét átírni, akkor azoknak a rekeszeknek a holding regiszterét, amelyeket nem kívánunk módosítani, FF tartalmúnak kell hagyni!

A módosításra kerülő Flash rekesznél azonban előzetes törlés nélkül csak 1 értékű kiindulási bitek változtathatóak meg 0 értékre! Ha 0-ról 1-re is kell váltani, akkor előzetes törlésre van szükség, az pedig semmiképpen nem oldható meg bájt méretben, csak törlési blokk jelleggel, és máris a

teljes blokk minden rekeszét kezelni kell, a példában látott módon ki kell olvasni majd vissza kell írni.

A legtöbb PIC18F mikrovezérlőkben a Flash törlési blokkja és az írási blokk azonos méretű, de mint láttuk, vannak olyan áramkörök, melyeknél a törlési blokk nagyobb. Ilyen esetben átgondoltan kell megoldani a Flash írását. Ha folyamatosan nagyobb programtár-területet töltünk fel, nincs nagy probléma. Legyen pl. a törlési blokk 64 bájt, az írási pedig 8 bájt! Ekkor minden 64 bájt kezelésének elején elvégzünk egy törlést, majd nyolcszor csak írási működés következik, így a kitörölt 64 bájtos Flash területet teleírtuk. Ezután következhet egy új törlés. Ha azonban csak néhány bájtot szeretnénk átírni, akkor a törlés előtt mind a 64 bájtot ki kell olvasni az adattárba, ott elvégezzük a tartalmak módosítását, majd nyolc egymás utáni írási ciklussal mind a 64 bájtot vissza kell írni. Ha nem így tennénk, s a törlés után csak a számunkra érdekes 8 bájtot íránk vissza (egyetlen hosszú írási folyamattal), a további 56 kitörölt bájt az eredeti értékek helyett FF tartalmat mutatna!

Lényeges tudnivaló: a PIC18FJ áramköröknél a gyártó a Flash egy-egy rekeszénél minden írás előtt kötelezően törlést ír elő (a többiekénél törlés után akár többször is írható a rekesz)!

7. Zárszó helyett

A mikrovezérlőknel a Harvard felépítésnek megfelelően elkülönített programmemória és adatmemória a nagy hatlékonyságú programoknál, az igényes működéseknél komoly alkalmazási korlátot jelent. Ezért a Microchip a PIC mikrovezérlők fejlesztése során is egyre több megoldást alkalmazott e két memóriaterület között az átjárhatóság megteremtésére. Ma már a legtöbb PIC mikrovezérlő képes a programmemóriáját a futó programból olvasni, sok esetben írni is.

Az előző oldalakon láthattuk, hogy sok különféle megoldást alkalmaznak a mikrovezérlőknel, és azonos megoldás esetén is eltérőek lehetnek a paraméte-

rek, különféleképpen lehetnek a blokkméretek, típusonként más és más lehet a törlési/programozási ciklusok megengedett száma, az adatörzési idő. Egyes típusoknál az írási, törlési ciklusok elindítása után két NOP utasítást kell beírni a programba, máshol erre nincs szükség. Az EEPROM-ok használata során pedig sok típusnál egy új feladat is megjelenik, a teljes terület frissítése, amihez folyamatosan számlálni kell az EEPROM rekeszek írási ciklusait. Elengedhetetlen ezért, hogy alaposan áttanulmányozzuk a kiválasztott mikrovezérlő katalógusát.

Irodalom:

1. Madarász László: Az Intel 8 bites mikrovezérlői és származékaik. Rádiótechnika Évkönyve 1990. 137-162. o.
2. Madarász László: Az Intel 8051 család. Rádiótechnika Évkönyve 1992. 82-109. o.
3. Madarász László: A PIC16CXX mikrovezérlő családok. Rádiótechnika Évkönyve 1995. 70-91. o.
4. Madarász László: A PIC mikrovezérlők kiterjedő családfája. Rádiótechnika Évkönyve 2002. 57-76. o.
5. Madarász László: A Microchip PIC18 mikrovezérlőmag átalakulása 2000-2011 között. Rádiótechnika Évkönyve 2012. 151-69. o.
6. Madarász László: A PIC16 mikrovezérlők. KF GAMF Kar jegyzete, Kecskemét, 2010. H-405. 121 o.
7. Madarász László: A PIC18 mikrovezérlők. KF GAMF Kar jegyzete, Kecskemét, 2011. H-406. 136 o.
8. Madarász László: A kis lábszámú PIC mikrovezérlők. A továbbfejlesztett PIC16F CPU. KF GAMF Kar jegyzete, Kecskemét, 2012. H-407. 69. o.
9. Bryan Santo: 25 Microchips That Shook the World. IEEE Spectrum 2009. 1 May. Fellelhetőség: <http://spectrum.ieee.org/semiconductors/processors/25-microchips-that-shook-the-world>
10. David Otten: Emulating Data EEPROM for PIC18 and PIC24 Microcontrollers and dsPIC Digital Signal Controllers. Microchip AN1095. DS01095D.
11. Microchip: Migrating from PIC18F to PIC18FXXJ Flash Devices. DS01021A. Microchip PIC mikrovezérlők katalógusai. (Fellelhetőség: www.microchip.com)

A képek forrásai: www.microchip.com és www.wingstech.com.



AGeta
a megoldásszállító...

ALFANUMERIKUS ÉS GRAFIKUS KIJELZŐK



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

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



ELFA

akkor egy következő kiolvasáskor automatikusan a következő címet fogjuk elérni, így lehet egy teljes 16 bites szót, vagy akár több szavas adatsort kiolvasni.

A Flash törlése blokkosan történik. Futó programból a táblázatkezelésnél megadott méretű blokkok törölhetőek, a 10. ábrán szereplő mikrovezérlőknél egységesen 64 bájtt. A mikrovezérlők programmemóriáját nagyobb blokkokban is lehet törölni (bulk erase), de csak külső programozókészülékkel. Rekeszenkénti törlés egyáltalán nem lehetséges.

Ha egy törlési szekvenciát beindítunk, eredményeképpen egy teljes blokk törlődik a Flash-ben. A törlődő blokk címe a TBLPTR felső 17 bitje (TBLPTR<21:6>). Az alsó hat bitet (TBLPTR<5:0>) ez a működés figyelmen kívül hagyja.

A törlési működést az EECON1 regiszter vezérli. Az EEPGD 1 értékű bittel a Flash-t kell beállítani. A WREN 1 értékű bittel engedélyezni kell az írási működést. A FREE bit 1 értékével a törlési működést kell engedélyezni. A véletlen törlés ellen a törlési működést az EECON2-t felhasználó szekvencia vezeti be, az 55h majd AAh érték beírásával. (Ezt a már jól ismert szekvenciát természetesen az írási működésnél is használni kell majd.)

A törlés egy hosszú írási művelettel valósul meg. A végrehajtás időtartamára az utasításvégrehajtás szünetel. A hosszú írási működést egy belső időmérő zárja le automatikusan. A törléshez szükséges programozófeszültséget a PIC belső feszültségkonvertere biztosítja.

A Flash programmemória törlésének lépései tehát a következők:

1. a táblázat pointer (TBLPTR) felső bitjeire be kell írni a blokk címét (ez a Flash memória egy sora), az alsó hat bit értéke közömbös (Lényegében az adott sorban elhelyezkedő egyik rekesz címét kell beírni.),

2. az EECON1 regiszterben elvégezzük a vezérlőbit beállítását, egy-egy egymás után végrehajtott utasítással:

- EEPGD = 1 (programmemória kiválasztása),
- CFGS = 0 (programmemória-terület kiválasztása),
- WREN = 1 (írás engedélyezés),
- FREE = 1 (törlés engedélyezés).

3. letiltjuk a megszakításokat,

4. beírjuk az EECON2-be az 55 értéket,

5. beírjuk az EECON2-be az AA értéket,

6. a WR bitet 1-re állítjuk, ekkor megkezdődik a törlési ciklus,

7. a CPU leáll a törlés időtartamára (pl. 2 ms, belső időzítő méri),

8. a törlési időtartam leteltekor a megszakításokat engedélyezzük.

A törlési (írási) parancs kiadása után nincs szükség NOP utasítások beiktatására! A mikrovezérlők katalógusában mintaprogramot is találunk a törlés kezelésére.

A Flash programmemória írása is blokkosan történik, ez a blokk (mint láttuk) egyes mikrovezérlőknél más méretű is lehet, mint a törlési blokk. Rekeszenkénti írást nem lehet elérni.

Példaként vizsgáljuk meg egy olyan PIC18 Flash írási folyamatát, melyben a törlési és az írási blokk egyaránt 64 bájtt méretű, ilyen pl. a PIC18F8722. Ebben az esetben 64 holding regisztert tartalmaz a mikrovezérlő.

A holding regiszterek közvetlenül nem érhetőek el a programozó számára. Annyi holding regisztere van egy mikrovezérlőnek, ahány bájttos az írási blokk. Beírásukat a táblázatíró utasítások végzik (rövid írás), tartalmuk a hosszú írás folyamata alatt töltődik át a Flash rekeszekbe. Egy-egy holding regiszter beírását egy-egy TBLWT utasítás végzi el. Ez a lépés minden esetben a TABLAT rekesz tartalmát tölti be egy holding regiszterbe. Minden egyes TBLWT utasítás a következő holding regisztert használja célregiszterként, viszont a TABLAT csak egyetlen, nyolcbites regiszter. A holding regiszterek feltöltése ezért egy írásciklussal nem oldható meg.

A táblázatírási folyamat egy lépése minden esetben a TABLAT új tartalmának beírásával kezdődik, majd egy TBLWT áthelyezi az adatot a soron következő holding regiszterbe. A holding regiszterek címzése automatikus, ezt a TBLWT utasítások végrehajtása közben a CPU kezeli.

A holding regiszterek betöltése után következhet a hosszú írás lépés, amit ugyanaz a szekvencia előz meg (55h majd AAh beírása a fiktív EECON2 regiszterbe), mint amit a törlés folyamatánál is használni kell. A Flash tényleges írása egyetlen hosszú írási művelettel valósul meg. A hosszú írás időtartamára az utasításvégrehajtás szünetel.

A hosszú írás folyamata alatt a CPU sorban megcímszi az egyes holding regisztereket, és a folyamat elején megadott Flash címtartomány (a cím a TBLPTR-ben tárolódik) egymást követő 64 címére helyezi el azok tartalmát. A kezelt Flash címtartományt a TBLPTR (TBLPTR<21:0>) felső 16 bitje (TBLPTR<21:6>) határozza meg, ez a Flash írásra kerülő blokkjának címe. A blokkon belül a 64 bájttot a TBLPTR alsó 6 bitje (TBLPTR<5:0>) címszi.

A hosszú írási működést egy belső időmérő zárja le automatikusan. Az íráskor a programozófeszültséget ugyanúgy a PIC belső feszültségkonvertere biztosítja, mint törléskor.

A következőkben összefoglaljuk a táblázatírási folyamat lépéseit:

1. a Flash blokk 64 rekeszből a tartalom beolvasása az adattárba (TBLRD utasításokkal). (Természetesen az adattár 64 bájttos területe egyéb módon is feltölthető adatokkal.),

2. szükség szerint az adattárban levő 64 bájtt módosítása,

3. a törlésre kerülő Flash blokk kezdőcímének betöltése a TBLPTR-be (most megegyezik az írható blokk kezdőcímével),

4. a Flash sor (törölhető blokk) törlése, a korábban látott módon,

5. az írásra kerülő blokk kezdőcímének betöltése a TBLPTR-be (ha az előzőtől eltérő),

6. a 64 bájtt betöltése a 64 holding regiszterbe (64 táblázatírási utasítás végrehajtása),

7. az EECON1 regiszter bitjeinek beállítása az írási művelethez:

- az EEPGD bit beállítása, a Flash kiválasztásához,
- a CFGS törlése, a Flash eléréséhez,
- a WREN beállítása az írás engedélyezésére,

8. a megszakítások letiltása,

9. 55h beírása az EECON2-be,

10. AAh beírása az EECON2-be,

11. a WR bit beállítása, ezzel megkezdődik a hosszú írás folyamat (itt 2 ms),

12. a programvégrehajtás szünetel a hosszú írási folyamat alatt,

13. a megszakítások újra engedélyezése,

14. igény esetén a Flash új tartalmának ellenőrzése táblázatolvasással.

A katalógusban a teljes írási működés programja is megtalálható. A program-



5. ábra. Tálosi József szövőmester az ősi Jacquard szövőszéken így szövi a mintákat

mint amit állítólag egyes vademberek tanúsítottak, amikor először láttak távcsövet vagy hallottak puskalövést, Miss Byron – akármilyen fiatal is volt – megértette működését és átlátta a találmány szépségét.

Az Analitikus gépről, Babbage egy torinói előadása után, Luigi F. Menabrea tábornok írt tanulmányt, amit 1842-ben adtak ki. Lady Lovelace – Babbage biztatására – angolra fordította az írást, és jegyzetekkel látta el. Ezekből a jegyzetektől – amelyeknek a terjedelme alig volt hosszabb, mint maga az írás – ismerte meg a tudományos világ az analitikus gép működését és főleg a programozását.

Ada a programot – a szövőgép nyomán (5. ábra) – mintának nevezte, a világon elsőként fogalmazta meg a programozás lényegét, ezért nevezzük Lady Lovelace-t a világ első számítógép-programozójának. (Az amerikaiak az egyik legkorszerűbb, XX. századi, magas-szintű programozási nyelvüket ADA-nak nevezték.)

Babbage eredeti rajzai alapján a londoni Science Múzeum – 1985 és 1991 között, Doron Swade kurátor javaslatára – Babbage születésének 200. évfordulójára elkészítette a Differenciagép 2. példányát. A műhelyt a múzeum földszintjén, a fogadó térben rendezték be, ahol – állandó közönség előtt – Barrie Holloway és Reg Crick mérnökök vezetésével (6. ábra), Babbage rajzai alapján készültek el a gép alkatrészei. Doron – aki bemutatta nekem az újjáépített gépet – bizonyíta-

ni szerette volna, hogy Babbage korában voltak olyan szerszámgépek, amelyekkel akármelyik Babbage gépet meg lehetett volna építeni, ezért a műhely számjegyevezérlésű, modern szerszámgépeit a XIX. századi pontosságúra „butították vissza”.

A gép 1991-re készült el, s Doron találta ki, hogy az első feladat, amit a gépen kiszámítanak, a következő lesz: $0+0=0$. A tényezőket beállították, egy tekerés a kurblin, és megszületett az eredmény: 0! A gép működött! Azóta Babbage születésnapján, december 26-án mindig bemutatják a gépet – működés közben. Régen voltam Londonban a Science Múzeumban, így nem tudom, hogy megőrizték-e ezt a – Doron Swade által – kezdeményezett hagyományt.

Charles Babbage, a programozható, mechanikus számológép XIX. századbeli feltalálója 2012-ben volt 221 éves. Az angolok – Babbage gépének a megépítésével – a XIX. században a világ számítás-tudományának az élére kerültek. Ezt a helyüket a XIX. század végén, Hermann Hollerith (1860–1929) (7. ábra) lyukkártyás gépeinek a megalkotásával – aki Charles Babbage technológiáját másolta és modernizálta – elvesztették az elsőségüket, és egészen a XX. század második feléig, Neumann János révén, átengedték az amerikaiaknak. Az angolokban ettől kezdve élt a vágy, hogy a számítástudományban a vezető helyüket visszaszerezzék.

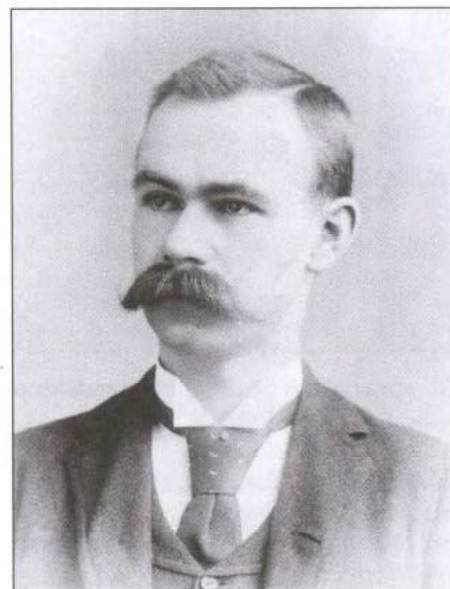
Ez az Alan Turingről (1912-1954) szóló írás egy kicsit Babbage történetének a folytatásáról is szól, azaz mennyire sikerült az angoloknak visszaszerezniük a számítástechnikában a vezető helyüket.

Alan Turing

A számítástechnika és a matematika világa 2012-ben ünnepelte Alan Turing (8. ábra) születésének 100. évfordulóját.



6. ábra. A Differenciagép második példányának építése



7. ábra. Hermann Hollerith

ját. Angol matematikus volt, aki – állítólag – ezt a címét szerette a legjobban.

A teljes neve: Alan Mathison Turing, aki 1912. június 23-án született London Paddingtonban. Apja – Julius Mathison Turing – az Indiai Köztisztviselők Karban szolgált, ezért – a feleségével, Ethel Sara Turinggal együtt – többnyire Anglián kívül tartózkodott, illetve Anglia és India között utazott. Amíg a szülők (1926-ig) távol voltak, a két gyerek, Alan és a bátyja, John, a rokonoknál laktak.

Alan iskolai és egyetemi éve

Alan-nél már korán felfedezhető volt későbbi zsenialitása, például – 3 hét alatt – magától tanult meg írni-olvasni és nagyon hamar számolni. Feljegyezték róla, hogy különösen a fejtörők iránt érdeklődött.

Tanulmányait a St. Michael iskolában, 6 éves korában kezdte (9. ábra), ahol az iskola igazgatónöje gyorsan meglátta tanítványuk kiváló szellemi képességeit. Az elemi iskolából a Malborough College zártkörű, magán középiskolába került, ahonnan a magatartása miatt kellett átmennie a Sherborne internátusba. A tanárok – valamennyi iskolában – látták, hogy diákjuknak a matematikához és általában a természettudományhoz valami egészen különleges tehetsége van, ennek ellenére azt szerették volna, ha nem a reál, hanem a klasszikus humán tudományokban kamatoztatja átlagon felüli szellemi képességét (10. ábra).

A humán ismeretek viszont nem nagyon érdekelték a fiatalembert, ezért

2012 – az Alan Turing centenárium éve

Dr. hc. Kovács Győző

Charles Babbage

Az angol birodalom a XVIII. században arra készült, hogy meghódítsa a világ-tengereket. A hajók navigálásához John Harrison órásmeister már elkészítette a pontos hajóórát, és a csillagászok is számolták a csillagászati táblázatokat, csak lassan, azért sürgőssé vált egy, nagyteljesítményű számológép megépítése. A felső-középosztálybeli családból származó, Charles Babbage (1791-1871), matematikus, csillagász (1. ábra), már foglalkozott a probléma megoldásával, ezért – 1820-ban – elsőként őt tüntetik ki a Királyi Csillagászati Társaság aranyérmével a „Gépek matematikai táblázatok kiszámításánál való alkalmazási tapasztalatai” című munkájáért.

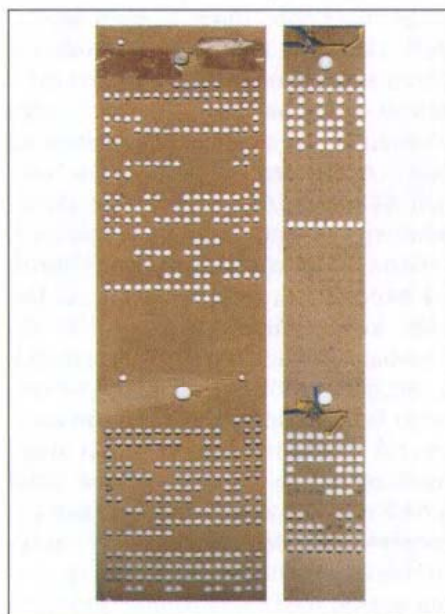
1823-ban, Babbage a kormánynak egy mechanikus, csillagászati táblázatok kiszámítására alkalmas számoló-berendezés megalkotására tett javaslatot, a kabinet anyagi támogatását kérve. A berendezést *Differenciagépnek* (Difference Engine) nevezte, amivel különböző hajózási táblázatokat lehetett készíteni. Az Admirális a támogatást megadta.

Azonnal elkezdte a gép tervezését és építését, de túlbecsülte az erejét, ezért 1827-ben megbetegedett, külföldön kezelte magát, miközben ki-nevezték Cambridge-be – Newton korábbi tanszékére – matematika professzornak, a katedráját azonban soha sem foglalta el.

1833-ban abbahagyta Differenciagépének építését, mert akkor már egy



1. ábra. Charles Babbage



2. ábra. Eredeti Jacquard lyukkártya

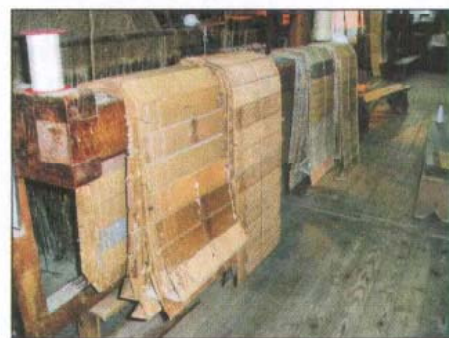
újabb gép tervein gondolkozott. A géniuszokra jellemző: még el sem készül a találmányuk, máris belekezdnek egy tökéletesebb, újabb találmány fejlesztésébe.

George Airy királyi csillagász, megtekintve a majdnem kész differenciagépet, azt mondta: Miután eléggé elmélyedtem a témában, válaszként azt a véleményemet közöltem, hogy a gép értéktelen. A politikusok is mindig szerették értékelni a tudományos eredményeket, bár többnyire nem értettek a témához, így Sir Robert Peel miniszterelnök a differenciagépről azt nyilatkozta: „Szeretném előzetesen kissé megfontolni, (...) mielőtt nagy kölcsönre teszék javaslatot egy fabábú finanszírozására, amely táblázatba foglalja x^2+x+41 formula értékeit.”

A gép, a két vélemény ellenére, ma is működőképes, és összes tervrajzával együtt a Science Múzeumban található.

Babbage az *Analitikai gépet* (Analytical Engine) 1833-ban kezdte tervezni és építeni, 1871-ig, haláláig dolgozott rajta. Halála után a munkát fia folytatta, de nem fejezte be. A félkész gép és darabjai szintén a londoni Science Museumba kerültek.

A gép a világon első, általános célú, mechanikus, programozható számológép lett volna, ha elkészül. A progra-



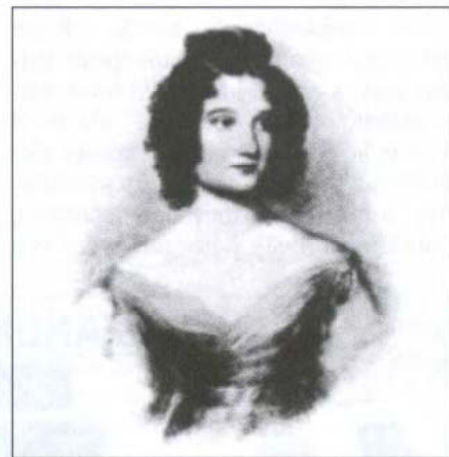
3. ábra. A lyukkártyák tárolása a szövőszéken

mot és az adatokat a gép lyukkártyán tárolta, az ötletet Babbage *Joseph Marie Jacquard* (1752-1834) szövőgépétől vette át, ami az első programozható szövőgép volt a maga idejében.

Babbage gépe az egyik lyukkártya csomagból (2. ábra) a változókat (adatokat) a tárolóba vitte be, míg a másik kártyacsomag, a program-kártyák a malomban (ma műveleti egységnek neveznénk) a műveletek egymásutánját vezérelték (3. ábra).

Babbage-t – Mrs. De Morgan társaságában – felkereste egy ifjú hölgy: *Ada Augusta Byron* (4. ábra), a későbbi Lady Lovelace grófnő (1815-1853), a nagy költő, Lord George Gordon Byron lánya, aki már 15 éves korában kiváló matematikus volt. Mrs. De Morgan a látogatásról a következőket írta:

Míg az estély további résztvevője ugyanazzal az arckifejezéssel és érzéssel tekintett erre a szép készülékre,



4. ábra. Ada Augusta Byron, a programozás feltalálója



14. ábra. David Hilbert

Princeton és a Turing gép

Turing 1936 és 38 között a Princetoni (USA) Egyetemen doktorált, ahol *Alonzo Church* (1903-1995) matematikus (15. ábra), *Oswald Veblen* (1880-1960) (16. ábra) tanítványa, a számítástechnika elméletének megalapozója és művelője volt Turing tanára. Turing a diplomamunkáját már a számítógépes adatfeldolgozásból írta, ugyanis túl volt nevezetes elméletén, a Turing gépen. Erről – Newman előadásainak nyomán – 1936 decemberében, „On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem” (Kiszámítható számok az eldöntési problémára való alkalmazással) címmel jelent meg a publikációja. Az Entscheidungsproblem Hilbert megfogalmazása szerint azt vizsgálja, hogy van-e olyan el-



15. ábra. Alonzo Church

járás, amely minden formálisan kijelenthető matematikai állításhoz meghatározza az állítás igazságértékét.

Az elmélet szintézise volt Turing logikai kutatásainak. A Turing gép nem egy valóságos berendezés, hanem egy elmélet volt, aminek a lényege, hogy minden formalizálható probléma megfelelő algoritmussal megoldható, ezért a Turing géppen is van megoldása. Turing ezzel az elméletével meghatározta a számítógépet, amit akkor még se Turing, se Neumann János meg sem alkotott. (Neumann az IAS gépet csak 1952. június 10-én mutatta be a tudományos világnak.)

Turing ebben az írásában tökéletesen összefoglalta a gépi számításokat, az algoritmusokat, azaz a folyamatot, ahogyan majd a gépekkel számolni lehet. A Turing gép tehát a digitális számítógépek nagyon korai elméleti modellje, Neumann elnevezésével egy absztrakt automata. Turing elképzelése szerint a Turing gép legfontosabb részei: a szalagmemória, a vezérlőegység és az író/olvasó fej, amivel információ írható a szalagmemóriába. Turing megtervezte az univerzális Turing-gépet, aminek a leírásában többek között azzal is foglalkozott, hogyan lehet az emberi gondolkodást modellezni, sőt feltette a kérdést, hogy modellezhető-e az emberi intuíció? A kérdésre egy későbbi, 1938-as, *Ordinal Logics* című írásában próbált feleletet adni. Egyébként erre a tanulmányára kapta meg a doktori fokozatot.

Ez az utóbbi probléma mindig felmerül, ha az emberi gondolkodásról van szó. Én magam a gépi intuícióval először 1996-ban (Philadelphia-ban) és 1997-ben (New York-ban) találkoztam, amikor – az IBM meghívottjaként – részt vettem az akkori sakkvilágbajnok, *Garri Kaszparov* és az IBM szuperszámítógépe – a *Deep Blue* – közötti (17. ábra), a sakkvilágbajnokság szabályai szerint lebonyolított sakkmérkőzésén. Az 1996-os mérkőzést Kaszparov nyerte, bár utána az IBM csapat egyik tagja azt mondta, az utolsó partiban ők hibáztak, mert a gép azt a programot, amivel a végjátékban győzhetett volna, nem tudta lehívni. A visszavágó mérkőzésen már a gép nyert, 3,5-2,5 arányban.

Utána néhányan összeültünk és arról beszélgettünk, hogy minek volt köszönhető ez a győzelem. Végül az a vélemény győzött, amit magam is osztottam, hogy a visszavágó meccs alkalmával a gép intuitíven játszott, amire né-



16. ábra. Oswald Veblen

hányan azt mondták: marhaság! Miután nem vagyok sem filozófus, sem pszichológus, nem igazán tudom meghatározni, hogy mi is az intuíció, ezért csak hallgattam az okosok vitáját, de nem szóltam hozzá. (Egy megjegyzés: nem tudok és nem is szeretek sakkozni!)

Most megnéztem, hogy a Magyar Értelmező Kéziszótár szerint mi is az intuíció: „Ösztönös megérzés, a lényeknek belső szemlélődésből fakadó hirtelen, élményszerű felismerése.” Visszatérve a New-York-i beszélgetésünkre, a beszélgetők igazolták ezt a meghatározást, mert a nagyobbik részük azt mondta, csak az a játékos tud intuitíven játszani, aki a sakkjátékban megfelelő tapasztalattal rendelkezik.



17. ábra. A Deep Blue Philadelphiában



8. ábra. Alan Turing centenáriumi bélyeg

nem is tanulta. Továbbra is a reál tanulmányok kötötték le az érdeklődését, ezekben a tantárgyakban volt igazán eredményes. Azt is mondják róla, hogy még középiskolában – 1928-ban – elkezdte Einstein munkásságának a tanulmányozását és Angliában azon kevesek egyike volt, aki Einstein tudományos eredményeit meg is értette.

A tanárok ámulatára Turing – éppen a humán tárgyak miatt – többször is megbukott az érettségin. Valószínűleg ennek volt köszönhető, hogy tanulmányai folytatására átiratkozott a főleg természettudományos irányzatú, Charles Babbage korábbi egyetemére, a cambridge-i Királyi Kollégiumba (King's College), ahol 1931 és 1934 között tanult (11. ábra). Turingra nagy hatással volt Neumann Jánosnak a logikáról és a kvantum-mechanikáról szóló írása.

Nem tudom, de gondolom, Alan nem csak a természettudományos tár-



9. ábra. Alan gyermekkorában. Kép a Les Cahiers de Science & Vie 1996 decemberi számából



10. ábra. Alan George Maclure és Peter Hogg nevű barátaival kirándul 1931-ben

gyak miatt választotta Cambridge-t, hanem valószínűleg azért a cambridge-i hagyományért is, hogy ott nem lehetett megbukni. A tanárok hagyták, hogy a diák azzal foglalkozzék, ami a legjobban érdekli, így Turing elmerülhetett kedvenc tantárgyai, a kvantum-mechanika, a logika és a valószínűség-számítás tanulmányában. Ha egy vizsga nem sikerült, akkor a diák ismételt. Ha mindenképpen meg kellett volna buknia, a tanárok akkor sem buktatták meg, inkább azt tanácsolták, hagyja el az intézetet.

Volt Alan választásának egy másik oka is. Cambridge-ban tanárkodott Godfrey Harold Hardy (1877-1917), korának neves matematikusa (12. ábra), aki elsősorban számelmélettel és analízissel foglalkozott. Hardy az egyike volt azoknak a tanároknak, aki a matematika fellelőjévé tette Cambridge-t, és akinek a személye Turingot a King's College-be vonzotta.

Volt még egy harmadik vonzereje a King's College-nek, a kollégium homoszexuális környezete, ezt a hajlamát Turing ebben az időben fedezte fel.



11. ábra. Bosham, Alan, Bob, Karl és Fred, 1939 augusztusában

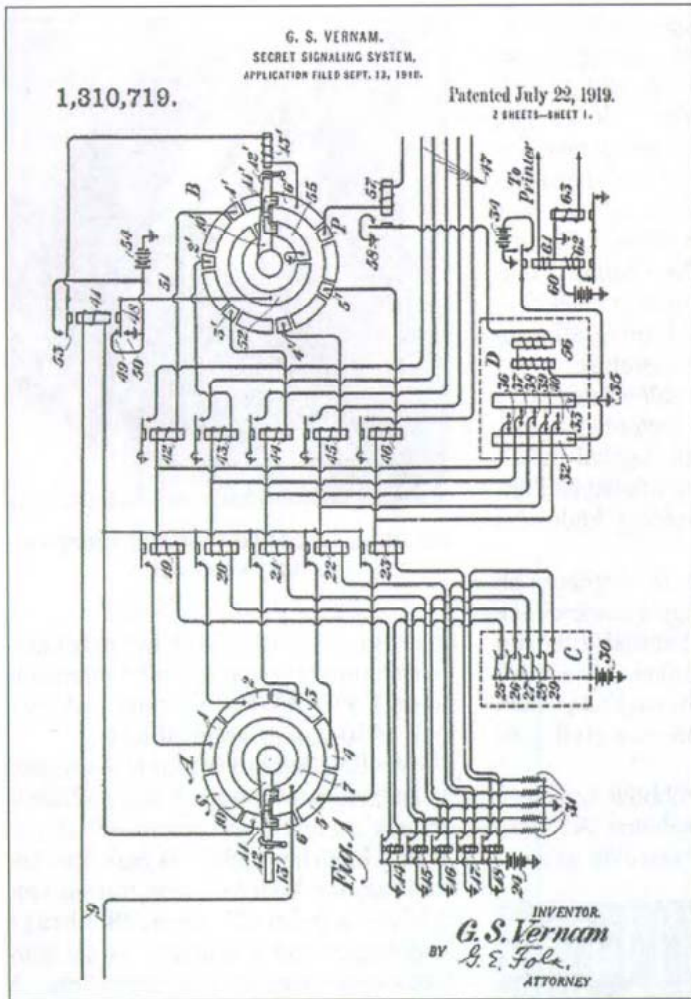


12. ábra. G. H. Hardy matematikus

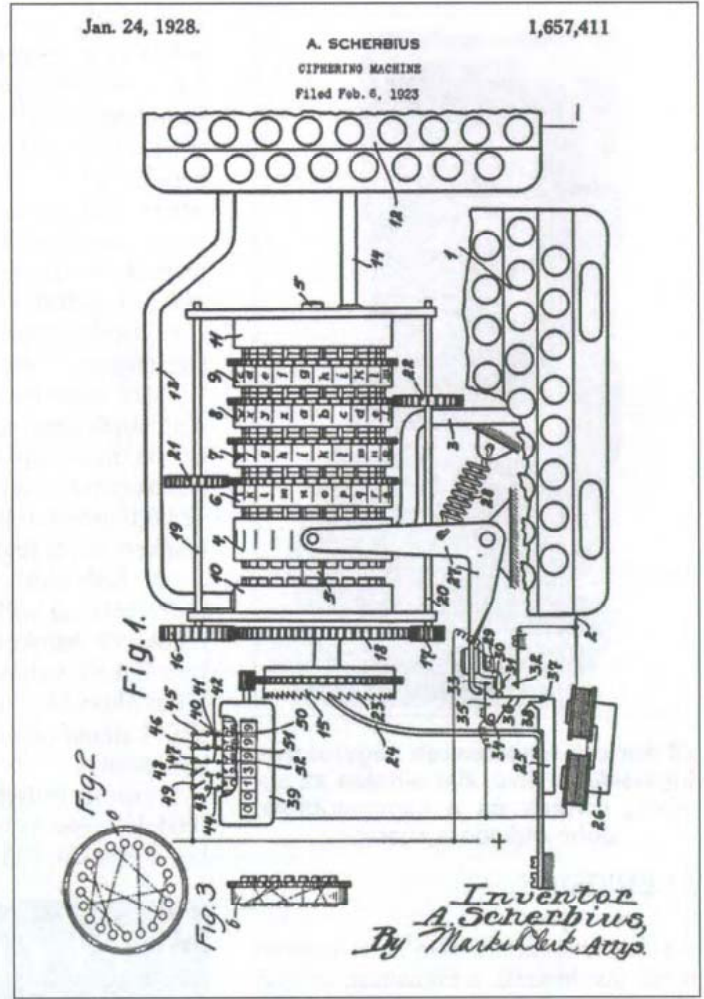
Még egy érdekesség ebből az időből. 1936-ban Turing megkapta a Smith díjat a valószínűség-elméletéről szóló dolgozatáért. Ezen kívül itt találkozott Maxwell Hermann Alexander „Max” Newman (1897-1987) matematikussal (13. ábra), aki 1942-ben csatlakozott a kódtörőkhöz, és részt vett a Colossus megalkotásában. Newman alapítója volt a Manchesteri Egyetemen a Royal Society Computing Machine Laboratóriumnak, és egyik konstruktöre az ugyancsak elsőnek nevezett, Manchester Small-Scale Experimental Machine (SSEM) elnevezésű számítógépnek. (Angliában és Amerikában is több – elsőnek hívott – számítógép született.) Turing beiratkozott az előadásaira. Tőle hallott először David Hilbert (1862-1943) „elöntési problémájáról” (14. ábra). – *Entscheidungsproblem*, amit még az angol szakirodalomban is németül hívnak – és amivel később nagyon sokat foglalkozott.”



13. ábra. Max Newman, 1950

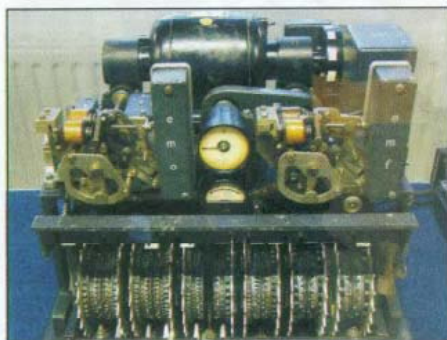


23. ábra. US Patent 1,310,719 Gilbert S. Vernam, 1919



25. ábra. US Patent 1,657,411. Arthur Scherbius, 1928

volt” a tudományos emberek szolgálata, nekem *Hermann H. Goldstine* (19. ábra) mondta, hogy az amerikai vezetők között az a mondás járta: nem az a fél nyeri meg a háborút, amelyeknek a legjobb hadieszközei vannak, hanem amelyek a leggyorsabban és legpontosabban tud számolni. Goldstine azt a megbízatást kapta az amerikai hadseregtől, hogy számolja újra az I. világháborúban kidolgozott tüzérségi táblázatokat és készítsen az egyre tökéletesebb hadirepülőgépek részére bombázási táblázatokat.

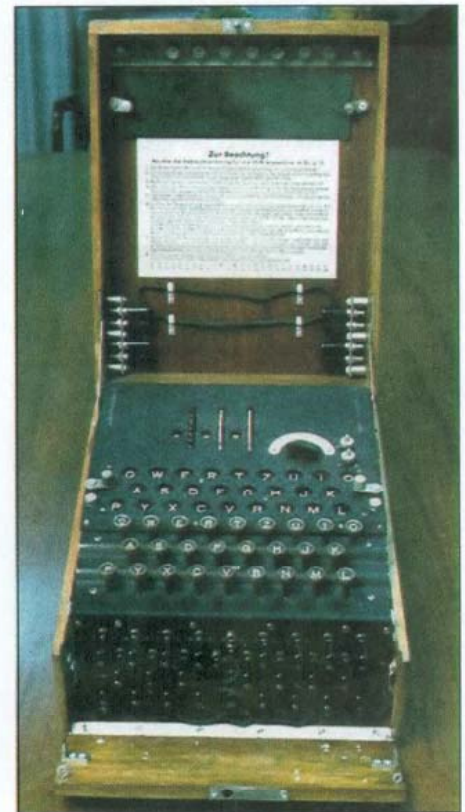


24. ábra. Lorenz kódoló gép SZ42-2

Megint egy emlék. 1994-ben az IFIP Hamburgban tartotta a kongresszusát, ahol előadást tartottam Neumann Jánosról és az M-3 számítógépünkről. Ugyanitt a legnevesebb előadó *Konrad Zuse* (1910-1995), a jeles német számítógépes úttörő volt (20. ábra). Utána (a feleségemmel együtt) meglátogathattuk az otthonában, ahol – többek között – a háború alatti számítógépes tevékenységéről is beszélgettünk.

Elmondtam a számítógépekről hallott fenti, Amerikában vallott véleményét, amire a következőket válaszolta: „Amikor az első német számítógépei elkészültek, egy ismerőse azt tanácsolta Hitlernek, hogy támogassa Konrad Zuse számológép-fejlesztő munkáját. Támogatás nélkül ugyanis Zuse a berlini ócskapiacra volt kénytelen megvásárolni a gépek építéséhez szükséges alkatrészeket. A javaslatra Hitler a következőt válaszolta: Nekem nem számológépekre, hanem hős katonákra van szükségem, akik hajlandók az életüket is feláldozni Németországért!”

El is vették a háborút.



26. ábra. Az ENIGMA



18. ábra. Kurt Gödel

(Nekem a sakkjátékban csak alapfokú ismereteim vannak, így nagyon valószínű, hiába néznék akár órákig egy helyzetet a táblán és várnám az isteni intuíciót, az sohasem érkezne meg.) Az intuíció – a többségi vélemény szerint – az agynak egy különös tevékenysége, amikor a feladat megoldásához előhívja a megfelelő és korábban valahová elraktározott tapasztalatokat. Ha ez igaz, akkor a legtöbb sakk-tapasztalata a Deep Blue-nak volt, ugyanis játék közben azonnal el tudta érni a hozzá kapcsolt *Chess Base* adatbázist, ami a világon addig lejátszott valamennyi játszmát tartalmazta és azokat villámgyorsan elő tudta hívni. Ennyi tapasztalattal, joggal hittük, hogy a gépnek volt intuíciója.

Utólag is azt mondom, hogy az intuitív Deep Blue híveinek volt igaza.



19. ábra. Hermann Heine Goldstine

Egyébként ezt a véleményünket később az IBM csapat egyetlen aktív sakkozó tagja meg is erősítette, aki éppen azért csatlakozott a visszavágó előtt a Deep Blue csoporthoz, hogy a sakkozó programba beépítsék az intuitív játék lehetőségét. A nézők között lévő aktív sakkjátékosok, amikor elemezték a partikat, maguk is azt mondták, hogy a gép „emberi módon”, intuitíven játszott.

Turingot is nagyon érdekelte a gépi sakkozás. 1952-ben írt is egy sakkprogramot a Manchester MARK 1 gépre, amit nem talált elég gyorsnak. Ezért szimulált egy gépet, ami egy-egy lépésen fél órát gondolkodott, ennek ellenére a gép az első partiját egy sakkozó ellen a 29. lépésben elveszítette.

Egyébként be kell vallanom, hogy nem vagyok túl jártas a turingi matematikai és logikai magasságokban, így erről a kérdésről, valamit ezzel kapcsolatban a David Hilbert, Kurt Gödel (18. ábra) és Neumann János, valamint Turing által megfogalmazott tézisekről való magyarázatot elolvastam. Ennek ellenére a dolgozattól a részletes magyarázatokat, inkább kihagyom. Maradok Turing számítástechnikával kapcsolatos tevékenységének a bemutatásánál.

Turing – amikor még nem volt számítógép – már felfedezte a szoftver és a program jelentőségét is, ami majd meg fogja mondani a gépnek, hogyan oldja meg a feladatokat.

Még egy érdekességként megemlítem, hogy Turing már akkor észrevette a számítógépnek azt a később – mások által is megtapasztalt – különlegességét, hogy a gép végtelen ciklusba eshet, ha például – véletlenül – egy olyan fel-



20. ábra. Konrad Zuse



21. ábra. Blaise de Vigenere

adatot kap, hogy pl. egy számot nullával kell elosztania.

Turing a Princetoni Egyetemen találkozott Neumann Jánossal is, akinek a figyelmét elméleti munkásságával azonnal olyannyira felkeltette, hogy 1938 tavaszán állást ajánlott Turingnak, legyen az asszisztense az IAS-nél. Az ajánlatot Turing udvariasan elhárította és 1939-ben visszatért Angliába, Cambridge-be, ahol a szolgálatait felajánlotta az angol hadseregnek.

Már 1940-től Amerikában nem csak a hadsereg irányítói, de a tudósok is elkezdtek a közelgő II. világháború tudományos problémáival foglalkozni, például Neumann János – Amerikába érkezése után – szinte azonnal felajánlotta szolgálatait az Amerikai hadseregnek. Az amerikai politika is „vevő



22. ábra. Claude Shannon



32. ábra. Marian Rejewski

Lorenz készülékeken továbbított üzenetek megfejtéséhez is.

Az ENIGMA – leegyszerűsítve a működést – úgy dolgozott, hogy az üzenetek kódjait változtatható áramkörökön keresztül, egy billentyűzet segítségével küldték a távközlési vonalra, ezzel a módszerrel a nyílt szöveg átalakult kriptoszöveggé (ciphertext). Az ENIGMA-ban a betűk billentyűjének a lenyomása után a betű kódja egy kapcsolótábla (29. ábra) és több tárcsa (rotor) érintkezőin (30. ábra) keresztül a kódolási kulcsnak megfelelően, megváltoztatva jutott a vonalra.

A háborúban használt legegyszerűbb ENIGMA 2 tárcsás, a legbonyolultabb pedig 4 tárcsás volt. A tárcsák,



34. ábra. Turing munkahelye, a 8. Hut

illetve a kapcsolótábla beállítását hívták kulcsnak.

Az ábra azt mutatja, hogy pl. az „E” betű billentyűjének a lenyomása után, a vonalra már a „G” betű kódja került és a vevő oldalon a „G” betű jelzése vilant fel. (31. ábra) A kulcsot (a tárcsák és a kapcsolótábla beállítását) általában éjjelkor változtatták meg, ezért a kódtörők – amikor a kódtörés technikáját már kifejlesztették – azt a feladatot kapták, hogy az új kulcsot éjjel 3-4 órára határozzák meg. A tárcsák számának a növelésével és a kulcs többszöri változtatásával egyre nehezebb volt a kódolt üzenetet feltörni. Az ENIGMA-n egy-egy lámpa jelezte a beérkezett szöveg betűit, ezért a készülék kezeléséhez két emberre volt szükség, az egyik billentyűzött, a másik pedig leolvasta és leírta a beérkezett karaktereket.

Hitler nagyon elégedett volt az ENIGMA működésével, mert nem tudta, hogy a lengyel Marian Rejewski (1905-1980), kriptográfus (32. ábra), valamint Jerzy Rózycki és Henryk Zygalski matematikus már 1932-ben



33. ábra. A Bletchley Park



35. ábra. A Hut 6. és 7. Előtte a védőfal, ami a bombák repeszeitől védte meg a lakókat

megfejtette a kereskedelmi ENIGMA-val továbbított üzeneteket.

A kódtöréshez pedig megkonstruáltak az első gépeket, a ciklométert, amivel következtetni lehetett a kódolás kulcsára, valamint a BOMBÁ-t, ami egy elektromechanikus logikai célgép volt, amivel az elfogott üzenetekből ugyancsak az üzenetek kulcsát lehetett meghatározni, és így a kódolt szövegeket elolvasni.

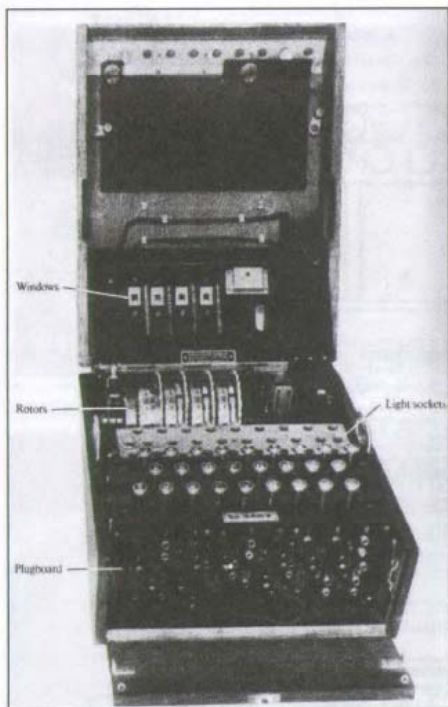
1939. augusztus 31-én Rejewskiék egy nagyon fontos Hitler üzenetet olvastak el és fejtették meg, amit továbbítottak a lengyel hadvezetésnek: a német hadsereg 2 millió katonával felvonult a lengyel határon. Másnap – 1939. szeptember 1-én – elkezdődött Lengyelország megszállása és megkezdődött a II. világháború. Még ugyanazon a napon elfogták Göring üzenetét is, amit a Luftwaffe-nak küldött.

Amikor a németek tovább tökéletesítették az ENIGMA-t, és Rejewski a háborús lengyel körülmények között nem tudta a kódfejtést eredményesen tovább folytatni, még 1938-ban a gépeket és a megfejtett anyagokat átadta a Bletchley Park-i angol GC&CS (Government Code and Cipher School) kódfejtő csoportnak, bár az angol titkosszolgálat közölte velük, hogy már nincs szükség a közreműködésükre.

A kódfejtők elhatározták, hogy Románián és Spanyolországon keresztül elmenekülnek Lengyelországból. Csak Rejewski és családja élte túl a háborút, másik két társa a háború alatt meghalt.

Kódtörés

Turing a Bletchley Parkban (33. ábra) az ULTRA, angol kódfejtő csoporthoz csatlakozott és átvette a 8. konyhó (hut) vezetését (34. ábra), amelynek lakói a legbonyolultabb és az egyik legjobban védett német tengerészeti ENIGMA kód feltörését kapták feladatul.



27. ábra. A tengerészeti négyrotoros ENIGMA kinyitva. Bal oldalon az ablakok, rotorok és a kapcsolótábla. Jobb oldalon a kijelzők

Az ENIGMA

Az üzenetovábbításban már nagyon régen alkalmazták a titkosítást, az első felhasználó – állítólag – Julius Caesar (i.e. 100-44) volt, aki – gondolom – a módszerét a fátylavíróknál alkalmazta. Egy másik, középkori kriptográfust említ még a titkosítás tudománya: *Blaise de Vigenere* (1523-96) francia diplomatát (21. ábra), akinek a titkosításról több könyve is megjelent.

Turing még Princetonban kezdett el komolyabban foglalkozni kriptográfiá-



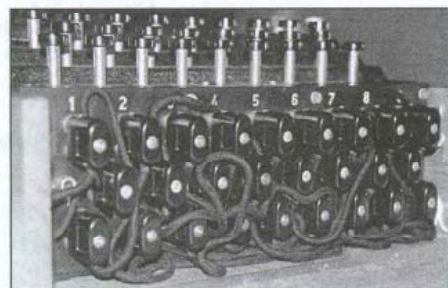
28. ábra. Egy négytárcsás ENIGMA

val, sőt még egy titkosító gép konstrukcióján is gondolkodott, amit jelfogókkal akart megépíteni. A gép bináris üzemben működött volna, valószínűleg ezek a korai titkosítási gondolatai vezettek el a későbbi kódtörő tevékenységéhez. Feltételezem, hatással volt rá, a neves amerikai matematikus, villamosmérnök és kriptográfus *Claude Shannon* (1916-2001) (22. ábra) tevékenysége, akivel később a kriptográfiai tapasztalataikról eszmét cseréltek.

Már Amerikában eldöntötte, hogy Angliának azzal tud a legtöbbet segíteni, ha matematikai és logikai felkészültségével a hadsereg titkosítási illetve kódfejtési (code breaking: kódtörés) tevékenységét segíti.

A hadvezetés egyik legnagyobb problémája az volt, hogy a németeknek rendkívül hatékony katonai titkosító készülékeik voltak, amiket már az első világháborúban is használtak, nem csak katonai célra, hanem a civil gyakorlatban is.

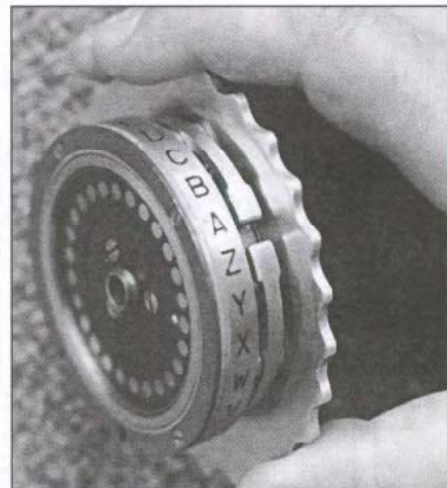
A német hadsereg többféle rejtjelező (kódoló) gépet is üzemeltetett. Az egyiket, a második világháború előtt az ame-



29. ábra. Az ENIGMA billentyűzete és kapcsolótáblája

rikai, *Gilbert Sanford Vernam* (1890-1960), távközlési mérnök 1919-es szabadalmaztatott találmánya (Vernam cipher) alapján (23. ábra) – a német hadvezetés kívánságára – a Siemens-Lorenz cég fejlesztett tovább (24. ábra). Ezt a titkosító gépet a legmagasabb szintű vezetés és maga Hitler használta üzenetek továbbítására. A másik készüléket az első világháború végén banki üzenetek rejtjelezésére, a német *Arthur Scherbius* (1878-1929) találta fel. Katonai célokra a spanyol polgárháborúban használták először (25. ábra). Ezt nevezték ENIGMÁ-nak (26. ábra).

Turing visszaérkezése után – 1939. szeptember 3-án – Anglia hadba lépett Németország ellen, ettől kezdve Turing teljes munkaidőben – kódtörőként – a Bletchley Parkban dolgozott, ugyanis a második világháború kezdetén ismét

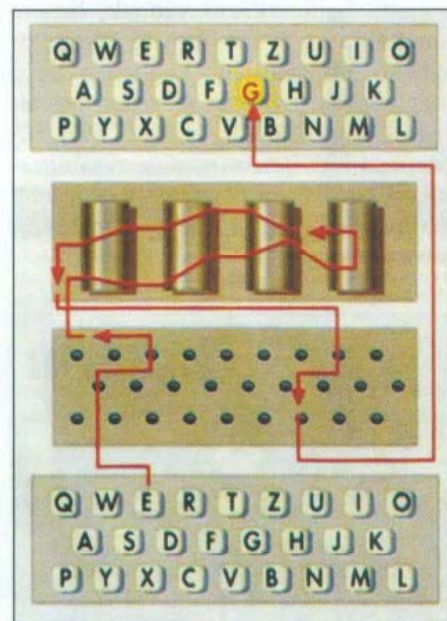


30. ábra. Az ENIGMA kódtárcsája (rotor) közelről

elkezdődött az ENIGMA intenzív katonai alkalmazása, bár az első modern katonai ENIGMÁ-kat a német hadsereg már 1930-ban üzembe állította.

Az ENIGMÁ-nak többféle változata létezett, attól függően, hogy a hadseregnek melyik fegyverneménél és milyen szinten használták. A legbonyolultabb módon kódoló – négytárcsás (rotoros) – gépeket (27. ábra, 28. ábra) a haditengerészet a hajókon és elsősorban a tengeralattjárókon üzemeltette. A német hadsereg telekommunikációs szakemberei úgy gondolták, az ENIGMA által titkosított szövegek feltörhetetlenek.

Turing a tengerészeti (legbonyolultabb) ENIGMA üzenetek dekódolásáért volt felelős, de tanácsokat adott a



31. ábra. Az ENIGMA így küldi az E betű helyett a G betű kódját



39. ábra. Az U559, amelyen először vezették be a négytárcsás ENIGMÁ-t

tudó tengeralattjárókat (40. ábra). Anglia – vagy inkább Turing – megnyerte a tengeralattjárók elleni csatát.

A kódtörők munkáját több, egyéb körülmény is segítette. Egyrészt a német kódoló személyzet megszegve az előírásokat, ugyanazt az üzenetet kétszer is leadta, közben billentyűzési hibát vétett, ami a kulcs megtalálását nagyon megkönnyítette. Ugyancsak segítette, hogy egy német nemzetiségű, francia kém – *Hans-Thilo Schmidt* – el tudott lopni egy kódkönyvet, amit azonnal eljuttatott az angol kódtörökhöz.

Az is a szövetségesek szerencséje volt, hogy 1941 májusában elfogták az U110 tengeralattjárót (41. ábra), amelyben a tengerészek – megszegve a parancsot – nem semmisítették meg sem a kódoló gépet, sem az aktuális kódkönyvet. Érdekes volt, hogy ezt a hadisikert az angolok titokban tartot-

ták, így a német hadvezetésnek fogalma sem volt arról, hogy a becses ENIGMA készüléknek egy példánya már az angol kódtörők kezében van.

A Bletchley Parkban csak egyetlen kém bukott le: *John Cairncross*, aki Sztálinnak kémkedett. Winston Churchill ezért a kódtörőkről azt mondta: „Az én aranytojást tojó és sohasem gárogó lúdjaim.”

Amikor Turingot egyszer a kódtörésről kérdezték, azt mondta, a németek a titkosításhoz gépet használnak, ezért a géppel kódolt titkos üzeneteket hatékonyan csak géppel lehet megfejteni.

1943-ban – még a D-nap előtt – Turingnak, mint konzultánsnak a közreműködésével megtervezték – a Lorenz készülékekkel kódolt üzenetek megfejtésére – a Colossus elnevezésű elektroncsöves cél-számológépet, ami részben Turing ötletei alapján, Turing

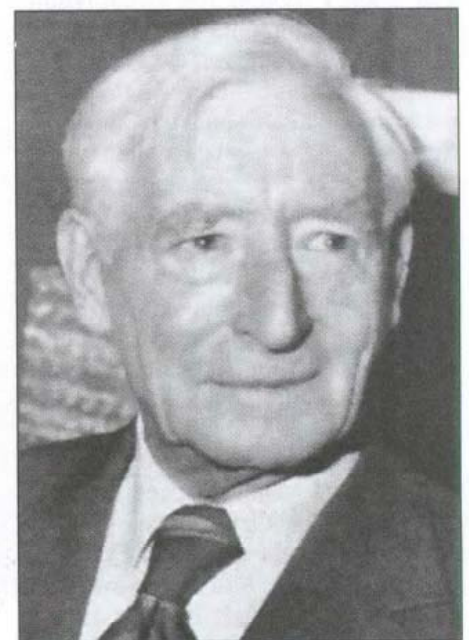


41. ábra. Fritz Julius Lemp, a fogságba esett U110 kapitánya

algorithmusával működött. Ezt az algoritmust a kódtörők „*Turingismus*”-nak hívták. A gépet, *Tommy Flowers* vezetésével (42. ábra), az angol posta kutatóintézetében építették, Turing nem vett részt a munkában, elkészülte után – 1944-ben – vitték át a Bletchley Parkba. A géppel a kódtörés teljesítményét a sokszorosára tudták növelni. A Lorenz géppel kódolt titkos szövegeket a kódtörők szlengje „*Fish*”-nek nevezte. A Lorenz szövegek megfejtésének *William T. Tuttle*, (Bill) volt a mestere (Meghalt 2002-ben.) 1941. augusztus 30-án a német operátorok az adásban hibát vétettek, ami hatalmas segítséget adott a Lorenz üzenetek megfejtésében. A Colossus megépítése és sikeres



40. ábra. A repülőbombák ellen a hajó nem tud védekezni



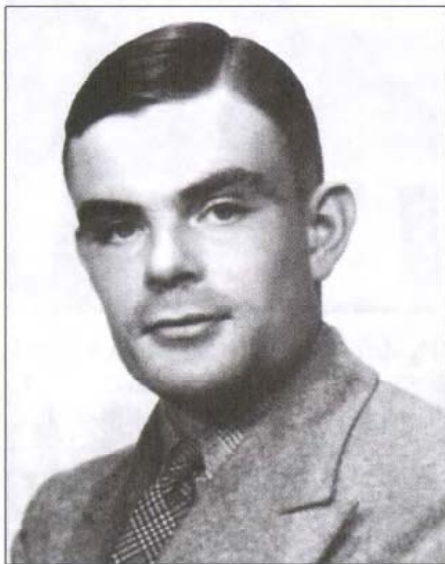
42. ábra. Tommy Flowers

A Bletchley Park egy szinte álcázás nélküli, Londonhoz közeli kastély volt. Nekem – amikor ott voltam – azt mondták, hogy éppen azzal álcázták a kódfejtőket, hogy a kódfejtők egyáltalán nem voltak álcázva, így az ellenség nem is sejtette, hogy mi folyik a békés vidéki kastély falai között.

A kastély a háború előtt oktatási intézmény volt, ahová nagyon sok bentlakó diák járt, így nem volt feltűnő, hogy a „diákok” száma fokozatosan növekedett. A kódfejtők a Parkban egy-szintes kunyhókban (hut) laktak (35. ábra). A kunyhók nem is látszottak az ősfák között sem a közeli állomásról, sem a közútról. Amikor a kastélyt meglátogattam, körbe jártam a parkot, de én is alig találtam meg a bejáratot, a fák annyira elrejtették a bejáratot. Az álcázás része volt, hogy a kastély előtti pázsiton, amire kintről némileg rá lehetett látni, a kódfejtők, mint békés diákok, rendszeresen különféle labdajátékokat játszottak.

A háború alatt a Park két bombatámadásban két bombát kapott, mindkét-szer tévedésből. A támadás a szomszédos vasúti csomópont ellen irányult, a két bomba véletlenül hullt az épületek mellé, de nem okozott kárt, mert a kunyhók mellé bombavédő falat húztak.

Alan Turing volt a 8. kunyhó főnöke (36. ábra), ő és a csapata csak a német haditengerészet állandóan változó ENIGMA kódjával foglalkoztak. Turing és W. G. Weichman cambridge-i kollégájának közös első eredménye a lengyel BOMBA tökéletesítése volt, amit ettől kezdve Turing Bombe-nak



36. ábra. Alan Turing

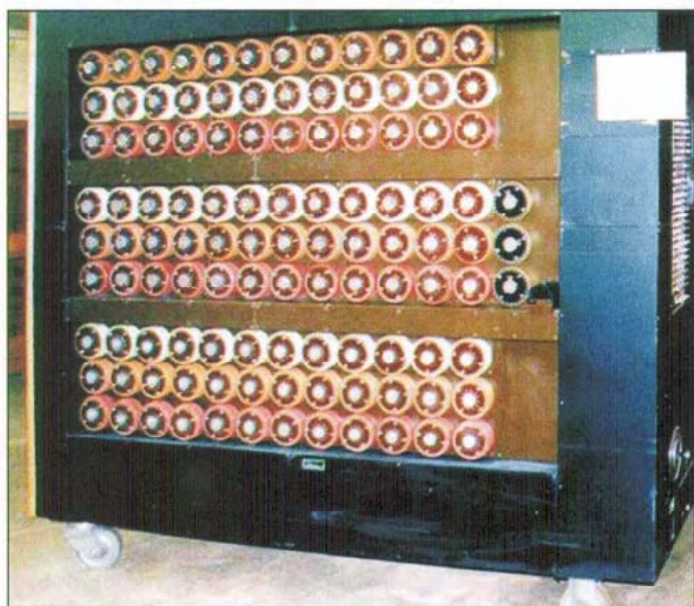
neveztek (37. és 38. ábra). A háború alatt már több mint 200 készülék üzemelt. A háború vége felé a BOMBE-t korszerűsítették és egy elektroncsövekkel épült egységgel meggyorsították. A BOMBE az elfogott üzenetekből segített meghatározni az üzeneteket adó ENIGMA titkosításának a kulcsát. A BOMBE-t nem csak az angolok, hanem az amerikaiak is gyártották és használták. Az elsőt 1940. március 18-án kezdték el használni.

Turing és társai először a Luftwaffe üzenetek kulcsát és kódjait fejtették meg. A tengerészeti kód megfejtése már nehezebb feladatnak bizonyult, de végül ezeket az üzeneteket is sikerült dekódolni. A tengeralattjárók ENIGMA kódjának a feltörése volt a legnehezebb, annak ellenére, hogy a hajók az

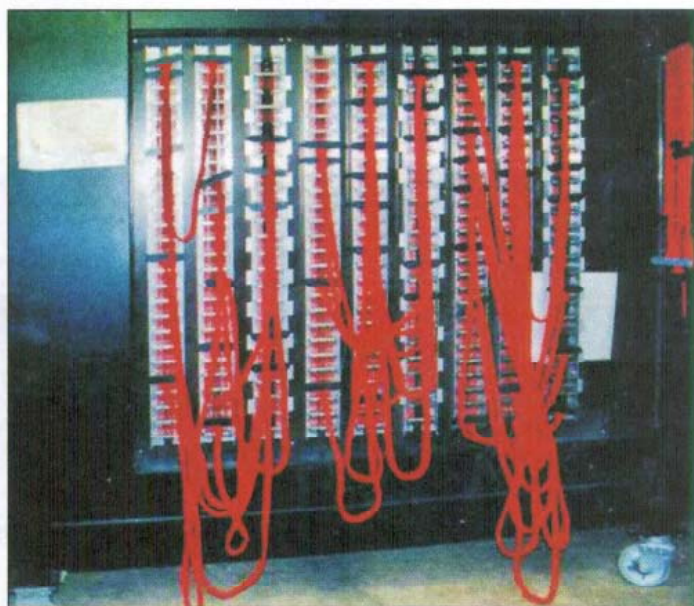
üzeneteket állandóan forgalmazták. Végül a tengeralattjárók ENIGMA kulcsát is – 1942. február 1-re – sikerült – megnyugtató módon – megfejteni (39. ábra). Hasonló nehézséggel kellett a csoportnak megküzdenie, amikor a Hitler által használt Lorenz kódoló gép még jobban elbonyolított stratégiai üzeneteit próbálták feltörni, ami ugyan-csak sikerült.

Turing kódtörésének sikerét mutatja, hogy röviddel a megalakulásuk után, az ENIGMA készülékek éjjelkor megváltoztatott kulcsait hajnali 3 órára már meghatározták, így a német hadseregben folytatott, kora hajnali és az egész napi rádiós levelezést Turing és társai azonnal feltörték és elolvasták. Éjszaka lévén, talán előbb, mint a cím-zettek.

Turing munkájának egy másik fontos eredménye volt, hogy az üzenetek alapján felderítették a német tengeralattjárók helyét, ugyanis háború elején a tengeri „farkas-falka” – váratlan rajtaütésekkel – az Amerikából Angliába utánpótlást szállító hajó-konvojok nagyobbik részét elpusztította. Amikor már el tudták olvasni a tengeralattjárókkal folytatott levelezést, az Admirális azonnal meg tudta határozni, hogy a tengeralattjárók hol tartózkodnak és ki tudta találni, hogy mire készülnek. Riasztották a konvojokat kísérő – speciális hangészlelővel és mélytengeri bombákkal felszerelt – hadihajók parancsnokait, akik észrevették és megsemmisítették a mélyben megbúvó tengeralattjárókat. Hasonló módon riasztották a repülőket is, akik bombázással megsemmisítették meg a menekülni nem



37. ábra. A Turing bombe – előről



38. ábra. A Turing bombe – hátulról

ábra) Ezzel az angol szakemberek azt is bizonyítani akarták, hogy nem az 1946-ban elkészült amerikai ENIAC volt az első elektronikus számoló-benrendezés, hanem az 1944-ben már működő Colossus, de azt nem lehetett nyilvánosságra hozni.

Jelentem, a vita még ma is tart. Véleményem szerint a Colossus nem volt számítógép, mint ahogyan az ENIAC sem, hanem elektronikus, digitális cél-számoló eszköz, amit csak kódtörésre lehetett használni.

A háború után, az első számítógépes kísérletek, a Pilot ACE és az ACE

A Bletchley Park hivatalosan befejezte a tevékenységét, Turing visszatért az egyetemi életbe. Olimpiai szintű hosszútávfutó volt, benne volt az angol olimpiai csapatban is, de megsérült és lemaradt az 1948-as londoni olimpiáról.

Turing úgy döntött, hogy 1945 és 48 között, a Teddingtoni National Physical Laboratory-ban megépíti Anglia (ugyancsak elsőnek mondott) kísérleti számítógépét (46. ábra), a Pilot ACE-t (Automatic Computing Engine), majd ezt követően a végleges gépet, az ACE-t.

Turing egy olyan gépet akart építeni, amely programozással aritmetikai műveleteket tud végezni, alkalmas kódtörésre, adat-fájlokot lehet vele kezelni, és a géppel sakkozni is lehet. Rövidített kifejezésekkel olyan utasítás-rendszert tervezett, ami már egy



47. ábra. A Pilot ACE a múzeumban

egészen egyszerű programnyelvnek volt tekinthető.

Turing nem volt elégedett a gép építésének a folyamatával, mert azt vette észre, hogy a mérnöki munkára már szinte semmi befolyása nem volt. Turing valójában nem is akart a hardver megoldásokba beleszólni, csak a szoftver kívánalmakat közvetítette a gép (hardver) tervezői és építői felé.

Közben aktív elméleti tevékenységet is végzett, bár a National Physical Laboratory ezzel nem értett egyet, mert azt szerette volna, ha Turing nem a számítógéppel foglalkozik. Ennek ellenére Turing tanulmányokat jelentetett meg a

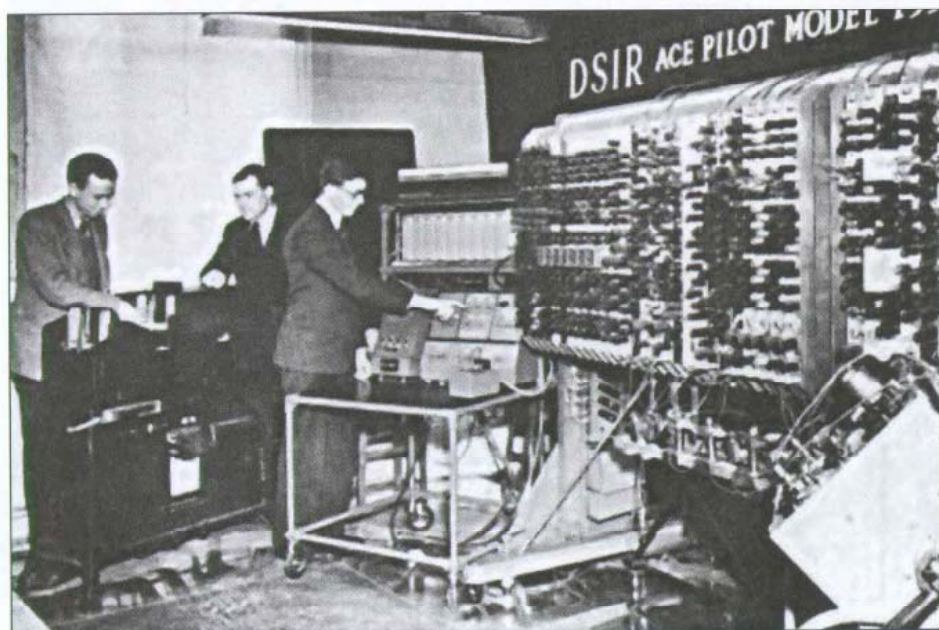
programozásról, a neurális hálókról és a mesterséges intelligenciáról, sőt a neurológiáról és a pszichológiáról is.

Turing – Charles Babbage iránti tiszteletből – nevezte a gépeit „Engine”-nek, hiszen Babbage – a bevezetőben említett két gépét – is így nevezte.

A teddingtoni gépek elsősorban a Turing gép elméletét voltak hivatottak bizonyítani.

A Pilot ACE-t Turing 800 elektroncsővel építette, soros gép volt, a műveletvégző egységhez egy viszonylag kicsi, 128 szavas higany késleltető művonalas operatív memória csatlakozott. 1 szó 32 bitet tartalmazott. A memóriát – később 354 szóra bővítették, 1954-ben csatlakoztattak hozzá egy 4096 szavas mágnesdob háttér memóriát. A gép 1955-ig működött, amikor leszerelték és átadták a Science Múzeumnak (47. ábra).

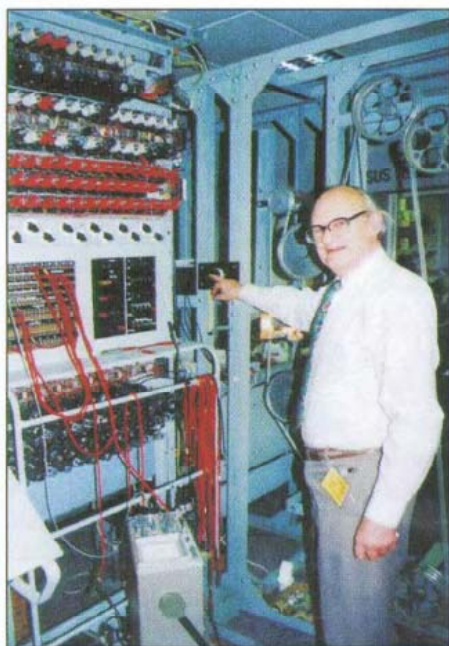
A gépnek – DEUCE néven (Digital Electronic Universal Computing Engine) – 1955-ben az English Electric Co.



46. ábra. A Pilot ACE



48. ábra. Az English Electric DEUCE



43. ábra. Tony Sale és az újjáépített Colossus gép

alkalmazása azt is bizonyította, hogy a nagyméretű elektronikus gépeket nagyon eredményesen lehet bonyolult feladatok megoldására alkalmazni.

A Colossus építésével szerzett tapasztalat vezetett oda, hogy Turing – még a háború alatt elhatározta – hogy az elméleti Univerzális Turing gépet meg fogja építeni. Akkor még nem tudta, hogy ezzel tette meg az első lépést a modern számítógép megtervezésére és megépítésére, amivel bármilyen program lefuttatható lesz. Ez a gép képes lesz arra is, hogy emberi módon gondolkodjék. Azt is elhatározta, hogy a gép intuitív módon fog gondolkodni. 1944-ben azt mondta Donald Bayleynek: *építünk egy agyat!*

1945. június 30-án megjelent Neumann János tollából a *First Draft of a Report on EDVAC*, 101 oldalas tanulmány, amiben Neumann leírja a számítógép logikai tervezését, valamint a tárolt program elvét, ami megalapozta a Neumann elvű számítógépeket. Az EDVAC leírás némileg később jelent meg, mint Turing elhatározása, hogy megépíti a Turing gépet, de mire erre sor került, addigra Turing már ismerte Neumann művét. Ezt követően a National Physical Laboratory is eldöntötte, hogy 1946-ban megépíti a Neumann géppel rivalizáló Turing gépet, az ACE-t (Automatic Computing Engine).

Churchill a háború után, a kódfejtés és gépeinek a leírását 1970-ig titkosította, de másként is gondoskodott arról, hogy a kódfejtő gépek titka titok ma-

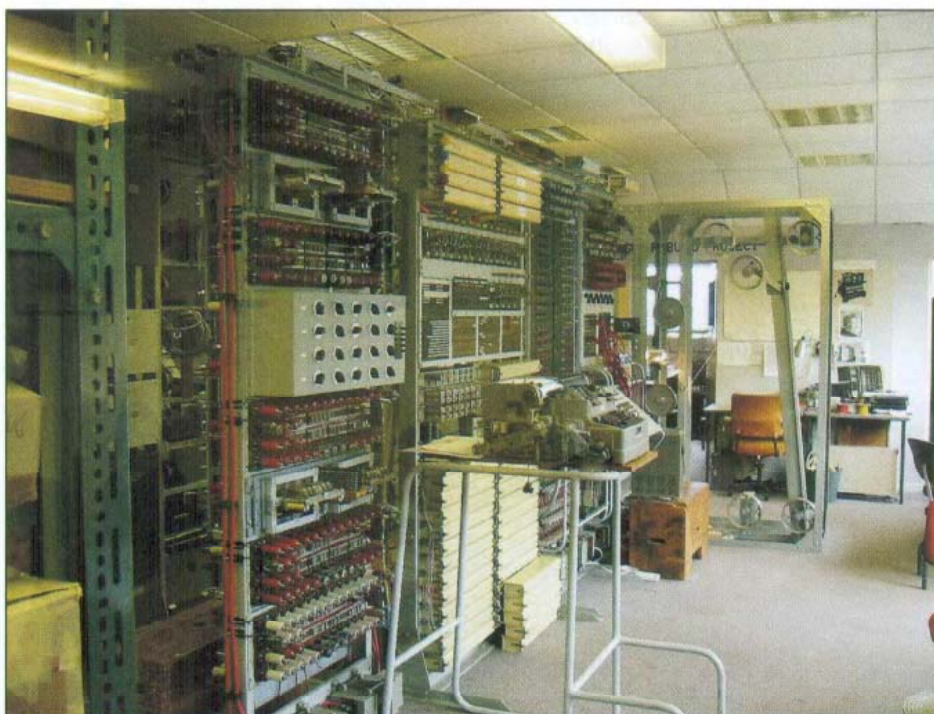


44. ábra. A Colossus újjáépítés közben. Balra Tommy Flowers, jobbra Tony Sale

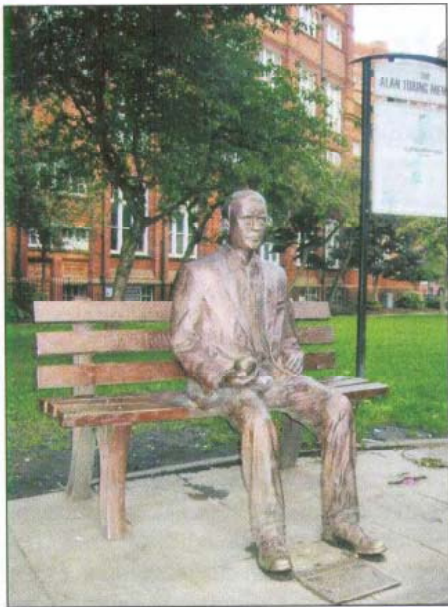
radjon. Tony Sale, a csoport egyik tagja (43. ábra) elmondta, hogy a háború befejezése után néhány nappal megjelent a Bletchley Parkban egy osztag katona, baltával a kezben, és módszeresen szét-törték minden gépet, amit a kunyhókban találtak. Sir Winston Churchill miniszterelnök parancsára hivatkoztak, hogy a megépített – elsősorban Colossus gépet – „tenyérnél kisebb darabokra kell szétörni”, a megtalált iratokat pedig, vagyis a tervrajzokat és mindent,

ami a kódtörésre és a Colossus-ra utalt, a kazánházban el kell égetni.

Ennek ellenére részben Amerikában, továbbá nagyobb részt a tervező és építő angol mérnökök fejében, illetve a feljegyzéseikben maradt annyi információ, aminek alapján a Colossus tervrajzait 1980 után rekonstruálták és 1996-ra Tony Sale vezetésével, és az akkor még élő, de már tolokocsis Tommy Flowers közreműködésével a gépet újjáépítették. (44. ábra, 45.



45. ábra. A Colossus újjáépítés közben



50. ábra. Alan Turing szobra a Sackville Parkban, kezében a mérgezett alma

tonsági okokból – a kódtörőknél még meglévő állását is elvesztette, megkeseredett emberré vált, elhagyták barátai. A rendőrség 1953-ban elkezdett nyomozni külföldi kapcsolata után is, vajon nem árulta-e el a birtokában lévő titkokat.

1954. június 8-án a lakásában a takarítónője holtan találta, egy ciánnal mérgezett alma volt mellette, amibe beleharapott. Édesanyja szerint kémiai kísérletei közben, gondatlanságból került cián a kezére, amivel beszennyezte az almát. A közvélemény egy része ezt a magyarázatot és a vizsgálatot, valamint a hivatalos véleményt (az öngyilkosságot) nem fogadta el, az emberek azt mondták, Turingot meggyilkolták, nehogy a kódtörés titkát elárulja.

1954. június 12-én temették el. Éppen elmúlt 42 éves, amikor meghalt. Azt már csak az utókor gondolja, hogy Turing testével együtt rengeteg zseniális gondolat szállhatott sírba (50. ábra).

Csak 2009. szeptember 11-én, 55 évvel később(!) – társadalmi nyomásra – kért Turingtól bocsánatot Gordon Brown miniszterelnök a mindenkori kormány nevében:

„...azért a visszataszító bánásmóddert, amelyben – annak idején – a tu-

dóst a hatóságok részesítették, és ezzel a halálba kergették. Túlzás nélkül kijelenthetjük – mondta – hogy Turing kiemelkedő tevékenysége nélkül a második világháború története nagyon másként alakulhatott volna. A hála, amivel neki tartozunk, még borzasztóbbá teszi azt az embertelenséget, amiben része volt!” – fejezte be a kormányfő.

Egy érdekes és igaz mondat Turing kollegájának, Jack Good-nak egy későbbi televíziós riportjából:

„...ha a titkosszolgálat már a kezdetektől tud Alan Turing homoszexualitásáról, mi elveszítjük a háborút!”

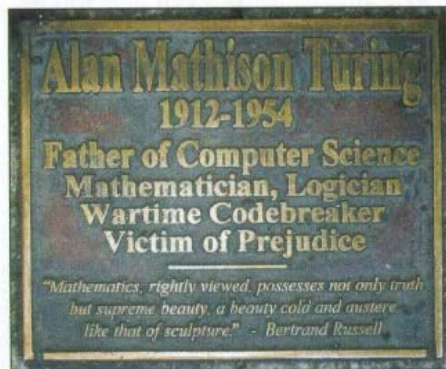
Arthur C. Clarke, valami hasonlót jelentett ki a mesterséges intelligenciáról szóló könyvének az előszavában:

„Milyen nevetséges, hogy Alan Turing, aki talán mindenkinél többel járult hozzá a szövetségesek győzelméhez, a Bletchley-ben sohasem tett eleget a biztonsági szabályzat előírásainak.”

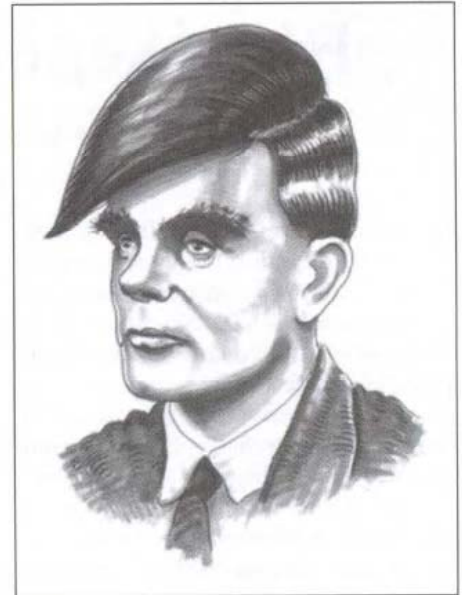
Egy vélemény Donald Michie-től:
„...a biztonsági szolgálat egyáltalán nem aggódott, hogy homoszexuális emberek vannak a Bletchley park intézményeiben, ezek a vizsgálatok csak a II. világháború után kezdődtek el.”

Az utca embere, aki nagyon jól ismerte Turing háború alatti tevékenységét, sokkal egyszerűbben fogalmazott. A londoni Science Múzeumban Turing ACE gépe előtt álltam, amikor megszólalt mögöttem egy hang és a következőt mondta:

„Alan Turing nyerte meg a szövetségeseknek a II. világháborút, és mi –



51. ábra. Sackville Park, Turing emléktábla



52. ábra. Alan Turing karikatúra

ahelyett, hogy hálásak lettünk volna – Alant öngyilkosságba kergettük!”, majd megfordult és szó nélkül elment. Még arra sem volt időm, hogy megköszönjem a hallott információt, amit egyébként magam is tudtam.

A Sackville Parkban Turing emléket egy emléktábla őrzi (51. ábra), amin a következő felirat olvasható:

ALAN MATHISON TURING
1912-1954
A SZÁMÍTÓGÉP-TUDOMÁNY ATYJA
MATEMATIKUS ÉS LOGIKUS
HÁBORÚS KÓDTÖRŐ
AZ ELŐÍTÉLET ÁLDOZATA

A szakma azért tudja, hogy ki volt Alan Turing, amit pl. a francia „Les Cahiers de Science & Vie” (Tudomány és Élet Füzetek) 1996. decemberi számának a címlapján lévő kép – ami a számítógép feltalálói mutatja be – is jelez (RT ÉK 2012, 128. old.). A kép két szélén a legnagyobb méretű portrékon balról Alan Turing, míg jobbról Neumann János látható; szerintem is ők voltak a világ számítógép-tudományának a legnagyobbjai.

Az írás végén egy kitűnő Turing karikatúrával (52. ábra) búcsúzik el a kedves olvasóktól.

1 **Segítsen**
% Ön is!

Reményi István Rádióamatőr Alapítvány
18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a

RÁDIÓTECHNIKA

Elektronika
FÜZETEK

egy kereskedelmi változatát is megépítette (48. ábra).

Az English Electric gépben az aktív elem 1450 darab elektroncső volt. Az operatív memóriája ugyancsak higanys mívonal az első változat 384, míg a második 608 darab, 32 bites szót tudott tárolni. Háttér tárolóként egy 8192 szavas mágnesdobot használtak. A géphez 2 darab katódsugárcsöves display-t kapcsoltak. Ez volt az első, Angliában sorozatban gyártott számítógép, amiből összesen 33 darab készült. Az utolsót 1964-ben szállították.

Az ACE-ről Harry Douglas Huskey, az ENIAC egyik szakembere, aki segített Turingnak Angliában, a következőket írta:

„Ki kell emelni, hogy az egyszerű gép minden itt tervezett számítógépnél bonyolultabb kódrendszer alkalmazását tette szükségessé.”

Ehhez Hermann H. Goldstine a következőket fűzte hozzá:

„Az ACE bonyolult logikája nem meglepő, minthogy maga Turing is előnyben részesítette a logikai típusú gondolkodást a mérnöki munkában. Az általa javasolt komplexitás bizonyos szempontból vonzó, ugyan hosszú távon mégsem bizonyult gyümölcsözőnek, és a természetes kiválasztódás halálra ítélte.”

Goldstine ezzel a megjegyzésével arra célzott, hogy Turing az ACE gépét, mint a Mauchly és Eckert tervezte és építette amerikai ENIAC-ot, egyetlen egyetem vagy pedig kutatóintézet – nem beszélve az iparról – nem másolta le.

Az ACE teljes értékű változatát 1958-ban már Turing nélkül fejezték be.

Turing 1947-ben volt utoljára Amerikában, ahol Neumann Jánost és Hermann Goldstine-t látogatta meg. Abban az időben azokkal a numerikus matematikai módszerekkel foglalkozott, amelyeket a gépi számítások programozására előnyösen lehetett felhasználni. Neumann és Goldstine két dolgozatot is írtak Gauss eliminációs módszeréről, amelyet lineáris rendszerek megoldásánál alkalmaztak. Turing is éppen ezzel a megoldással és a stabilitás kérdésével foglalkozott. Egy számítási módszert akkor lehet stabilnak mondani – írta – ha a kerekítési hibák (amik a gépi számításnál mindig vannak, hiszen a gép véges hosszúságú számokkal számol) nem halmozódnak annyira, hogy lerontsák az eredményt. Neumann kiválasztott egy iterációs módszert, mint a legalkalmasabbat a

nagy sebességű számítógépekhez. Ez a módszer stabil volt, így ezt az algoritmust implementálták nagy sebességű számítógépeken.

Turing hazatérte után nem csak ismét megvizsgálta a módszert, hanem egy tanulmányt is írt, végeredményben az angol és az amerikai tanulmányokban a szerzők hasonló eredményre jutottak.

Max Newman 1948-ban meghívta Turingot a Manchesteri Egyetemre és felajánlotta a Számítógép Laboratórium igazgatóhelyettesi beosztását, amit Turing el is fogadott. Elhagyta a National Physical Laboratóriumot és ettől kezdve Manchesterben, az Egyetem MARK I számítógépének a szoftverjén dolgozott (49. ábra). Turing írta a MARK I-re az első magasszintű programnyelvet. Elméleti tevékenységét is folytatta, az egyik írását „Tudnak-e a gépek gondolkodni” címmel jelentette meg. 1950-ben írta meg „Számítógépek és Intelligencia” (Computing Machinery and Intelligence) című másik munkáját. Ez az utóbbi írása 1950-ben megjelent a „Mind” című lapban is. Ekkor alkotta meg a gépek intelligenciáját tesztelő programot vagy módszert, a Turing-tesztet.

1952 és '54 között a biomatematika érdekelt, elsősorban a morfogenezis (az Új magyar Lexikon szerint a morfogenezis a szervek alaktani szerkezetének és működésének változása az

egyed- és törzsfajlás során), erről írta 1952-ben a *The Chemical Basis of Morphogenesis* c. cikkét, aminek elismeréseként Royal Society-ben fellownak (tudományos tagnak) választották.

Mint matematikust és a számelmélet művelőjét a Fibonacci számoknak a növényi struktúrákban való előfordulása érdekelte.

Turing üldöztetése

Már cambridge-i éveiben is nyílt titok volt Turing homoszexualitása, de ezt Cambridge szabad szelleme tolerálta, pedig Turing szexuális hajlamát a saját neméhez nem is titkolta. Amikor a Bletchley Parkban egyik kolléganője – Joan Clarke – gyengéd érzelmeket táplált iránta, a hölgynek is elárulta, hogy ő a férfiak iránt érdeklődik.

Manchester szigorúbb világában a homoszexualitást betegségnek, míg a művelését büntettnek tekintették.

Turing homoszexuális partnere, Arnold Murray, betörőket engedett be Turing házába, ezért a tudós feljelentette. A nyomozás során kiderült homoszexuális kapcsolatuk, ezért Turingot le tartóztatták és vád alá helyezték. A bíróság az érvényes törvénynek megfelelően az elkövetőt vagy börtönnel, vagy kémiai kasztrációval (hosszú hormonkezeléssel) büntette. Turing – beismerve tettét – az utóbbit választotta. Az ügy folytatásaként Turing – nemzetbiz-



49. ábra. A Ferranti MARK 1, jobbról Alan Turing

az *ecsetet*, a *radírt* és a *festékes vödört* fogjuk használni. A funkciókat az eszközök nevei mutatják, a méretek és egyéb paramétereinek beállítására az eszközbeállító sávban van lehetőségünk. A *klónozó bélyegző* is nagyon hasznos eszköz a kép hibáinak javításánál.

A *szöveg és toll eszközökre* akkor van szükségünk, ha valamit írni vagy rajzolni akarunk. Az *alakzat eszközzel* előre definiált formákat lehet a képre felvinni.

A *megtekintő eszközök* között olyan fontos dolgok vannak, mint a *nagyító*, amely alapesetben (kör közepén egy + jel) kattintásra nagyít, <alt> lenyomása mellett (- jel) kicsinyít. A *kéz* a nagyított képen a tárgy mozgatására való, ez bármely eszköz használata mellett <space> gombbal átmenetileg előhívható. A *pipetta* színmintát vesz arról a pontról, ahová kattintunk, és ezen túl ez lesz a festőszín (lásd a két négyzetet ez alatt a csoport alatt!). A *mércére* ritkán van szükségünk, ennek segítségével pontok távolságát lehet a képen lemérni.

Az eszközök alatt található két négyzet az aktuális *festőszínt* és a *hátterszínt* mutatja. Alapértelmezésben fekete és fehér, de a munka során ezeket sokszor fogjuk módosítani. A két szín felcserélhető a kis nyilacskára, az alapszínek visszaállíthatók a kis négyzetekre kattintva.

Az *eszközbeállító sáv* tartalma a kiválasztott eszköznek megfelelően változik, az *ecset* kiválasztása esetén pl. beállíthatjuk az *ecset méretét*, *kijelölő eszközként* *lágypere*met biztosíthatunk a kivágott résznek.

Menük

Azt a képet, amelyen dolgozni akarunk, a **Fájl** menü *tallózás* sora segítségével lehet megtalálni. Erre kattintva megnyitottuk azt a feldolgozáshoz. A munka végeztével a közismert *mentés* vagy a *mentés másként* sorokat használhatjuk. A kép *nyomatását* ugyancsak innen tudjuk megoldani. A *visszatérés* almenü segítségével mindig az utolsó elmentett képhez térhetünk vissza.

A **Szerkesztés** menü legfontosabb része a *visszavonás*, mert ha valamit elrontottunk, az utolsó műveletet ennek segítségével visszavonhatjuk. Ugyanabban a menüben találjuk a *kijelölt részek alakításához* szükséges *alakítás* és *szabad alakítás* sorokat, ezekkel a kije-

lölt és beillesztett részek átméretezhető, dönthető, torzítható és elforgathatók. A további menük már a Photosopra jellemzők, ezért a Windows alkalmazóknak nem lesznek ismerősök.

A **Kép** menüre sokszor lesz szükségünk. A *színmódok* közül többnyire az RGB módban dolgozunk, de itt válthattunk *szürkeárnyalatos* képre. Sok lehetőséget találunk a *korrekciók* almenüben: *színigazításra*, *automatikus szín- és kontrasztbeállításra*, *színcserére* használhatjuk. A legtöbb feladathoz csúszkák tartoznak, ezek elmozdításának hatását a képen azonnal láthatjuk. Régi, kifakult képek színeinek helyreállításánál nagyon hasznosak. Ugyanabban a menüben tudjuk a *rajzvászon méretét beállítani* és a képet *elforgatni, tükrözni*.

A **Réteg** menü *rétegek palettával* együtt arra szolgál, hogy a kép fölött egy átlátszó rétegen dolgozzunk, miatt a kép a háttérben helyezkedik el, anélkül, hogy az eredeti képet megváltoztatnánk. A *rétegek palettát* az **Ablak** menüben lehet kijelölni, majd a **Réteg** menüben kattintunk az *új* almenüre és *rétegre*. Az előtűnő kis ablakban adhatunk nevet az új rétegnek. A palettában jelölhetjük ki, hogy melyik rétegen dolgozunk és melyik réteg(ek) látható(k).

A **Kijelölés** menü a *kijelölő eszközt* egészíti ki azzal, hogy *fordított kijelölést*, vagy a *kijelölés megszüntetését* adhatjuk meg, vagy módosíthatjuk a *kijelölés területét*.

A **Szűrő** menü sok olyan trükkös megoldásra ad lehetőséget, amit nem gyakran fogunk használni, bár a régi rádióképeket nem árt néha kicsit életlenebbé tenni.

A **Nézet** menü segítségével tudunk *nagyítani* és *kicsinyíteni*, és elhelyezhető *vonalzókat*, *segédvonalakat* és *rácsvonalakat*. A *megjelenítés* almenüben állítható be, hogy megjelenjen-e a *rácsvonalak* és a *segédvonalak*. A *vonalzók* hatására megjelennek a *rajzvászon* oldalán és a tetején a *vonalzók*. Vonal úgy húzható, hogy rákattintunk valamelyik *vonalzóra* és húzzuk addig, amíg a megfelelő *vonalzóosztásra* esik. A felvett *segédvonalat* csak a *mozgató* eszközzel tudjuk máshova helyezni, de eltávolítani az *extrák* törlésével lehet. Az *igazítás* a *segédvonalhoz* rögzíti az újonnan elhelyezett elemet.

Az **Ablak** menüt már többször emlegettük, mert itt lehet a *palettákat* megjeleníteni és elrejtetni. A legfontosabb *paletták* a már említett *rétegek*, az

ecsetek, amelynek segítségével a használandó *ecset alakját* és sokféle egyéb paraméterét tudjuk beállítani, az *előzmény*, amellyel a képen végzett összes műveletet végig követhetjük, és visszatérhetünk bármely korábbi állapothoz. A *karaktert* szövegírás esetén, a *szín palettát* a szín kiválasztásához használhatjuk.

Csak a már haladó szintet elért olvasók figyelmét hívjuk fel arra, hogy a Photoshop program megváltoztatását a **Szerkesztés** menü *beállítások* almenüje segítségével végezhetik.

A képek javítása

Akárhol fotózunk, a készüléket körülveszik számunkra érdektelen tárgyak, személyek. Ezeket el kell a képről távolítani, és ez mindig az első lépés, mert a további műveleteket is befolyásolják a zavaró elemek a háttérben.

A háttér eltávolítása

Az ilyen jellegű képeknél, ahol egy eszköz bemutatása (akár reklám vagy más okból) a cél, nincs szükségünk olyan háttérre, amelyen nem odatartozó dolgok vagy személyek láthatók. Ugyanakkor a legtöbbször nincs lehetőségünk fehér vagy egyszínű háttér mellett fényképezni a készülékeket. A zavaró háttérrel tehát el kell távolítanunk, akár folyóiratban, akár egy honlapon szeretnénk a műszaki eszközünket bemutatni. A fájl méretének csökkentése érdekében pedig célszerű a készülék körbevágása.

Az **1. képen** látható „Szuper Szelekt” detektoros készüléket egy börszén fényképeztem 2006-ban. Az ilyen szögletes készülékeket a *sokszög lasszóval* jelöljük ki (az eszközbeállító sávon *lágypere*: *5 képpontot* állítunk be), az első kattintás után körbehúzzuk a vonalat és minden saroknál pontosan a képre illesztve kattintunk, amíg nem záródik a *kijelölés*. A **Kijelölés** menüben választjuk a *fordított kijelölést*, majd <delete> gomb nyomására eltűnik a háttér. Képünk még nem tökéletes, de egyelőre megelégszünk a háttér eltávolításával (**2. kép**).

Nem minden esetben ilyen egyszerű a *kijelölés*, mert a *sokszög lasszó* használata nem ajánlott pl. *ellipszis* vagy *kör* alakú *hangszórók* esetében. A **3. képen** látható *hangszórónál*, amelyet Körömi Imre gyűjtőtársunknál fényképeztem, először az *ellipszis alakú kijelölő keret* eszközt alkalmazzuk. Akkor

Rádióképek retusálása Photoshoppal

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

Sokszor előfordul, hogy valahol lefényképezünk egy fontos, régi vagy értékes készüléket, de csak otthon vesszük észre, hogy siralmas az eredmény. Ez megtörténhet múzeumban, magángyűjtemény felkeresése esetén vagy egy börzén fellelt különlegesebb darabbal. Bosszantó, ha nem sikerül megfelelő szögben készíteni a képet és „bevillan” a vaku a tükröző felületeken. Sokan gondolnak, működtetnek – a világ bármelyik tájáról megtekinthető – virtuális múzeumot, és a weblapra szeretnék feltenni néhány ritkább készülék fényképét. De mit tehetnek, ha hiányzik egy forgatógomb vagy más, nem túl fontos alkatrész?

Remélhetőleg egyre többen írnak cikkeket akár a „Rádiótechnikába”, akár a rádiógyűjtők lapjába, a „Nostalgia Rádió Hírújságba” a régi vevőkészülékekről, azok szerkezeti és esztétikai kialakításáról, hiszen ezek ma már ipartörténeti és iparművészeti emlékek. A cikkekhez kapcsolódó képeknél nem árt, ha el tudjuk „tüntetni” a hátteret és a használat közben keletkezett sérüléseket, és kissé fazonírozuk a készülékeket. Magam is készítettem az utóbbi időben számtalan eseményen fotókat. Mióta digitális fényképezőgéppel automatára kapcsolva villogtatnak a fotósok, közöttük én is, nem sajnáljuk, százasaival készítjük a képeket. Meg kell vallanom, a körbevágás, a háttér eltávolítása után is csak 10%, amelyeken nem kellett utólag valamit korrigálnom.

Mindezekhez nyújt segítséget az Adobe cég „Photoshop” nevű programja, amellyel egy korábbi cikkben már foglalkoztunk [1], de az igazi erőssége ennek a programnak a képek alakítása, retusálása, ezért most ezeket a képességeit mutatjuk be sok példával illusztrálva. A cikk folytatása lehetne az előző évkönyvekben olvasható Rádióesztétika sorozatnak, hiszen szebbé, esztétikusabbá tesszük a kedvenc rádióinkról készült képeket.

Bevezetés

Az Adobe Photoshop nagyon hasznos és sokat tudó, személyi számítógépen, Windows alatt futó grafikus program,

amelyet az újabb verziókban állandóan bővítenek és tökéletesítenek. Az a célunk, hogy aki csak néhány fotó retusálását akarja elvégezni, annak ne kelljen a programot ismertető 500 oldalas könyvön átrágnia magát [2]. Bizonyíthatom, hogy nem könnyű olvasmány, alapos elsajátítása jó néhány hónapot igénybe vesz. Az ismertett munkához nincs szükség a legújabb programverzióra, a régebbi programok képességei is megfelelőek, és ezeket lényegesen olcsóbban be tudjuk szerezni. A szerző az Adobe Photoshop 2003-as megjelenésű 8.0-ás magyar változatát használja. Ugyancsak nincs szükségünk a program minden elemének ismeretére, ezért a cikk elején a Photoshop számunkra legfontosabb tulajdonságait ismertetjük. Aki már dolgozott a Windows kellékek között található Paint, vagy más grafikus programmal, sok mindent ismerősnek fog találni. A Photoshop ezeknél sokkal többet tud.

Megfelelően illusztrálva sorra vesszük a rádióképek alakításának legfontosabb módszereit. A háttér eltüntetésétől a hiányzó részek pótlásán keresztül a nagyon gyakran előforduló perspektivikus hibák javításáig. A programra jellemző, hogy ugyanazt a műveletet többféle eszközzel tudja végrehajtani, vagyis a képhibát többféle módon képes javítani. A legegyszerűbbeket ismertetjük, és az olvasóra van bízva, hogy melyik szimpatikus, melyiket alkalmazza.

A program rövid ismertetése

Azokat a programelemeket, amelyeket gyakran fogunk használni, érdemes előre megismerni, ezzel lerövidíthetjük a műveletek leírását. Minden esetben – fotózott, szkennelt vagy más programból importált – kész képen dolgozunk, ezért a program olyan részeit, mint az „új kép létrehozása” átugorhatjuk. A fájlkezelés eszközei (megnyitás, mentés, nyomtatás) és a szerkesztési műveletek (kivágás, beillesztés, másolás) ismertek más Windows programokból, ezekkel nem kell foglalkoznunk.

A cikkben a főmenük neveit félkövér, a választott eszköz, almenü vagy művelet nevét dőlt betűvel nyomtat-

tuk, a működtetendő billentyűket <név> jelek közé tettük.

Képernyő

A program behívása után a képernyőn megjelenik legfőképpen a menüsor, ez alatt az *eszközbeállító sáv*, balra az *eszköztár*, amely számunkra a munkavégzéshez szükséges eszközöket tartalmazza. Az **Ablak** menüben állíthatjuk be, hogy a képernyőn mi látszódjék és mi nem, az előbb említett *eszközök*, az *opciók* néven kapcsolható *eszközbeállító sáv* és a képernyő alján látható *állapot-sor*, ahol a kép és a fájl méretéről kaphatunk információt, és hogy milyen műveletet hajthatunk végre a kijelölt eszközzel. A jobboldalon látható *palettákat* ugyancsak itt lehet kiválasztani.

Eszközök

Szinte minden művelethez használjuk az *eszköztárat*. Az eszközök négy kategóriába sorolhatók. Legfelül vannak a *kijelölő eszközök*, alatta a *festőeszközök*, a harmadik csoport a *szöveg és toll* eszközök, a negyedik a *megtekinthető eszközök*. A nevek a csoportba tartozó eszközök feladatát mutatják. A legtöbb *eszközikon* jobb alsó sarkában egy apró háromszöget látunk, amennyiben ilyenre kattintunk, az ikon alatt egy lenyíló listában több hasonló eszköz található.

A *kijelölő eszközök* közül a legtöbbször a *lasszóra* van szükségünk, azon belül is a *sokszög lasszóra*. Ennek segítségével a kiválasztott képrészt sok apró kattintással tudjuk kijelölni, az egyes kattintások között a program egyenes vonalakat húz. Amennyiben körbejártuk a kijelölendő részt, vagy kettőt kattintunk, egy villogó keret jelzi a kijelölt részt. A *gyors kijelölés* vagy *varázspálca* a színek alapján végzi a kijelölést, tapasztalatom szerint nem mindig vezet eredményre a használata. Ebben a csoportban találjuk a *mozgatót* és a *vágót*, az előbbi segítségével áthelyezhetjük a kijelölt vagy beillesztett részt a kép egy másik részére, az utóbbival körbevághatjuk a képet.

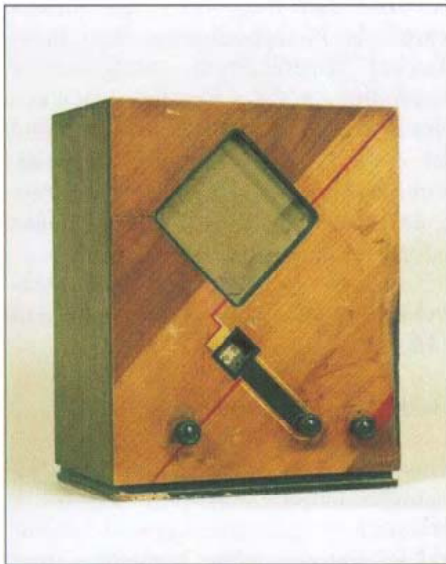
A második csoportba a *festőeszközök* tartoznak. Ezek közül legtöbbször



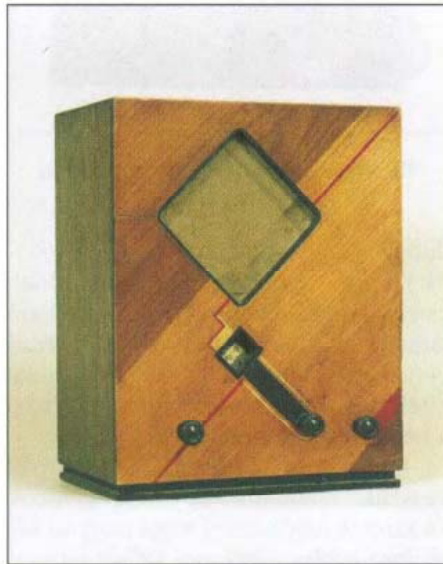
9. kép. TRT Olympikon CD-n



10. kép. TRT Olympikon javítva



11. kép. Standard RX CD-n



12. kép. Standard RX javítva



13. kép. Orion AT 501 tv



14. kép. Orion AT 501 tv javítva

A Telefonyár „Olympic” készülékből valószínűleg nem maradt sok példány, mert az általam sokat emlegetett CD-ROM-hoz [3] csak egy elég rossz állapotú készülékről készült kép (9. kép). Próbáljuk meg ezt feljavítani. A háttérrel itt nem távolítjuk el, de érdemes a készüléket körbejelölni, és a

munkához világosabbá tesszük a képet **Kép/korrekciók/szintek**, vagy **Kép/korrekciók/fényerő-kontraszt** segítségével. A csúszkákat addig állítjuk, amíg jól látszanak a furnérozás vagy a festés hibái. A további lépések azonosak az előbbiekkel. A művelet befejezéséül vehetjük kicsit sötétebbre, vagy

javíthatjuk a **Kép/korrekciók/színzet-telítettség** segítségével. A kép változásait figyelemmel kísérhetjük, ha be van jelölve az *előlnézet* négyzet (10. kép).

Bakelitdobozoknál a törést és ragasztási hibákat lehet eltávolítani festéssel.

A képek javítása a klónozó bélyegzővel

A felületek ritkán egyszínűek, ezért nem mindig tudjuk az ecset eszközt használni. A *klónozó bélyegző eszközzel* nagyobb felületeket tudunk másolni a hibás vagy hiányzó részre. Ehhez mintát veszünk a képből, és ezt kattintással „bélyegezzük” tetszőleges felületre. A beállítás azonos, mint bármely ecset esetén.

A bemutatáshoz az említett CD-ROM készülékgyűjteményből vettem a Standard RX képet. Látható, hogy hibás a homloklapfelület, a talp és nem eredeti a hangszóróselyem (ez utóbbival most nem foglalkozunk). Kijelöljük a dobozt, megnagyítjuk a képet és kattintunk a *klónozó bélyegző* eszközre. Az eszközbéllítő sávon nem használjuk az *igazított* beállítást, a többi módosítható paramétert a festésnél leírt módon hagyjuk. Az ecset nagyságát és alakját a másolni kívánt területnek megfelelően állítjuk be. A mintát az <alt> gomb lenyomása melletti kattintással vesszük. A megfelelő hely fölé húzva az ecsetformát, bárhol kattintunk, látni fogjuk, hogy nem csak a kívánt színt, hanem a fa erezetét is továbbvitte a bélyegző.

A készülék talpát festéssel javítottam, ehhez célszerű kijelölni a talpat, *lány perem* 1 képpont beállítás mellett.

Fényfolt csökkentése

A legtöbb képet vakuval készítjük, ha nem megfelelők a fényviszonyok. Ennek megvan a veszélye, hogy a felénk eső fényes felületek „bevillannak”. Sík felületek esetén van lehetőségünk oldalról fényképezni, de pl. muzeális TV-k képernyői majdnem minden pozícióból erős fényfoltot mutatnak. Példá erre a 13. képen látható Orion AT 501-es tv, amelynek fényképezése során nemcsak a képernyő, de az előtte lévő plexi és a káva is bevillant. A fényfoltot vagy teljesen eltüntetni, vagy csak csökkenteni szeretnénk, ezért minden esetben más módszert alkalmazhatunk.



1. kép. Szuper Szelekt



2. kép. Körbevágott Szuper Szelekt



3. kép. Eredeti hangszóró



4. kép. Körbevágott hangszóró



5. kép. Huba műszere



6. kép. Huba műszere körbevágva



7. kép. Radiometer műszer



8. kép. Radiometer műszer javítva

lesz eredményes a kijelölés, ha kb. a kört magában foglaló négyzet bal felső sarkára kattintva indítunk. A talp kijelölésére ismét a *sokszög lasszót* alkalmazzuk, csak a két kijelölés egyesítésére végig nyomjuk a <shift> billentyűt. A további lépések azonosak az előbbivel (4. kép).

Szükség esetén a kijelölést módosíthatjuk a **Kijelölés** menü *módosítás* és *kijelölés alakítása* parancsaival.

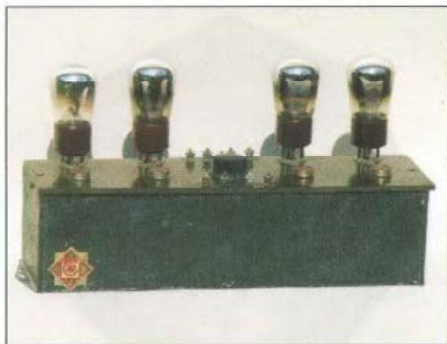
Vannak esetek, amikor több *ellipszis* alakú kijelölést kell alkalmaznunk ugyanazon a képen. Az 5. képen látható műszert Borody Huba barátomnál fényképeztem. Először a műszer felső részén, majd az alsó részen alkalmaztam az említett kijelölést, majd a *sokszög lasszót*. Az első kijelölés után végig használnunk kell a <shift> billentyűt (6. kép). Arra figyeljünk, hogy a *kijelölés alakítása* a teljes kijelölésre hat!

Az ilyen világos háttér mellett a háttér eltávolítása csak akkor szükséges, ha pl. nem akarjuk, hogy az árnyék látszódjék. Egyszínű háttér esetében megkísérhetjük a *varázspálca* eszköz használatát. A varázspálcát a háttéren alkalmazzuk, a *tolerancia* értékét 20-ra választjuk. Ez a módszer még akkor is célszerű, ha utána a *radír* eszközt is be kell vetnünk. Kinagyított képen dolgozzunk, ne féljünk attól, hogy belerádjunk a képbe, mert a *pipetta/ecset* kombinációval a kép kis részlete könnyen javítható!

A képek javítása festéssel

Egyszínű fa-, fém- és bakelitdobozok képeit könnyen javíthatjuk festéssel. Ezekre mutatunk néhány példát. Kedvenc – még ma is használatos – műszere a dán **RADIOMETER** cég „Multimeterje”, de a korabeli szokás szerint a leltározók óriási számokat festettek rá letörölhetetlenül, ezen kívül kezdett rozsdásodni is (7. kép). A háttér eltávolítása után az *ecset* eszközt választjuk, célszerű előtte megnagyítanunk a képet. Az eszközbeállító sávon beállítjuk a szükséges ecsetméretet, *normál* módot, *100% áttetszőséget* (hibás fordítás, helyesebben átlátszatlanságot!) és *100% folytatást*. A javítandó rész mellett <alt> lenyomásával színmintát veszünk a *pipettával*, majd át-
festjük a hibás részt.

Amennyiben meghagytuk a műszer kijelölését, nyugodtan festhetünk a kép szélén, nem kenjük össze a háttérrel (8. kép).



22. kép. TRT KF erősítő



23. kép. TRT KF erősítő felirattal

Érdekes kialakítású a 17. képen látható, a II. világháború alatt Belgiumban gyártott kis készülék, de valahogy pótolni kellene a két hiányzó forgatógombot. Szerencsére az egyik megvan, így lehet másolni. A háttér eltávolítása után itt megszüntetjük a kijelölést, majd nagyítás után az *ellipszis alakú kijelölő eszközt* választva kijelöljük a meglévő gombot. Amennyiben nem sikerül elég jól: **Kijelölés/kijelölés alakítása** paranccsal pontosítjuk a kijelölést, majd **Kijelölés/lágy perem** és legalább 5 képpontot állítunk be.

Szerkesztés /másolással vágólapra helyezük a gombot, most már törölhetjük a kijelölést, **Szerkesztés/beillesztéssel** valahol a kép közepén megjelenik a gomb, amit a mozgató eszközzel a helyére illesztünk.

A másik gomb elhelyezéséhez a **Szerkesztés/beillesztéstől** ismételjük a műveletet (18. kép).

A középső gomb mögötti tábla feliratából (P.O. G.O.) tudhatjuk, hogy ez volt a hullámváltó, és valószínűleg nem

ilyen volt a gomb, de hát csak az ismert hiányzó alkatrészeket lehet „pótolni”.

Kicsit komplikáltabb, de másik képről történő másolással is lehet átvinni hiányzó dolgokat. Két albumban is megjelent a Standard Lord készülék képe. A 19. képen látható fotó Szécsényi Lajos (Debrecen) gyűjteményéből származik, és a [4] albumból szkennelt képen az eredeti hangszóróselyem kisése megfakult. Roszoly Pál kispesti gyűjtőtársunk viszont készítettett egy eredeti mintájú selymet [5] (20. kép). Erről szeretnénk átmásolni a mintát az első albumban látható készülékre.

Nagyítás után az *ellipszis alakú kerettel* kijelöljük a másolni kívánt ábrát, majd a **Kijelölés/kijelölés alakítása**, vagy a **Szerkesztés/alakítás/torzítás** segítségével pontosan illesztjük a hangszóróselyem széléhez a kijelölést, <enter>. **Szerkesztés/mentéssel** a vágólapra helyezük a madárkát és behívjuk az első albumban lévő készüléket. **Szerkesztés/beillesztés** után a mozgató eszközzel a helyére húzzuk a képet,

majd **Szerkesztés/alakítás/torzítás** segítségével fedésbe hozzuk a két hangszóróselymet. Amennyiben kb. azonos felbontású a két kép, a beillesztés könnyű, ha nem, az utolsó lépésnél (torzítás) többet kell kísérleteznünk.

A művelet alatt kapcsoljuk be a *rétegek palettát (Ablak/rétegek)*, mert a program a vágólapról más rétegre illeszt be a képet! Mivel mindkét réteg látható, ezt csak a palettáról vesszük észre. Mentés előtt a *rétegek összeolvasztását* jelöljük ki (21. kép).

Felirat készítése

Ha nem akarjuk, hogy illetéktelenek az általunk készített képet bármilyen üzleti célra felhasználják, lássuk el felirattal, így az interneten vagy bármilyen más formában közzétett képeinkkel nem tudnak a hozzájárulásunk nélkül visszaélni! A feliratokat nem a képek fölé, mellé vagy alá készítjük, hanem úgy, hogy azokat ne lehessen eltávolítani. A tanulmányozást és az esztétikai élvezetet nem zavarja, amennyiben a felirat halvány, áttetsző.

Vízszintes felirat

A 22. képen egy igazi ritkaságot látnak, a teleses triódás korból (húszas évek második fele) a Telefongyár „négylámpás”, gyárilag behangolt, fémdobozban árnyékolt KF erősítőjét. A korabeli reklámok „Vitax tetraformer” négylámpás középrezgésszámú erősítőként ismertették. A képet festéssel és bélyegzéssel kicsit feljavítottam. A felirat annak a gyűjtőnek a nevét örökíti meg, aki ezt az eszközt „lelte”.

A felirat készítéshez a „T” *szöveg eszköze*re kattintunk. Megnyitjuk az **Ablak/rétegek** palettát. Látható, hogy a program automatikusan külön rétegre helyezi a feliratot, ezt a megjelenő T betű mutatja. Az eszközbeállító sávon beállíthatjuk a *betűtípust* (Arial), *betűstílust* (Bold), *betűméretet* (pontban) és a *szöveg igazítását* (balra) a szövegbe fogláló dobozban. A mellette lévő négyzetre kattintva kiválaszthatjuk azt a színt, amely halványítva is jól látható mind az eszközön, mind a háttéren. Az ív fölött látható T betűt fogjuk használni, de a *karakter/bekezdés* palettára egyelőre nincs szükségünk.

A fémdobozon megnyitjuk a befoglaló keretet, ezt tetszőlegesen igazíthatjuk a sarokpontokkal. A karakterek méretét mutatja a villogó kurzor, ezután beírhatjuk a kívánt szöveget. Amennyi-



24. kép. Ariola keretantenna



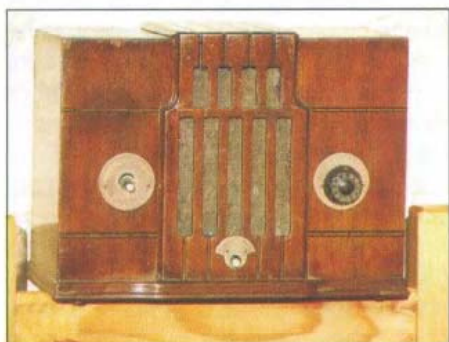
25. kép. Ariola keretantenna felirattal



15. kép. Standard 4B



16. kép. Standard 4B javítva



17. kép. Belga rádió



18. kép. Belga rádió gombokkal

Első lépésként a háttér eltávolítása után a kép perspektivikus hibáját javítottam (lásd később), majd a *sokszög lasszó* eszközzel kijelöltem csak a dobozt (a plexi részt <alt> lenyomásával kivontam a kijelölt területből). Ezután már lehet kísérletezni a dobozon látható fényfolt csökkentésével, mert bármit teszünk, a változtatás csak a dobozon jelenik meg. Először egy 30%-os áttetszőséggel festünk, majd *Kép/korrekciók/változatok* (legalul) bejelöljük a csúcsfényeket, csúszkát *durvára* állítjuk, kattintunk a *sötétebb* képre és OK. A fényfolt kellően sötétedett. A teljes

dobozt világosíthatjuk a *Kép/korrekciók/szintek* eloszlásgörbe jobboldali csúszkájának behúzásával. A plexin látható fényfoltot festéssel és a *klónozó bélyegzővel* tudjuk eltávolítani, miután kijelöltük a dobozon belüli részt (most a képernyő a kivont terület).

Utolsóként a kijelölt képernyőt vesszük munkába. A *Kép/korrekciók/szintek* módszerrel most nagyon sötét lesz a kép, ezért egy szűrőt választunk. A *Szűrő/életlenítő/Gausz életlenítéssel* a fényfolt elkenődik és halványul anélkül, hogy a képernyő sötétedne (14. kép).

A kép perspektívájának megváltoztatása

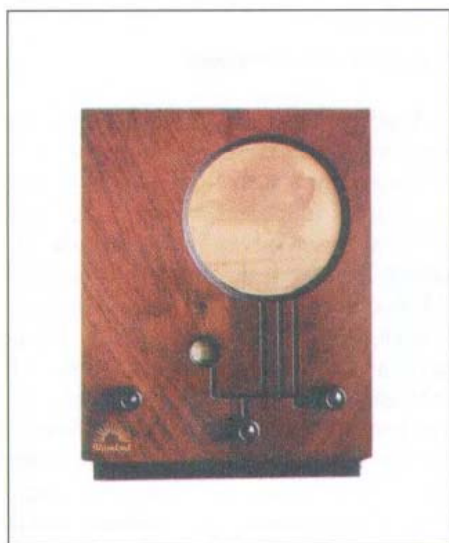
Amennyiben nem tudunk elég távol menni a képünk témájától, jelentős perspektivikus hiba keletkezhet. A 15. képen látható Standard 4B típusú készüléket néhai Fehérvári Kálmán barátomnál fényképeztem. A készülék a szekrény tetején volt, így a kép alulról és oldalról készült. Az ilyen jellegű hibák javítását az teszi lehetővé, hogy a Photoshopban a kijelölt képet tetszőlegesen lehet torzítani.

A háttér eltávolítása után meg hagyjuk a készülék kijelölését, *Eszközök/vonalzók* segítségével két vízszintes és függőleges vonalat húzunk a készülék köré a könnyebb tájékozódás érdekében, majd a *Szerkesztés/alakítás/torzítás* után megjelenik egy húzható sarok és középpontokkal bíró keret. Ezeket tetszőlegesen mozgathatjuk, húzhatjuk, amíg a készülék oldalai a vonalakkal közel párhuzamosan állnak be. A *torzítás* helyett a *perspektívát* akkor használjuk, ha az egyik sarok mozgásával a másik sarok elmozdulását azonosan akarjuk állítani.

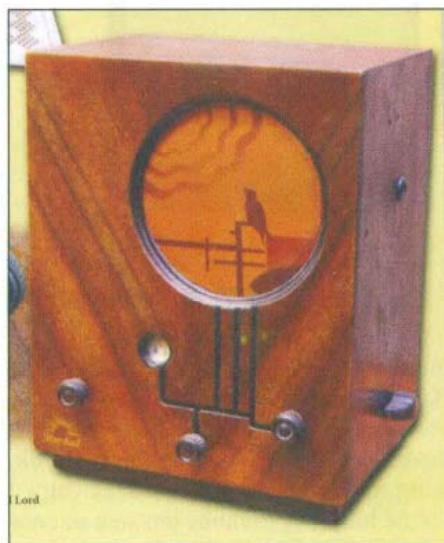
A doboz képét még apróbb festésekkel és bélyegzésekkel javítottam (16. kép).

A hiányzó alkatrészek „pótlása”

Bosszantó, ha amiatt nem tudjuk készülékünket egy honlapon vagy folyóiratunkban, esetleg az Egyesületünk által kiadott albumban bemutatni, mert hiányzik egy forgatógomb, a hangszórórács egy darabja, vagy nem eredeti a hangszóróselyem mintázata. Ilyen esetben is segít a Photoshop.



19. kép. Standard Lord 1.



20. kép. Standard Lord 2.



21. kép. Standard Lord 1. javítva

elégedve a hangszórómintával, elmenthetjük (27. kép).

Lemezen elvittem a fájlt egy olyan helyre, ahol tudtak A/3-as kartonra nyomtatni (ha van lehetőségünk, matt kartont válasszunk). A nyomtatás után megszerkesztettem a kúp palástját (pont kiadódik az A/3-as méretből) és kivágtam a membránt, az összeszerelés után a szélét barna filccel fogtam le. A kész hangszórót a 28. kép mutatja. Mivel más gyűjtőknél is előfordulhat hasonló hiány, segítségként a fájl a rádiogyűjtők honlapjáról letölthető [6].

A másik eset. Hozzájutottam egy lepusztult hangszóródobozhoz, amelybe utólag egy szakszerűtlenül megépített amatőr vevőt építettek be. A doboz elején egy elég érdekes, 3 mm-es rétegelt lemezből kivágot, de töredezett minta volt látható (29. kép). Szerettem volna a képet közzétenni az ORADIO levelezőlistán, hátha felismeri valaki ezt a jellegzetes mintát, de ez előtt illet a hiányzó részeket a képen pótolni.

A munka menete a következő. Világos belső hátteret biztosítunk a minta

számára egy karton beillesztésével, és a továbbiakban erről készített fotón dolgozunk (30. kép).

A külső háttér eltávolítása után a képet jelentősen megnagyítjuk, hogy a középső gyűrűből kiinduló elágazásokat könnyen ki tudjuk jelölni, ezek a „karok” elvileg azonos méretűek, ezért egy meglévő elemből tudjuk másolni. Három „balos” kar hiányzik és egy „jobbos”, ezért a kijelölést egy hosszú karon úgy végezzük, hogy csak egyszer kelljen tükrözni!

A mentés után a kijelölést megszüntetjük, és a rétegekről se feledkezzünk meg! A beillesztés után a kart mozgatjuk úgy, hogy az egyik vége nagyjából a helyén legyen, majd a Szerkesztés/alakítás/forgatás után a keret közepén látható forgáspontot arra a pontra húzzuk, amelyik a helyén van. A kar másik végét most be tudjuk forgatni anélkül, hogy a másik vége elcsúszna, <enter>. Valószínű, hogy minden karnál többször kell a mozgató eszköz és a forgatás művelet között váltani, amíg a kar a végleges helyére kerül. A jobbos

karnál még beillesztés után egy Szerkesztés/alakítás/tükrözést is végre kell hajtanunk (31. kép).

Remélem, hogy cikkemmel több gyűjtőnek adtam ötletet ahhoz, hogy retusált képekkel közétegye gyűjteményének értékesebb darabjait egyesületünk folyóiratában vagy egyéb kiadványaiban.

Irodalom:

1. Simoncsics László: Műzerskála készítése Adobe Photoshop program segítségével, RT 2011/7-8.
2. Carla Rose, Kate Binder: Tanuljuk meg az Adobe Photoshop CS3 használatát, Kiskapu Kft. 2008.
3. Rózsa Sándor: A magyar vevőkészülékek katalógusa, CD-ROM, a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány kiadása
4. Beszélő dobozok, Jászberény, RMK Nosztalgia Rádió Egyesület kiadása, 2002.
5. Beszélő dobozok és képek, Kispeszt, Varga László Zoltán, 2007.
6. A Nosztalgia Rádió Egyesület honlapja: www.nosztalgiaradio.hu

Nagy Évkönyv-akció!

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

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

'94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01, '02, '03, '04, '05, '06, '07, '08, '09 kötetek közül

1 db csak 490 Ft-ért, a

'10, '11, '12 kötetek közül

1 db 890 Ft-ért kapható.

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

Tel./fax: 239-4932

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



26. kép. Philips „Kínai Kalap”

ben nem fér el, vegyük hosszabbra a befoglaló keretet, vagy kisebbre a betűméretet. Most kattintunk rá az említett ív fölött látható T betűre, megjelenik a *szöveg tördelése* párbeszédablak. Ennek segítségével *ívesre* vagy *hullámosra* stb. tehetjük a szöveget, de *torzítást* is vihetünk a szövegbe.

Utolsóként az áttetszőséget állítjuk be (50%), hogy látható legyen, de mégse zavaró a szöveg. Ez a rétegek palettán állítható be. Ugyancsak itt, a jobbra néző nyílra kattintva választhatjuk a *rétegek összeolvasztását a mentés előtt* (23. kép).

Függőleges felirat

Esztétikai élmény is a 24. képen látható Radione gyártmányú keretantenna, amelynek közepébe egy akt szobrot helyeztek. Kicsit ki szeretnénk emelni a szobrot, ezért azt kijelölve világosabbra vesszük (*Kép/korrekciók/szintek*) úgy, hogy eloszlásgörbe jobb oldalához húzzuk a fehér háromszöget. A kijelölést megszüntethetjük.

A *függőleges szöveg* eszközt választjuk és egy élénkzöld színt. Most



27. kép. Hangszóróminta

egy függőleges befoglaló keret jelenik meg, és fölülről lefelé írhatjuk be a gyűjtő nevét. A keretet tehetjük a szoborra, mert a *szöveg tördelése* és az *íves* beállítás után a szobrot a felirat kikerüli (25. kép). A *rétegstílusokat* azért nem alkalmazzuk, mert általában a szöveg kiemelésére lennének alkalmasak, nekünk meg ez nem célunk.

Két valós feladat

Eddig fiktív eseteket ismertettem abból kiindulva, hogy esetleg valaki retusálni szeretné képeit. Most két olyan példát mutatok be, ahol valós feladatot oldottam meg a Photoshop program segítségével.

A következő képünk a Philips 2016 típusszámú, a maga korában olcsó, egyszerű hangszóróját mutatja, beceneve a „kínai kalap” (Chinese hat) volt. Mivel a membrán teljesen védtelen, idővel sok beszakadt, tönkrement. Amennyiben a keret és a meghajtó szerkezet ép maradt, jogos kívánság a színes membránt pótolni. Kóger Lacinak volt eredeti fényképezhető példánya (26. kép). A munkát a következő módon végezhetjük. A képen a *téglalap*



28. kép. Saját hangszóró

kijelölő eszközzel az azonos megvilágítású részen kijelölünk egy téglalap formájú részt, majd *Szerkesztés/másolás* segítségével ezt vágólapra helyezzük. Ezután bezárhatjuk a képet és *Fájl/új* képet hozunk létre. A program kéri a méret megadását (pixelben), milliméterre váltunk és a fekvő A/3-as méretet adjuk meg (297×420 mm). Jól tesszük, ha bekapcsoljuk az *Ablak/rétegeket*, mert a program minden *Szerkesztés/beillesztés* után megjelenő téglalapot új rétegre helyez. Ennek az az előnye, hogy amelyik réteget kijelöljük, azt a téglalapot tudjuk a *mozgató eszközzel* arrébb helyezni. Annyi téglalapot helyezünk a lapra, amennyi a teljes felületet befedi. A további műveletek előtt a *rétegeket összeolvasztjuk*.

A téglalapok oldalai láthatók a képen, ezért ezeket a *klónozó bélyegző eszközzel* kell eltüntetnünk. Nagyméretű ecsetet, *szórt* módot és 50% *áttetszőséget* állítunk be. Addig bélyegezünk teljesen véletlenszerűen véve a mintákat (<alt>), amíg ezek az élek már nem látszanak. Amennyiben meg vagyunk



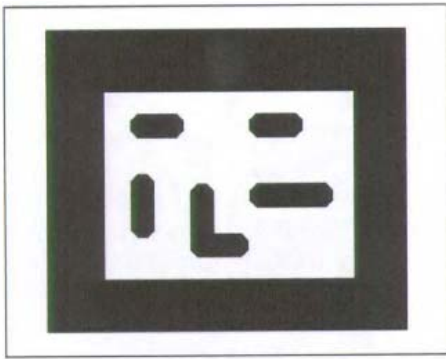
29. kép. Kápolna hangszóróház



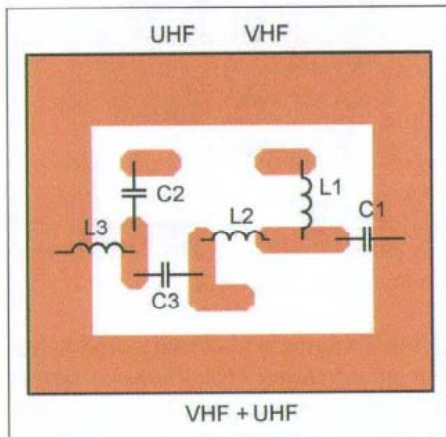
30. kép. Javítandó minta



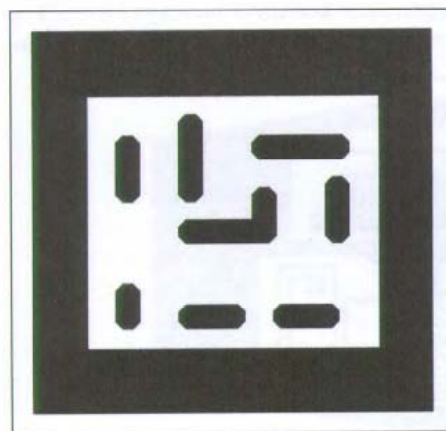
31. kép. Javított minta



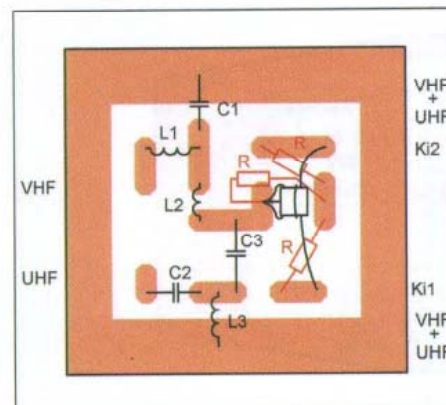
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

1. táblázat

Pozíció	VHF		UHF
	A változat	B változat	
L1	7,5 menet	5 menet	-
L2	7,5 menet	5 menet	-
L3	-	-	3 menet
C1	33 pF	10 pF	-
C2	-	-	2,2 pF
C3	-	-	2,2 pF

Megjegyzés: L1, L2 magátmérője 5 mm; L3 magátmérője 3 mm, légmagosak, huzalátmérő: 0,5 mm CufZ (forrasztható zománc). C1 kerámia tárcsa, C2 és C3 kerámia cseppkondenzátor

dóan és nem gazdaságossága miatt nem terjedt el a vételtechnikai alkalmazásokban.

Távolsági vétel esetén kisszintű (néhányszor $10 \mu\text{V}$ nagyságrendű) jeleket veszünk különféle zavaró frekvenciák mellett, ezért jó minőségű kábelek alkalmazása szükséges. A koaxiális kábeleknek az alábbi kritériumokat kell teljesíteni:

- kis csillapításuk legyenek,
- külső nagy- és kisfrekvenciás zavarokkal szemben megfelelő védettséget nyújtsanak,
- időjárásállóak legyenek,
- ne legyenek nedvszívók.

Vételtechnikában többnyire habosított polietilén (PE) érszigetelésűt használnak, mivel ennek kisebb csillapítása van, mint a vele azonos méretű, tömör PE-nek. Gyártástechnológiailag a zavarok elleni védettség problémája alufóliával körülvett egy-, vagy kétszeres szövésű rézszövet („harisnya”) készítésével megoldott. Az időjárásállóság kérdését fekete (karbonozott) köpenyű kábelek használatával oldják meg. A kis csillapítás habosítással érhető el, ami történhet gázzal vagy vegyi úton. Vegyi úton habosított polietilén térszerkezete csomós és a dielektrikum nedvszívó. A gázzal történő habosítással a polietilén nem nedvszívó és a térszerkezete sem válik csomóssá.

A koaxiális kábel csillapítása több tényezőtől függ: a frekvenciától, a szerkezetétől, a hőmérséklettől, az előregedésétől, a vastagságától és a hosszától. Levezető kábelnek a gyakorlatban $\varnothing 7$ és $\varnothing 8,5$ mm közötti habosított polietilén dielektrikumú terjedt el.

E kitérő után rátérünk az egyes közösítőszűrő változatok ismertetésé-

re. Az ismertetés első részében az LC-elemekből felépülő, 2-4 bemenetű verziókat ismertetjük, majd a második részben pedig a ferrites, kettes teljesítményosztónak (hibrid) közösítőszűrőként való alkalmazását mutatjuk be.

Az ismertetésre kerülő szűrőkapcsolások építőelemei egyoldalú nyáklemezen kerülnek beferrasztásra, a nagyfrekvenciás szereléstechika követelményeinek megfelelően! Az alkalmazott kondenzátorok mindegyik szűrőváltozatnál kerámia típusok és a tekercsek légmagosak.

Két bemenetű, 1. változat

Működés

Ez a konfiguráció egyszerűségénél fogva különösebb magyarázatra nem szorul, VHF és UHF sávú jelek közösíthetők vele. Kapcsolástechnikailag ezt LC elemekből álló T-tagú (harmadfokú) alul- és felüláteresztő szűrő összekapcsolásával realizáljuk, melynek elvi kapcsolása az 1. és a 2. ábrán látható.

Elkészítés, bemérés

Az alapáramkört egy 45×38 mm méretű nyáklemezen készíthetjük el. Ennek fóliarajza a 3. ábrán, míg az alkatrészeinek beültetése a 4. ábrán látható. A 2. ábrához tartozó 50×45 mm-es nyáklemez két készülék vagy két lakás műsorjellel való ellátására szolgál. Fóliázatát az 5. ábra, míg alkatrész-beültetését a 6. ábra mutatja. A szűrőelemek (tekercsek, kondenzátorok) beültetése a fóliás oldalon történik. Mindkét kapcsolat elemértékeit az 1. táblázatba foglaltuk. A táblázatból látszik, hogy a VHF sávra egy A és B változatot készítettünk. Az A változat 108 MHz-ig

Antennaközösítő szűrőkapcsolások

Bus László okl. villamosmérnök, busl@dunaweb.hu

Ebben a közleményben egy, a feledés homályába került vagy talán mostohán kezelt témával fogunk foglalkozni. Ez nem is csoda, hiszen a digitális technika térhódításának korát éljük, ami elkezdődött a műholdas televíziózással, ahol az egyes műsorok közvetlen (kódolatlan) vagy közvetett módon (kódolt) való elérését jelentette. Ezzel egy időben kialakult egy új „iparág”, a műholdas rendszerek telepítésére specializálódott társaságok köre. A fejlődés trendje és az igények rendszertechnika-ileg egy olyan igényt teremtettek, hogy a műholdas és a földi sugárzású programokat egy rendszerben összefogva továbbítsák az előfizetők felé. Napjainkban a közvetlen vagy a közvetett elérés kérdését a kábeltelevíziós társaságok programcsomagok választásának lehetőségével, valamint a tv-készülékhez tartozó dekóder (set top box) kártyájával oldották vagy oldják meg.

A terjeszkedés tovább folytatódott a szórakoztató elektronikai iparban és ennek eredményeként különféle készülékek jelentek meg a hazai és nemzetközi piacon.

Ilyenek például a digitális rádió, digitális tv, valamint erre a technikára épülő felvevő és lejátszó vagy csak lejátszó készülékek egész sora. A digitális technika „terjeszkedése” elérte a földi tv-műsorszorást is. Az analóg adók lekapcsolásának végső határidejét a műsorterjesztés és a digitális átállítás szabályairól szóló törvény (LXXIV/2007) tartalmazza, aminek értelmében az átállítás 2014. 12. 31-ével fog befejeződni. Ezzel egy korszakváltás történik az adástechnika területén: analógról digitálisra, azaz a DVB-T-re (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) digitális földfelszíni televízió sugárzás) történő átállással. Ezen új technika előnyei, röviden: előfizetői szempontból jobb képminőség, a szolgáltatók tekintetében a rendelkezésre álló frekvenciasáv(ok) jobb kihasználása.

Íme, a cikkírás idején (2012 tavaszán) a hazai „analóg/digitál tv-helyzetkép”:

a) Jelenleg még analóg műsorszoró adók üzemelnek a VHF III. és az UHF IV. sáv nem teljes részében.

b) Magyarországon a földi digitális tv-adásokat 2008-ban kezdték meg az UHF IV. és V. sávban. A sávhatárok tekintetében az átállítás valószínűleg nem fogja érinteni az UHF IV-es sávot (470-582 MHz). A későbbiekben UHF V-ös sáv felső határa változni fog, mivel a későbbiek folyamán az európai országok 790-862 MHz-ig szélessávú mobilszolgáltatást kívánnak bevezetni. Természetesen ez Magyarország vonatkozásában is kötelezettséget jelent.

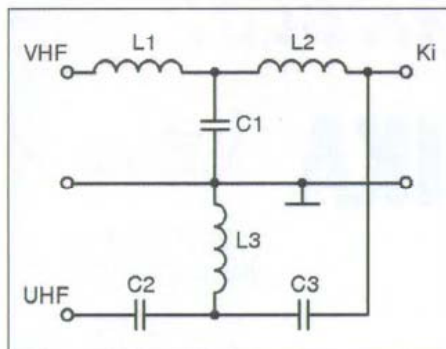
c) A VHF III. sáv jelenleg az analóg tv-adások és a 2008-ban indult digitális

földfelszíni rádió műsorszorás (T-DAB = Terrestrial - Digital Audio Broadcasting) céljára, 223-tól 230 MHz-ig foglalt. A sáv sorsáról később születik döntés, mivel az európai országok nagy részében ennek a sávnak a jövőjéről még nem döntöttek.

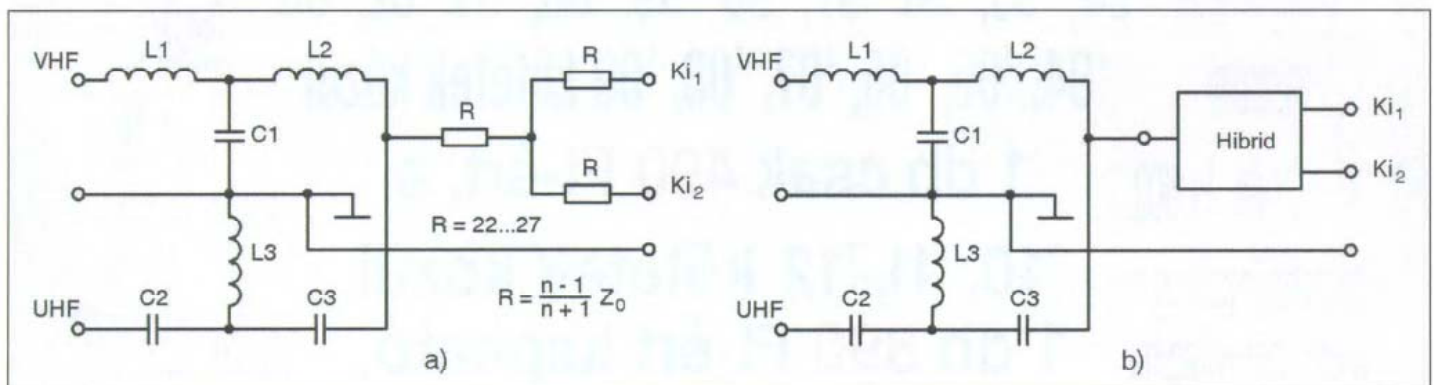
d) A CCCIR URH sáv (87,5-108 MHz) egyelőre továbbra is FM rádió-műsorszorásra van fenntartva.

Közleményünkben a szűrőkapcsolásokat az említett változtatásokhoz igazodva állítottuk össze. Itt jegyezzük meg, hogy a digitális átállítás a vevőrendszer kül- és beltéri elemkészletét (antennák, közösítőszűrők, erősítők stb.) nem befolyásolja.

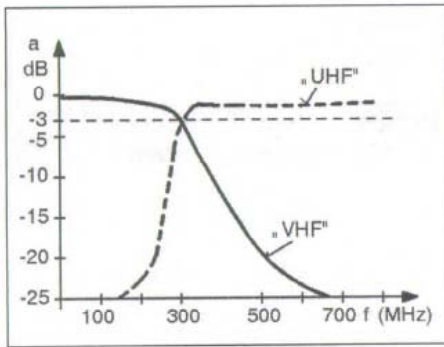
A közösítőszűrők – vagy más néven szűrőváltók – egyedi- és közösségi vevőantenna-rendszerek építőelemei, amelyek azonos vagy más sávban üzemelő műsorszoró adók jeleit fogják össze illesztett lezárások mellett. Vételtechnikában a rendszerimpedancia 75 ohm, mivel ez az érték adja a legkisebb csillapítást. Vevőantenna-rendszerek telepítése során bevált gyakorlat, hogy több csatorna (tv- és rádióműsor) jelét egyetlen koaxiális kábellel továbbítsuk a vevőkészülék(ek)hez. Az imént említett rendszertechnikai felépítést *frekvenciamultiplex rendszernek* nevezzük. Ez más megfogalmazásban annyit jelent, hogy a vevőkészülékhez menő kábelben egyidejűleg több műsorcsatorna (adó) frekvenciája van jelen. A teljesség kedvéért említjük meg a *kábelmultiplex rendszert*, ami azt jelenti, hogy minden egyes műsorforrás jelét külön kábelben visszük a vevőkészülékhez. Ez a rendszer struktúrájából adó-



1. ábra



2. ábra



11. ábra

nek eldöntését az Olvasóra bízunk, igényének és lehetőségeinek megfelelően. Mintegy 25 mm magasságú doboz megfelel a célnak.

Két bemenetű, 2. változat

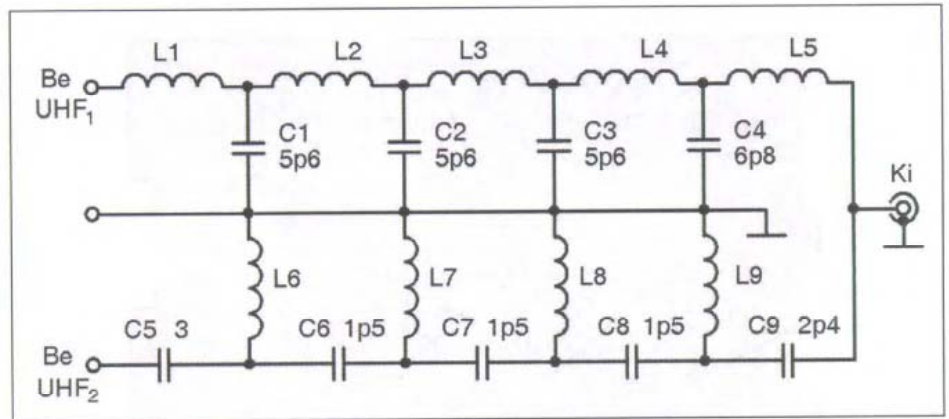
Működés

A bemutatásra kerülő közösítő az 1980-as évek eleje tájékán közkedvelt építőelemnek számított. Az első példányok RFT (volt NDK) gyártmányokként kerültek a piacra. A szűrőváltó elektromos helyettesítő kapcsolása a **8. ábrán** látható, ami megegyezik az 1. változatával. Ennek a variációnak érdekessége, hogy mind az alul-, mind a felüláteresztő rész kapcsolási elemei (tekercek és kondenzátorok) nyomtatottáramkörti technikával készültek!

Elkészítés, bemérés

A 80×40 mm befoglaló méretű nyáklemez a **9. ábrán** látható. A „beültetési” rajzot a **10. ábrán** adtuk meg. Az antennaközösítő csillapítás-karakterisztikáját **11. ábra** mutatja. A diagramból látható, hogy ez a változat szerényebb paraméterekkel rendelkezik, mint az előbbi elrendezés. A diagramban látható a két csillapítás-karakterisztika metszéspontja. Ezt a metszéspontot keresztelési frekvenciának nevezzük. Ennek frekvenciának mindig az üzemi sávokon kívül kell esnie. Akkor van egy szűrő jól méretezve és behangolva, hogyha a keresztelési frekvenciához tartozó csillapítás értéke minél nagyobb. A tapasztalatok szerint jó gyakorlati értéknek bizonyul a keresztelési frekvenciához tartozó 12...14 dB-es csillapítás. Ebben az esetben az egyes szűrőtagok úgymond „nem látják” egymást.

Az áramkör nagy előnye, hogy a nem fóliás oldalon Ø0,7...0,9 mm-es rézhuzallal történő átkötések után (lásd



12. ábra

a **10. ábrát** üzemképes. A közösítőszűrő két bemenete úgy van kialakítva, hogy a balun aszimmetrikus oldala hozzacsatlakoztatható a Be-X és a Be-Y pontokhoz. Mivel napjainkban a szalagkábel levezetőkábelként való alkalmazása már nem használatos, így ezzel az esettel nem foglalkozunk. A bemenetekre és a kimenetre célszerű kábelesen csatlakozni, ezért a bejövő és a levezető kábel végét ennek megfelelően alakítsuk ki. Ennél a megoldásnál doboz anyaga műanyag vagy egyoldalas nyák lehet, 20 mm-es magassággal.

Két bemenetű, 3. változat

Működés

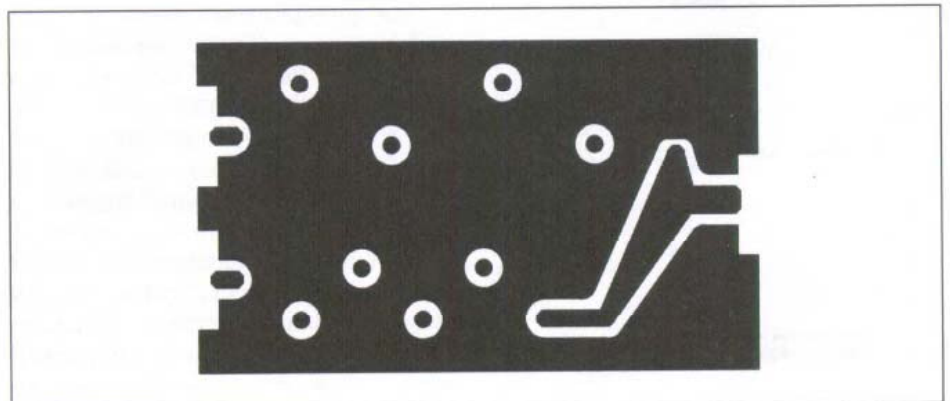
Egy olyan konfigurációt mutatunk be, amellyel az UHF sávot két részre oszthatjuk. Ennek a gyakorlati kérdésnek a megoldására több variáció kínálkozik. Mi ezek közül az alul-/felüláteresztő megoldást választottuk. Azért, hogy minél kisebb legyen a nem használható frekvenciasáv (holtzóna), ezért mind az aluláteresztő, mind a felüláteresztő részt 9-ed fokúnak választottuk. Az elvi kapcsolás a **12. ábrán** látható. Az UHF1 bemenet a VHF+ UHF sávú, a

másik bemenet (UHF2) csak az UHF sávba eső jelek fogadására alkalmas.

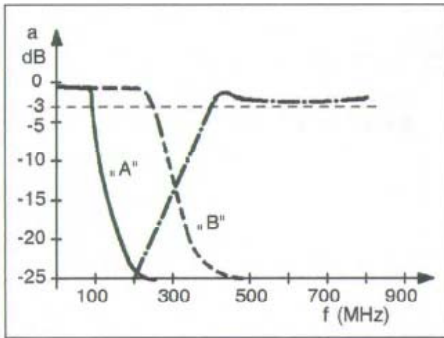
Elkészítés, bemérés

A szűrőegység nyákterve a **13. ábrán** látható, a panel mérete 70×40 mm. A beültetési rajz a **14. ábra** szerinti. A szűrők elemeit a nyáklemez fóliás oldalán rövid lábakkal forrasszuk be. A közösítőszűrőt építsük dobozba!

A doboz anyaga 1,5 vagy 1,6 mm vastag egyoldalas nyáklemez is lehet. Ha ónozott vaslemezről készítjük, akkor a mechanikailag stabil kivitel érdekében a lemezvastagságot 0,4...0,5 mm-nek válasszuk. A keret rajza a **15. ábrán**, a fedél- és alaplemez rajza a **16. ábrán** látható. A beméretezett dobozkeret rajzán készítsük el a koaxcsatlakozók furatát. Ezután készítsük el a dobozkeretet és forrasszuk rá a koaxiális csatlakozókat. A nyáklemez be- és kimeneti fóliaszigetére fekdjön fel a koaxcsatlakozók belső ere, és így forrasszuk hozzá a nyákhoz, majd a keret oldalaihoz. Ezután ültessük be a tekerceket és a kondenzátorokat. Célszerű a bemeneti és kimeneti koaxiális csatlakozókat megkülönböztetni, így például a bemenet legyen KOHÜ (koaxiális hü-



13. ábra



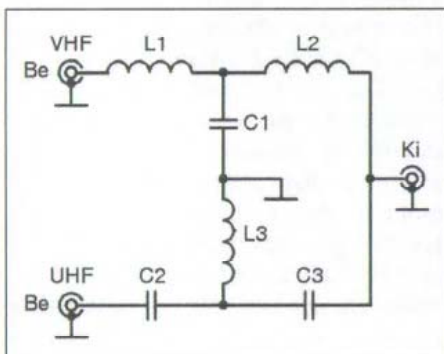
7. ábra

(C-URH) alkalmazható, míg a B változat 250 MHz-ig.

A szűrők behangolása vobulátoros műszerrel történik (ez lehet hálózatanalizátor, Polyskop stb.). Ekkor az egyik bemenetet 75 ohmmal lezárjuk, így nem tud hamis rezonancia kialakulni, másrészt a bemérésnek üzemszerű viszonyoknak megfelelően kell megtörténnie. A csillapításmenet beállítása a tekercsek meneteinek széthúzásával, összenyomásával történik. A behangolt szűrő tekercseit méhviaszal vagy más műanyag alapú ragasztóval rögzítjük. Az előbbieket szerint hangoljuk be a másik szűrőrészt. A 75 ohmos lezárást most a már behangolt szűrőrész bemenetére forrasszuk, ennek hiányában 0,6 W-os 1%-os 75 ohmos ellenállás is megfelel erre a célra. A behangolt szűrők csillapításmenetét a frekvencia függvényében a 7. ábrán látjuk.

A 6. ábrán pirossal ellenállásos változatot mutatunk be, míg feketével egy korszerűbb, ferrites teljesítményosztót. Az egyszerűbb, ellenállásos változat a hasznos jelet 6 dB-lel, a ferrites kiviteli forma 3 dB-lel csillapítja, erre a közleményben még visszatérünk. Ez az átviteli karakterisztika szempontjából azt jelenti, hogy a 7. ábrán megadott karakterisztikák 3, illetve 6 dB-lel a mínusz értékek felé tolódnak el.

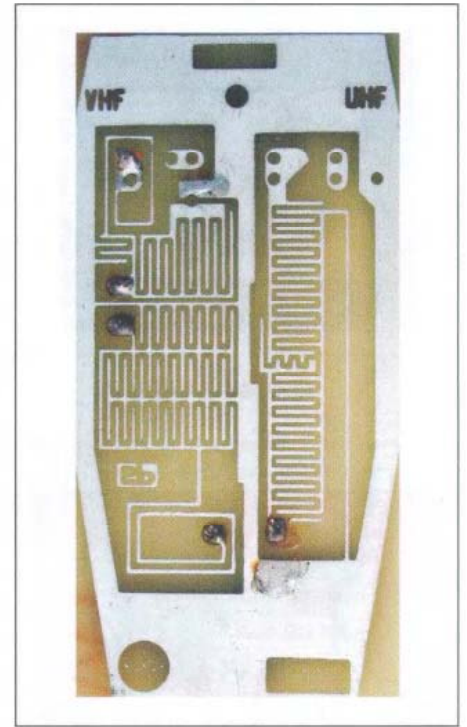
Műszerezettség hiányában L1, L2 és L3 induktivitásokat az 1. táblázatban



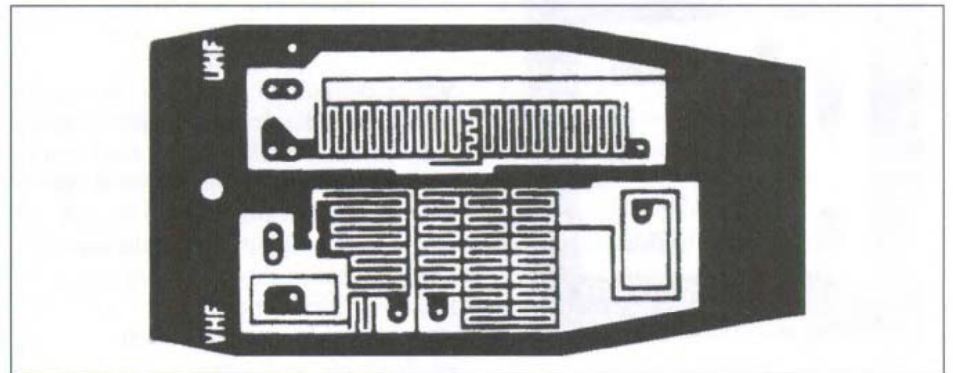
8. ábra

található menetszámmal és magátmérvével forrasztható zománchuzallal (CufZ) elkészítjük. Az L1 és L2 tekercs hossza 12...13 mm legyen, míg az L3 tekercs meneteit szorosan egymás mellé tekercseljük. A két szélső menetet annyira húzzuk szét, hogy ezek a nyáklemez felületén feküdjenek. Ezzel megtörtént a felüláteresztő rész „behangolása”. A felüláteresztő szűrő -3 dB-es pontja 400 MHz környékére esik (lásd a 7. ábrát). Ez utóbbi variációt ott alkalmazhatjuk, ahol a jelszint elég nagy, körülbelül 1 mV (60 dB μ V).

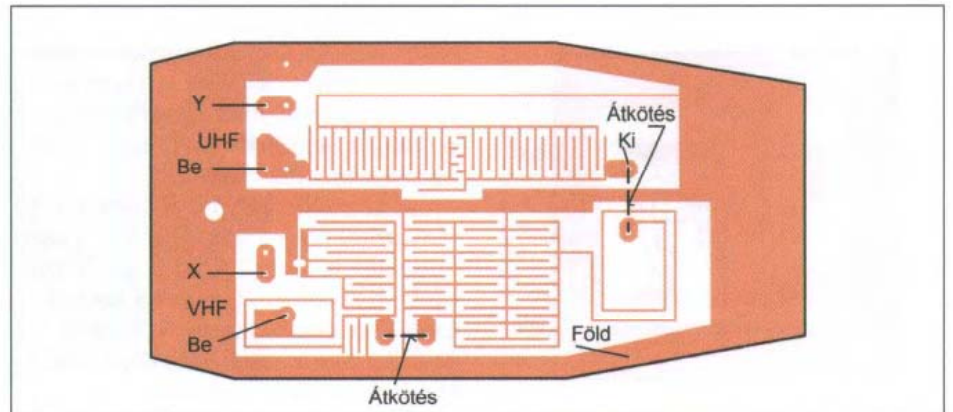
A közösítő szűrők általában padlás vagy szabad térben üzemelnek, ezért a zárt, dobozos konstrukciót alkalmazzuk. Szabadtéri üzemeltetés esetén a doboz anyagának biztosítania kell az időjárásvédeltséget és a megfelelő mechanikai szilárdságot. Házilagos készítésnél kettős doboz formájában oldjuk meg ezt a problémát. A külső doboz illeszkedési helyeit kenjük be sziloplasztal, így vízhatlanná tesszük a konstrukciót. Padlástérben való elhelyezéskor elegendő egy doboz, ennek konstrukciója mechanikailag stabil legyen. A doboz anyaga lehet bármilyen műanyag vagy 1,6 mm-es, egyoldalas nyáklemez. Ennél a verziónál a földfólia ilyen jellegű kialakítása miatt javasoljuk a bejövő és az elmenő koaxiális



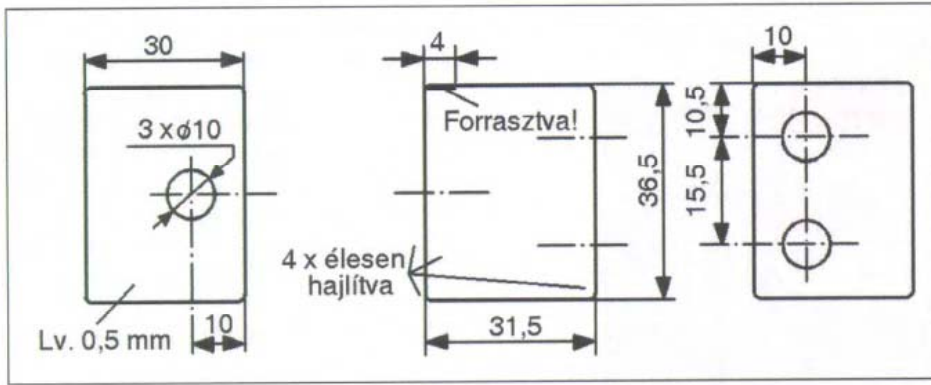
kábelek végeit a nyáklemez fóliázatához illeszkedően kialakítani és beforrasztani. Természetesen koaxiális csatlakozókat is használhatunk, ebben az esetben célszerű megkülönböztetni a bemenetet a kimenettől: például legyen a bemenet koaxiális hüvely (KOHÜ), a kimenet koaxiális dugó (KODU). En-



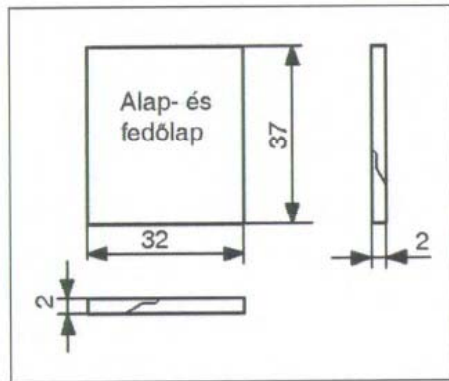
9. ábra



10. ábra. Az X és Y pontok földelve!



21. ábra



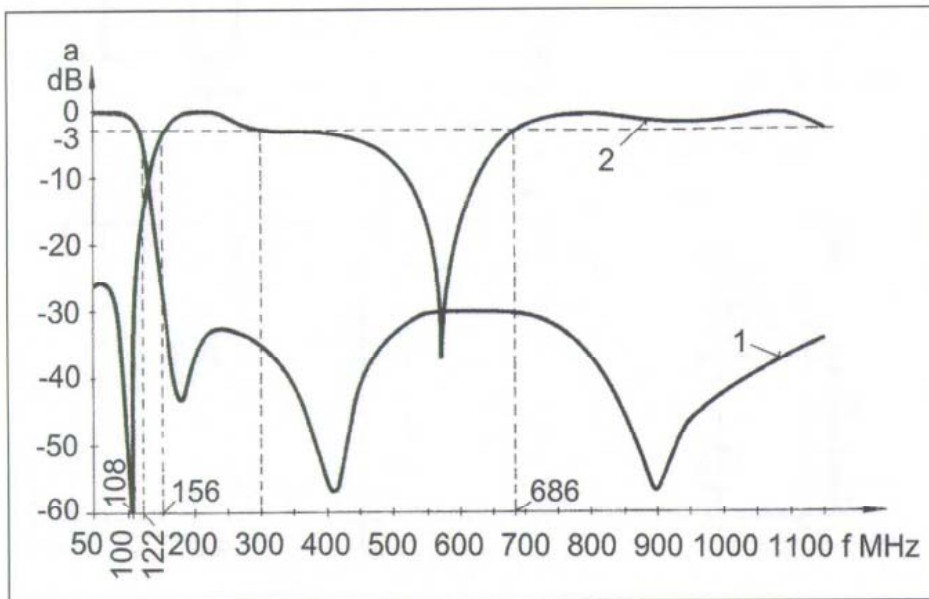
22. ábra

sítósűrő tekeresadatait a 2. táblázatban találjuk meg.

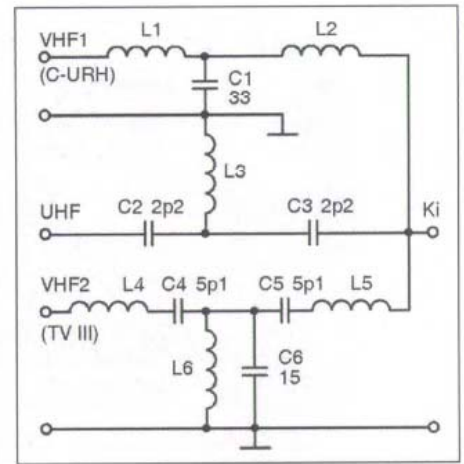
Két bemenetű, 4. változat

Működés

A következőkben egy olyan szűrőkapcsolást mutatunk be, amely elsősorban VHF sávú jelek közösítésére alkalmas, de az UHF tartomány egy része (az



23. ábra

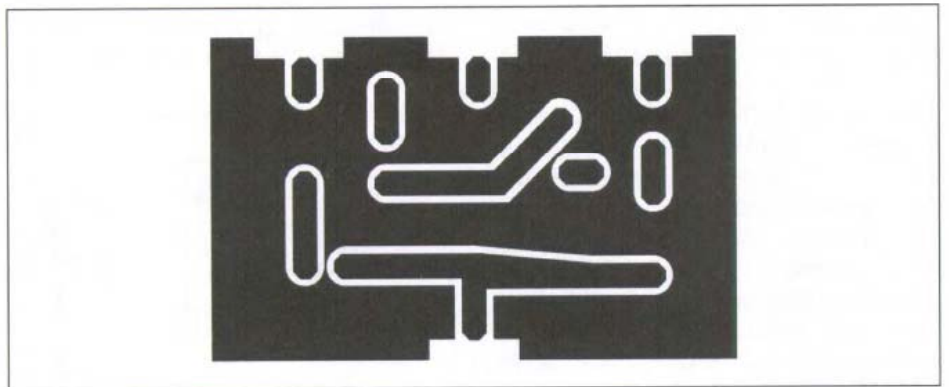


24. ábra

V-ös sáv nagyobb része) is beközösíthető vele Ennél a variációnál is a VHF sávok szétválasztását alul- és felüláteresztő szűrővel oldjuk meg, melynek elvi kapcsolása a 18. ábrán látható.

Az aluláteresztő rész fokszámát tekintve negyedfokú, ami egy induktív és egy π -tag soros kapcsolásából áll. A π -tag kapcsolástechnikailag egy Caer-tagnak felel meg. A felüláteresztő harmadfokú T-tag, melynek kereszt-

ágában egy soros (szívó) kör van. A felüláteresztő rész átviteli (csillapítás) karakterisztikája eltér a konvencionális felüláteresztő szűrők csillapításmenetétől. Ez abból ered, hogy az aluláteresztő rész kapacitív tagjaival a felüláteresztő rész szívókört képez, aminek a rezonanciafrekvenciája az

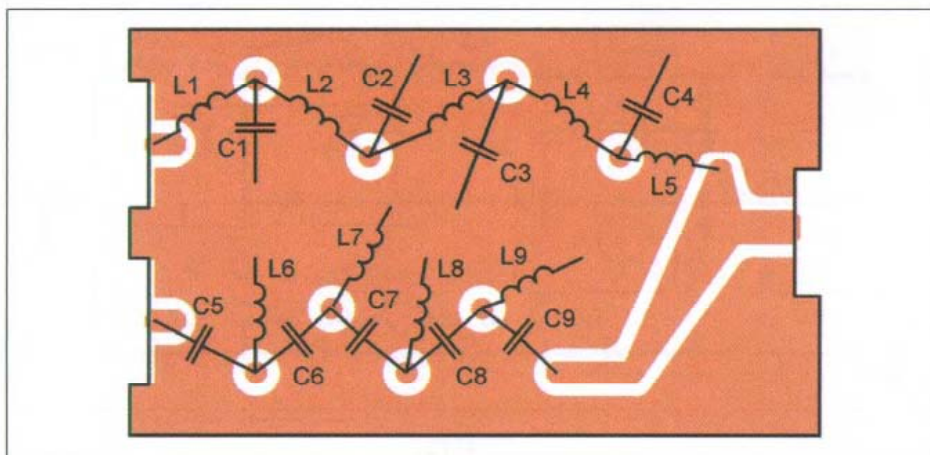


25. ábra

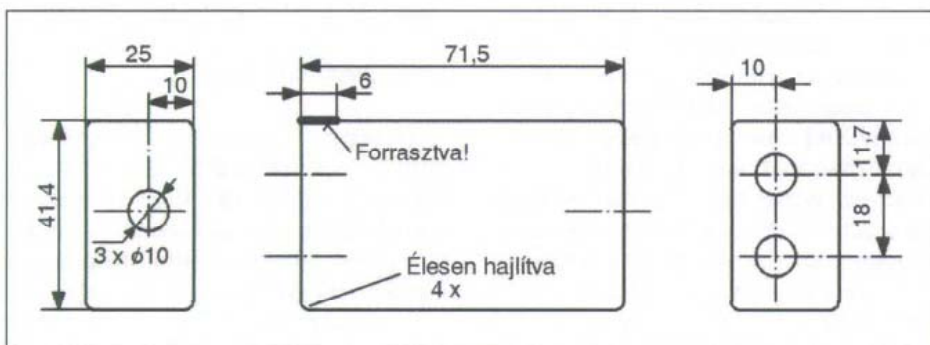
UHF tartomány V-ös sávjába esik. Ezzel kapcsolatban annyit érdemes megjegyezni, hogy egy rezonáns kör a rezonanciafrekvenciája felett induktív jellegű, míg az antirezonáns kör rezonanciafrekvenciája fölött kapacitív jellegű. Ez azt jelenti, hogy a soros kör rezonanciafrekvencia felett egy induktivitással, a párhuzamos kör rezonanciája felett egy kapacitással helyettesíthető.

Elkészítés, bemérés

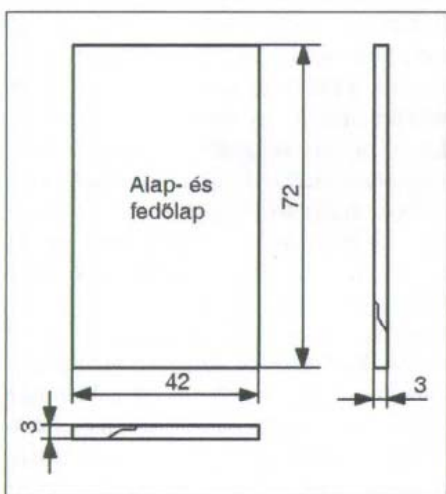
A közösítőszűrő elemeit 35x30 mm nagyságú nyáklemezre forrasztjuk. A nyomtatási rajz a 19. ábrán, az alkatrész-beültetési rajz a 20. ábrán látható. Szintén a dobozos megoldást választottuk. A dobozkeret rajzát a 21. ábrán adtuk meg, az alap- és fedőlap rajza a 22. ábrán látható. A doboz anyagára,



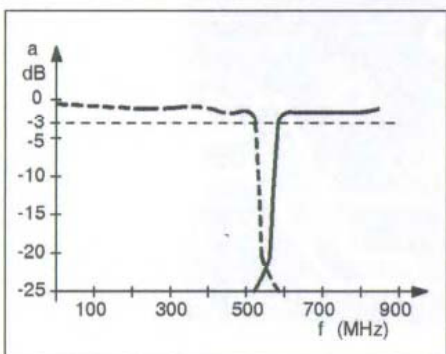
14. ábra



15. ábra



16. ábra



17. ábra

vely), míg a kimenet KODU (koaxiális dugó). Fémdoboz esetén a magasság 30 mm legyen.

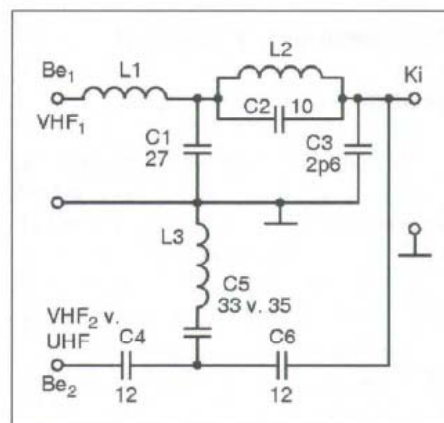
A dobozkereten úgy méretezzük be a koaxcsatlakozók helyét, hogy a nyák-lemez síkja 10 mm-re legyen a doboz alsó szélétől, így a beméret szűrőket a felhelyezett fedél kapacitása nem fogja elhúzni.

A szűrőegység bemérése vobleresen történik. A nagy fokszám miatt itt nem lehet receptet adni arra, hogy az egyes tekercseket milyen mértékben húzzuk szét. A tekercsek hangolásához célszerűen valamely fóliamentes nyákdarabkát vagy műanyag lemezkét használjunk.

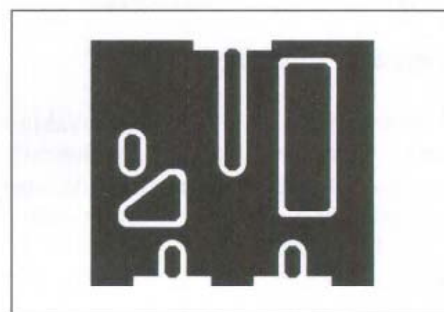
Az egyes tekercsek meneteit felváltva húzzuk szét, illetve nyomjuk össze. A hangolást addig kell végezni, míg a 17. ábrán látható karakterisztikát kapjuk. A bemérést az aluláteresztő résszel vagy a felüláteresztővel kezdhetjük (a másik bemenet 75 ohmmal lezárva). A diagramból jól látható, hogy az egyik szűrő áteresztő tartományában a másik szűrőnek nagy zárócsillapítása van, így ezek „nem látják” egymást. Annak érdekében, hogy az aluláteresztő résznek közel 1 dB-es csillapítás ingadozása legyen, mindkét szűrőrészt aszimmetrikussá tettük (lásd a 12. ábrát). A közö-

2. táblázat

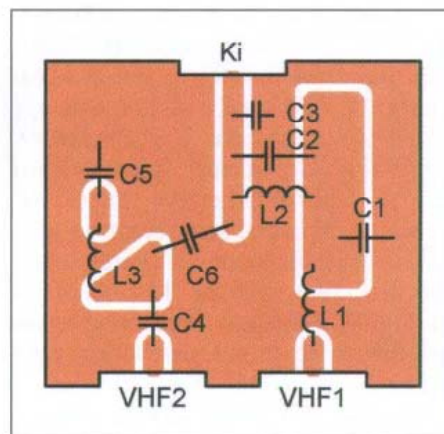
Pozíciószám	Megnevezés	Menet-szám	Mag-átmérő [mm]
L1, L5	lég-magos tekercs,	2,5	3,5
L2-L4	huzal-átmérő 0,5 mm, Cu(f)Z	4,5	
L6-L9		2	2



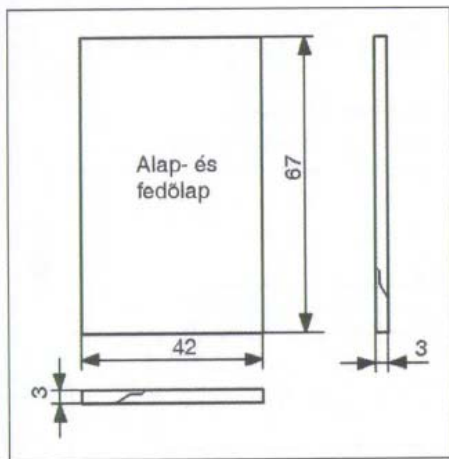
18. ábra



19. ábra



20. ábra

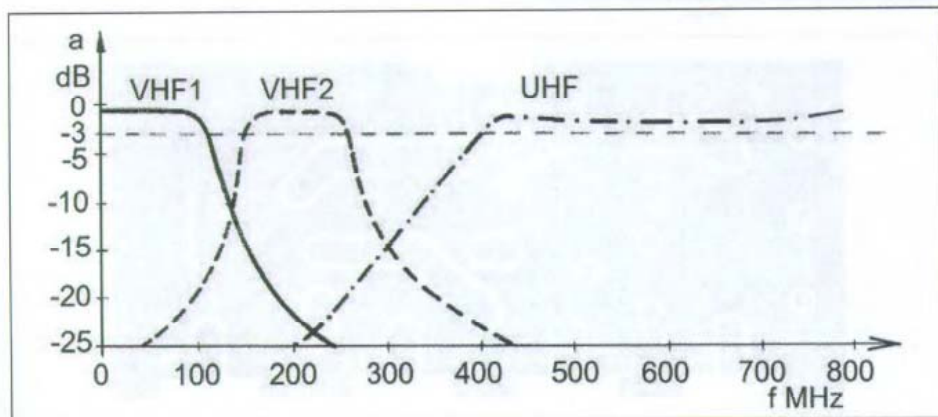


28. ábra

3. táblázat

Pozíciószám	Megnevezés	Menetszám	Mag- átmérő [mm]
L1, L2	lég- magos tekercs,	7,5	5
L3	huzal- átmérő	3	3
L4, L5	0,5 mm, huzal:	7	4
L6	Cu(f)Z	3	

rő hangolását addig kell végezni, amíg 200 MHz-re nézve közel szimmetrikus görbét kapunk (ezek a 3 dB-es pontok). A behangolt szűrők tekerceit méhviasszal vagy más műanyag alapú ragasztóval rögzítsük az elhangolódás ellen. Ha bemérés során ún. mérőkábel szükséges, akkor a mérés körülményei által meghatározott, legrövidebb kábelhosszt használjunk. A bemért antennaközösítő átviteli (csillapítás) karakterisztikái a 29. ábra mutatja. A diagram-



29. ábra

ból láthatjuk, hogy a VHF1 bemenettel az aluláteresztőnek és VHF2 bemenettel a sávszűrőnek ≤ 1 dB az áteresztőirányú csillapítása, míg ez az UHF feluláteresztőjénél: 1,5 dB $\pm 0,5$ dB. A sávhatárokat jelentő 3 dB-es pontok VHF1-gyel jelölt szűrőnél 108 MHz, a VHF2 jelű szűrőnél 150...265 MHz és az UHF jelűnél 400 MHz. A közösítőszűrő elemeinek értékét a 3. táblázatba foglaltuk. Visszatérve a beméréshez: a sávszűrő behangolására „receptet” adni nem tudunk, kivéve az alul-, illetve a feluláteresztő részt. Az aluláteresztőnél az L1 és L2 tekercset annyira húzzuk szét, hogy a tekercsek hossza 12...13 mm legyen; a feluláteresztőnél a két szélső menet a nyáklemez felületére fekdjön.

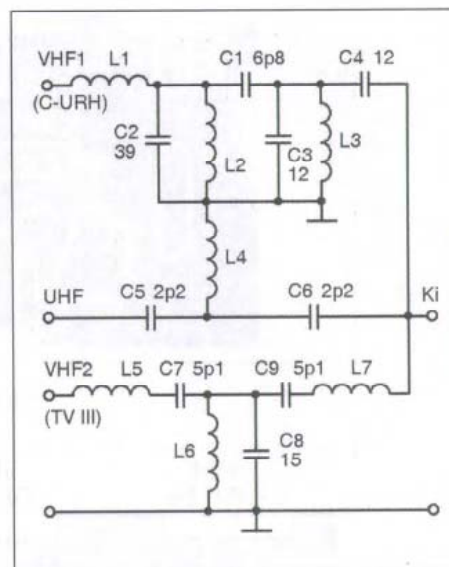
Három bemenetű, 2. változat

Működés

Ebben a variációban is a C-URH-t, a tv III. sávot valamint az UHF IV-es és V-ös sávját közösítjük, de a C-URH és a tv III. sáv sávszűrőkkel, míg a teljes UHF sáv beközösítése feluláteresztő szűrővel történik. A három bemenetű közösítőszűrő elvi kapcsolását a 30. ábrán láthatjuk.

A C-URH sávot (87,5...108 MHz) átvivő sávszűrő felépítése induktív bemenetével és kapacitív kimenetével eltér a hagyományos sávszűrő felépítéstől. Továbbá abban, hogy a két párhuzamos rezgőkör (L2-C2, L3-C3) nem azonos rezonanciafrekvenciájú. A két kör között felső kapacitív csatolást alkalmazunk.

Ezzel a megoldással viszonylag szélesebb frekvenciasávot tudunk át-fogni, kevés elemszámmal. A sávszűrő induktív bemeneti és kapacitív kimeneti tagjának meredekségnövelő szerepe van a sáv alatti és feletti zárótarto-



30. ábra

mányra nézve. Ezzel f_0 -ra (sávközépi frekvencia) közel szimmetrikus csillapítás-karakterisztikát tudunk beállítani a frekvencia függvényében.

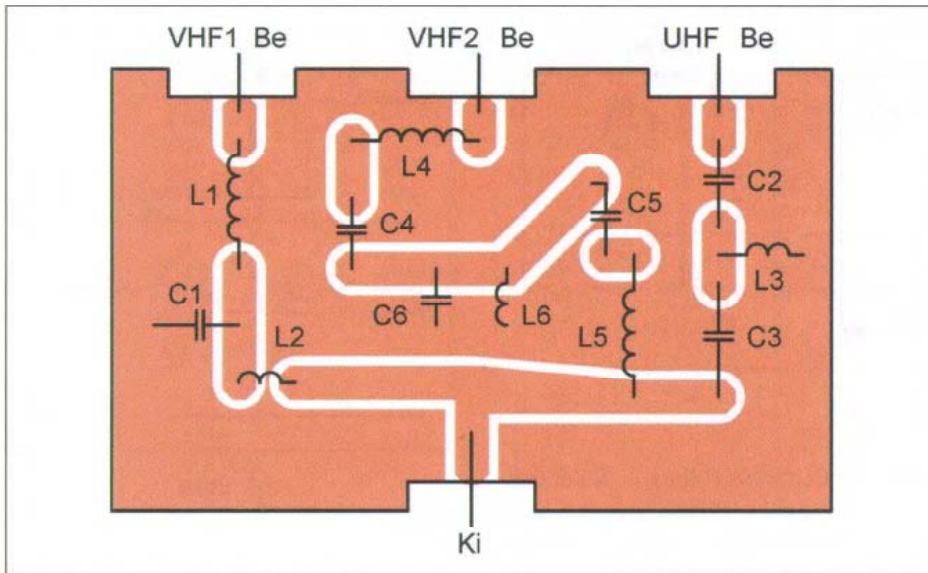
Elkészítés, bemérés

A három bemenetű közösítő kapcsolásnak a fóliarajza a 31. ábrán, az alkatrész-beültetési rajza a 32. ábrán látható. Az elkészítéssel, valamint a beméréssel kapcsolatos tudnivalók megegyeznek az előbbi három bemenetűnél leírtakkal, továbbá a nyák és a doboz mérete is megegyező, kivéve az RF csatlakozók furatozását a kereten; a VHF2-es bemenet itt nem pont középre került (ld. 27.b ábra).

E változat csillapításmenetét a frekvencia függvényében a 33. ábrán adtuk meg. A szűrőkapcsolás elemértékei a 4. táblázatban találhatók.

4. táblázat

Pozíciószám	Megnevezés	Menetszám	Mag- átmérő [mm]
L1	lég- magos tekercs,	9	4
L2, L3	huzal- átmérő	5	
L4	0,5 mm, huzal:	3	3
L5, L7	huzal:	7	
L6	Cu(f)Z	3	4



26. ábra

elkészítésére, a ki- és bemenetek megkülönböztetésére valamint a bemérésre vonatkozó leírást lásd az előző változatnál!

A behangolt közösítőszűrő csillapítás-karakterisztikáját a 23. ábrán diagramban adtuk meg. Az aluláteresztő rész csillapításmenete (1) a zárósávban Cauer-jellegű, míg a feluláteresztő szűrő csillapítás-karakterisztikája (2) eltér a szokásos feluláteresztő jellegtől. A működési részben ismertetett ok miatt a feluláteresztő szűrő átviteli görbéjén egy leszívás látható. A kapcsolat feluláteresztő részének tekercsét oly mértékben húzzuk szét, hogy a leszívás helye 108 MHz közelébe essen. Az aluláteresztő rész leszívásának helye 174 MHz környékén legyen. Amennyiben műszeres bemérésre nincs lehetőség, akkor az L1, L2 tekercsek meneteit annyira nyomjuk össze, hogy a menetek egymáshoz szorosan legyenek. Az L3 tekercs meneteit egymáshoz képest kb. 1 mm-re húzzuk szét.

Az egyes szűrőtagok tekercsadatai az alábbiak: L1 6 menet, L2 5 menet, L3 4 menet; mindhárom tekercset $\varnothing 5$ mm-es magra készítsük. A huzal átmérője 0,5 mm CuZ vagy CufZ. (Ez utóbbitől a zománcreteg a forrasztás során „feloldódik”, így nem kell külön a huzalvégeket a zománctól megtisztítani.)

Három bemenetű, 1. változat

Működés

Az ismertetésre kerülő variációban a C-URH-t, a tv III. sávot valamint az UHF IV-es és V-ös sávját közösítjük. A C-URH alul-, a teljes UHF sáv beközö-

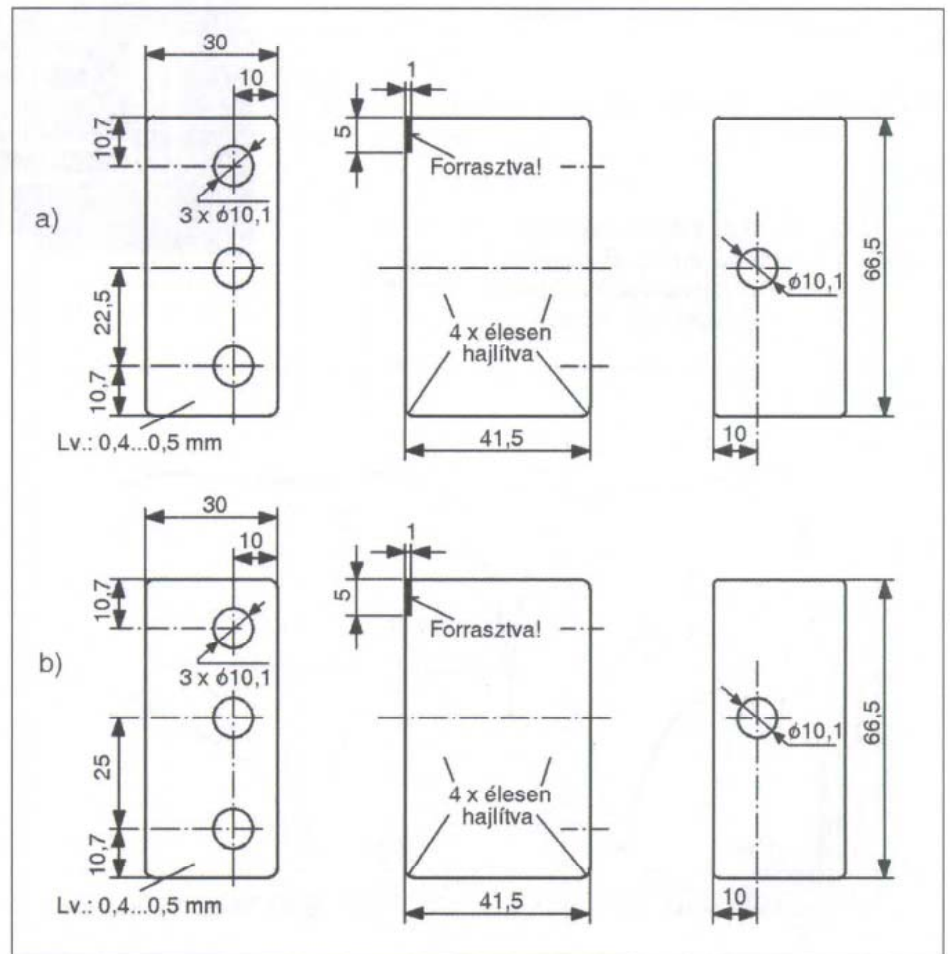
sítése feluláteresztővel, míg a tv III. sáv sávszűrővel történik. E két szűrőtípus a két bemenetű közösítőknél már ismertettük, ezért bővebben a tv III. sávot (174...230 MHz) átvivő sávszűrővel foglalkozunk. A három bemenetű közösítőszűrő elvi kapcsolását a 24. ábrán látjuk. A tv III. sávot sávszűrő-

vel választjuk el az előbb említett két sávtól. A sávszűrő egy „T” kapcsolású elrendezés, ahol a hosszági soros rezgőkörrel állítjuk a sávszűrőt frekvenciában a kívánt helyre, míg a keresztági párhuzamos rezgőkörrel a két soros kör közötti csatolást. A csatolás mértékével egyúttal a sávzélességet is változtatjuk.

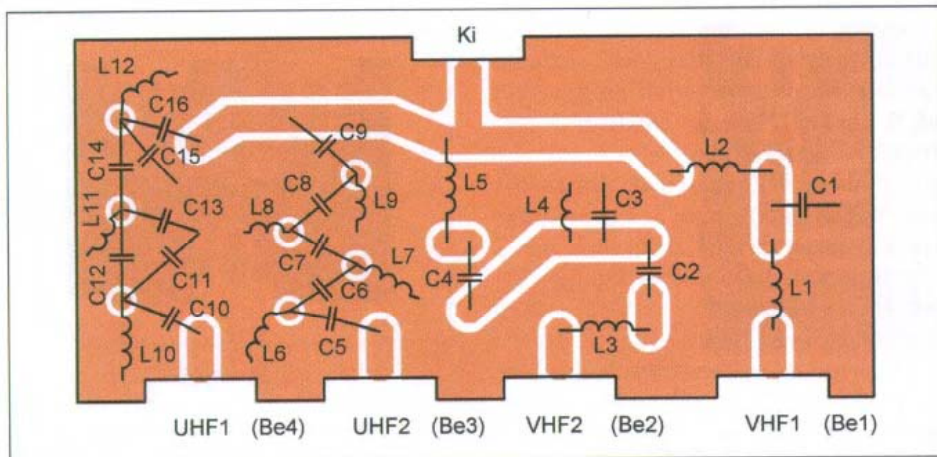
Elkészítés, bemérés

A szűrőkapcsolás fóliázatát a 25. ábra, a beültetési rajzát a 26. ábra mutatja. A nyáklemez mérete 65×40 mm. Itt is a dobozos megoldást választottuk. (Az ezzel kapcsolatos tudnivalókat lásd a kétbemenetűek 3-as változatánál.) A dobozkeret rajza a 27.a ábrán, az alap-, valamint a fedőlap rajza a 28. ábrán látható. Az elkészített és a dobozba forrasztott nyákot vobulátorosan mérjük be.

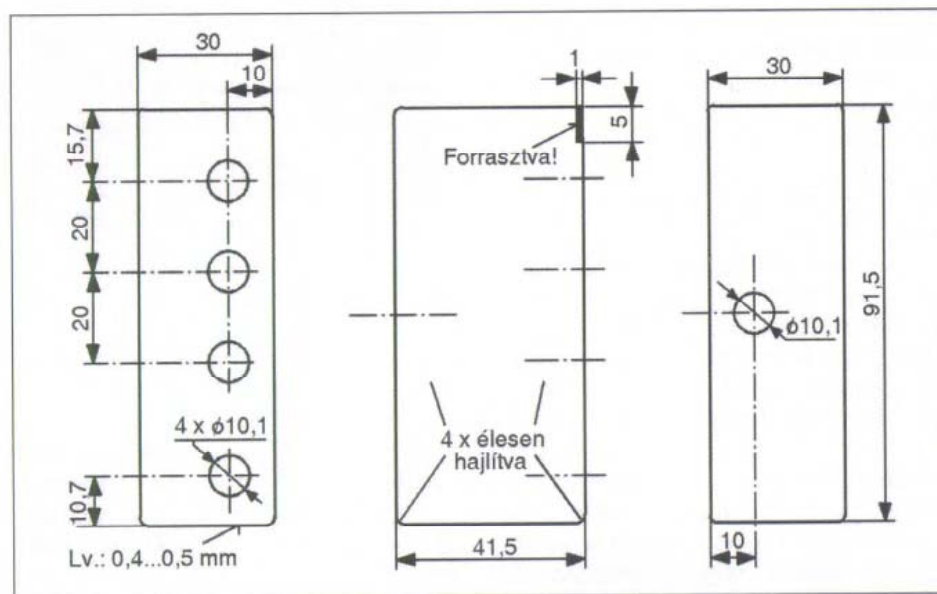
Behangoláskor az egyes szűrők tekercseit felváltva húzzuk szét vagy nyomjuk össze egy hangoló lemezke segítségével. Ennek anyaga lehet műanyag vagy mind a két oldalán lemarratott, csupasz nyáklemezcsík. A sávszűrő-



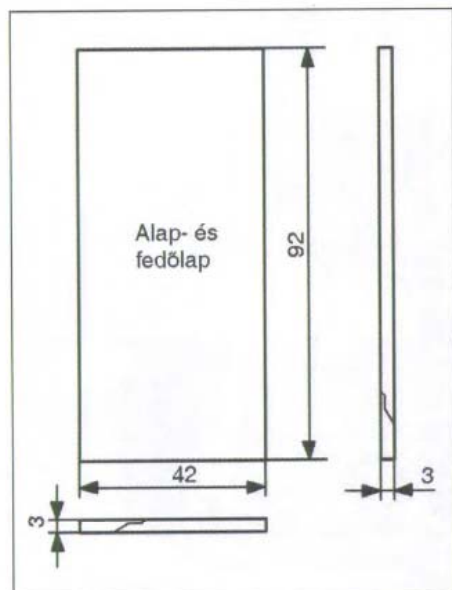
27. ábra



36. ábra



37. ábra



38. ábra

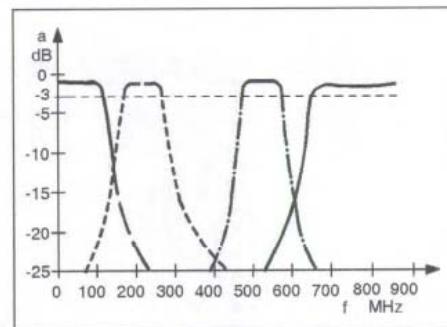
rőn keresztül (VHF1 be), a tv III. sávot sávszűrősen (VHF2 be), míg az UHF

tartományt kettéválasztva: a IV-es sávot sávszűrővel (UHF1 be), az V-ös sávot (UHF2 be) felüláteresztő szűrővel közösítjük. Az antennaközösítő-szűrő egyes tagjait már tárgyaltuk a cikk folyamán, kivéve UHF/IV. tartományt sávszűrősen beközösítő részét. A sávszűrő 465...580 MHz-ig terjedő tartományt fogja át (3 dB-es pontok).

A szűrőkapcsolás 7-ed fokú, és három hangolt körből áll. Ez a fokszám a megfelelő vágási meredekséghez szükséges. A hangolt köröket párhuzamos rezgőkörök alkotják, melyek egymáshoz felső kapacitíven csatoltak és azonos rezonanciafrekvenciájúak.

Elkészítés, bemérés

Itt is a dobozos megoldást választottuk. A doboz anyagára, elkészítésére továbbá a bemérésre vonatkozókat a két- és három bemenetűeknél részletesen ismertettük, ami ide is érvényes. A nyák-



39. ábra

lemez 90×40 mm méretű. A nyákrajzot a 35. ábrán, az alkatrész-beültetést a 36. ábrán adtuk meg.

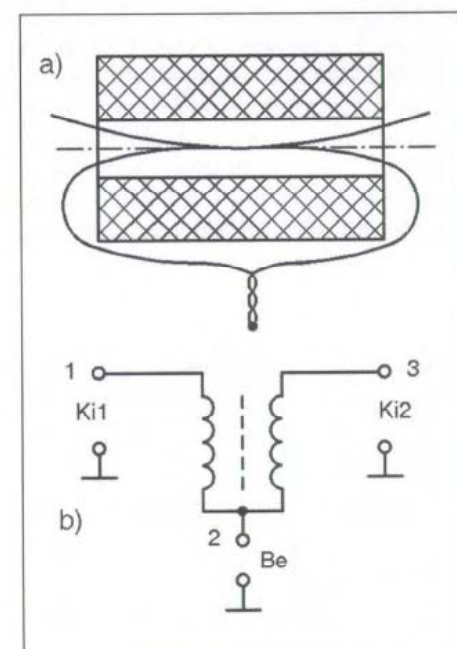
A dobozkeret rajza 37. ábrán, az alap- és a fedőlap a 38. ábrán látható.

A közösítő kapcsolás mérési eredményét diagramban ábrázoltuk, amit a 39. ábra mutat. A diagramból látható, hogy a jól behangolt szűrőknek kicsi az áteresztőtartománybeli csillapításuk. Zárótartományban egymáshoz viszonyítva elegendően nagy a csillapításuk, így „nem látják” egymást. A közösítő-szűrő tekerceinek adatait az 5. táblázatba foglaltuk.

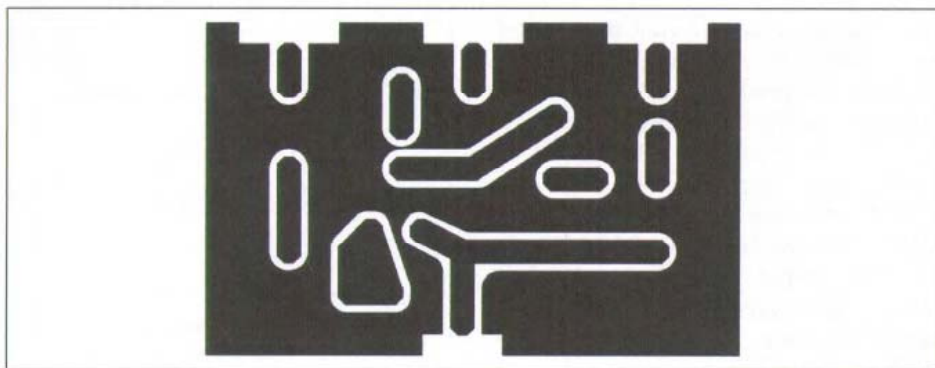
Megjegyzés: ha a kereskedelemben nem férnénk hozzá 0,8 pF-os kondenzátorhoz, akkor a C12 és C14 csatoló-kondenzátorok egy 2 pF-os és egy 1,5 pF-os kapacitás soros eredőjével helyettesíthetők.

Hibrid, mint szélessávú közösítő

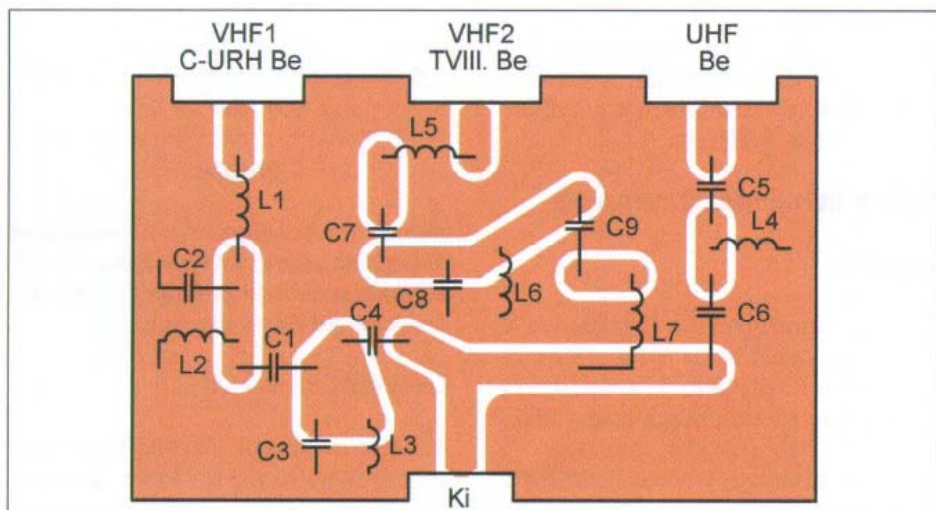
Hibridnek, mint passzív építőelemnek a gyakorlatban többféle megvalósítási



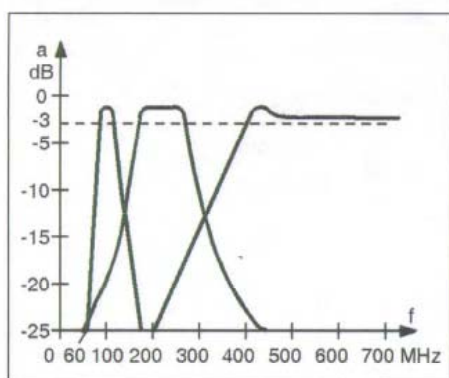
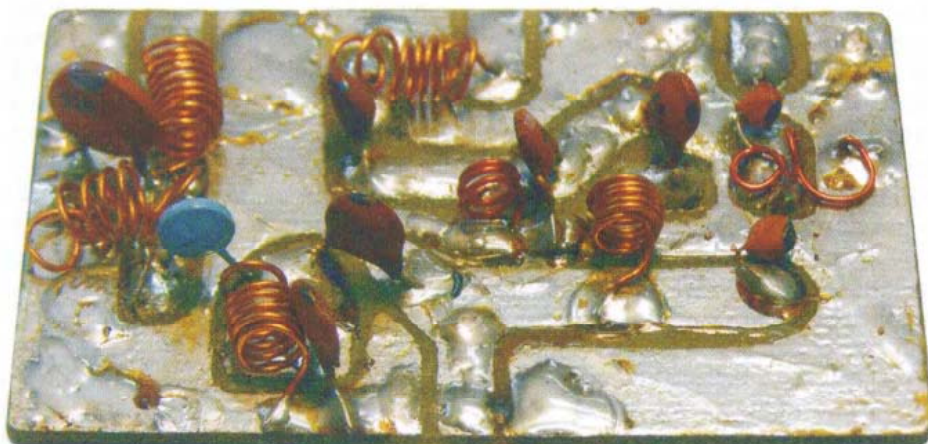
40. ábra



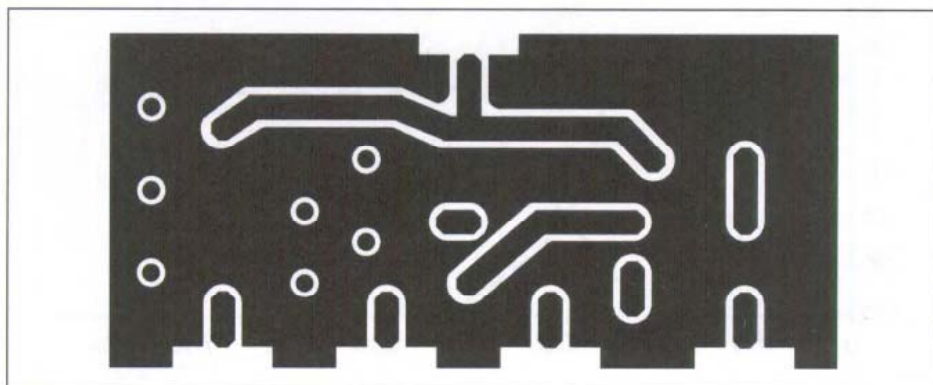
31. ábra



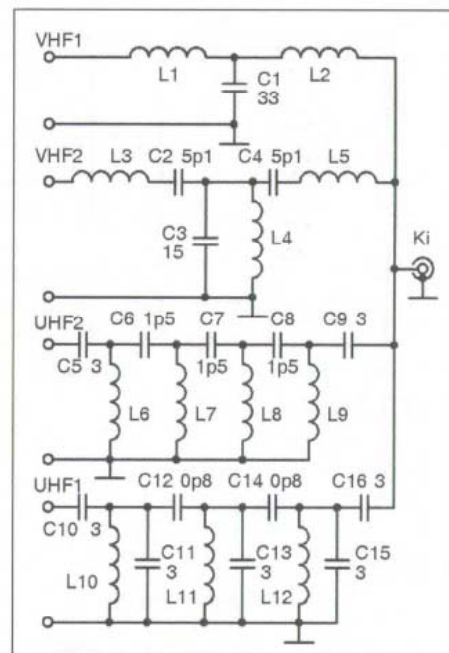
32. ábra



33. ábra



35. ábra



34. ábra

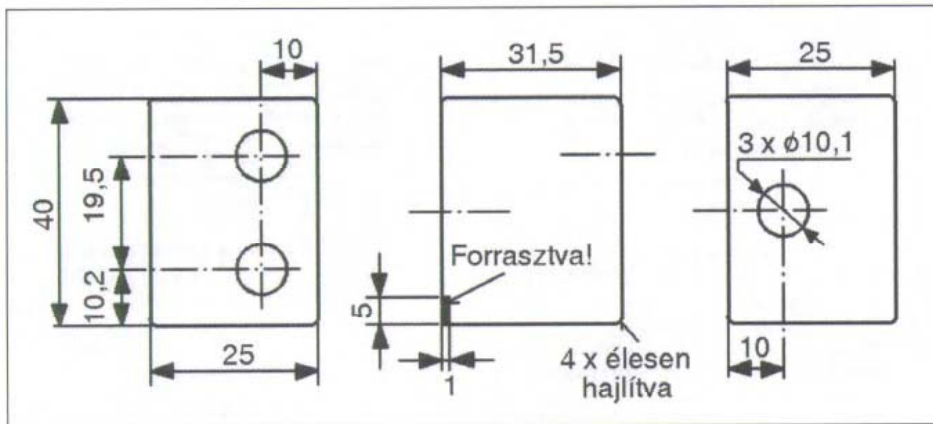
Négy bemenetű

Működés

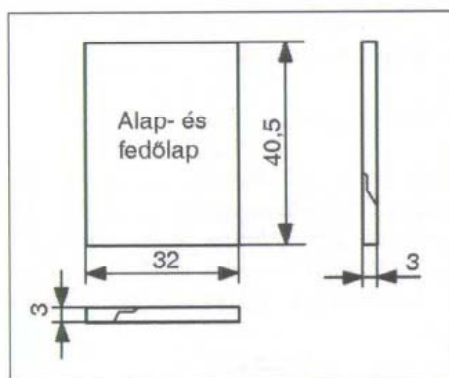
Ebben, a 34. ábra szerinti elrendezésben a C-URH sávot aluláteresztő szű-

5. táblázat

Pozíciószám	Megnevezés	Menet-szám	Mag- átmérő [mm]
L1, L2	lég-	7,5	5
L3, L5	magos tekercs,	7	4
L4	huzal- átmérő	3	
L6-L9	0,5 mm, huzal:	2	2
L10-L12	Cu(f)Z		



45. ábra

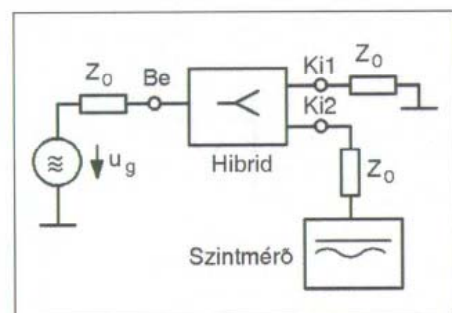


46. ábra

Elkészítés, bemérés

Hibridek céljára jól megfelelnek a gyűrű alakú ferritek egy-, vagy négylyukú kivitelben, amelyek jellemzője, hogy magas frekvenciákon még mindig nagy μ_r -rel rendelkeznek. Az egykori „Kőporc” (Kőbányai Porcelán Gyár) gyártmányú $N > 200$ -as, négylyukú ferritmág választásával átfogható a VHF/UHF sáv, amely a 40-től 862 MHz-ig terjedő frekvenciatartományt foglalja magába.

A hibrid ferritmaga 2 darabból áll, és az előre levágott 2 db 0,3 mm átmérőjű, 30 mm hosszú rézhuzal végeiről 3...4 mm hosszban lekaparjuk a lakkreteget, majd azt beónozzuk. Az így előkészített huzaldarabokból 0,5 menetes tekercset készítünk a 42. ábra szerint.

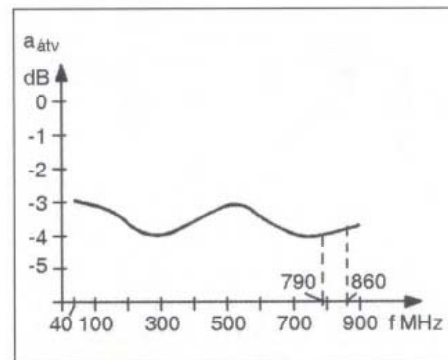


47. ábra

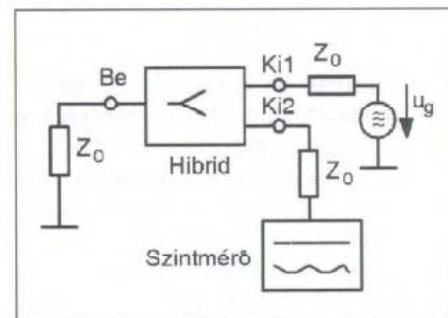
Hordozó panelként itt is egyoldalas nyákot használunk, melynek mérete: $38,5 \times 30$ mm. A hibrid fóliarajza a 43. ábrán, a beültetési rajz a 44. ábrán látható. A beültetés szintén a fóliás oldalon történik.

A hibrid is a dobozos kivitel kapta. A doboz anyaga lehet 1,6 mm-es nyák vagy 0,4...0,5 mm vastag ónozott vaslemez. Mi ez utóbbit választottuk. A doboz rajza a 45. ábrán látható, az alap- és a fedőlap rajza a 46. ábrán. Az elkészített dobozkeretre forrasztjuk a koaxiális csatlakozókat. A bemenet legyen KODU (koaxiális dugó), a kimenetek KOHŰ (koaxiális hüvely). A nyáklemezen kialakított szigetekre forrasztjuk a koaxiális csatlakozók belső erét, majd a nyákot a doboz oldalaihoz. A munka utolsó fázisaként ültetjük be a jelosztót, melynek a bemenetre és a kimenetekre menő kivezetéseit a földfóliához közel vezetve forrasztjuk be. Az elkészített áramkört vobulátorosan mérjük be a 47. ábra szerinti mérési összeállításban. A jelosztó átviteli (szétosztás) karakterisztikáját a frekvencia függvényében a 48. ábrán ábrázoltuk. A frekvencia tengelyen két frekvenciaértéket jelöltünk be, az egyik az UHF tartomány 60. csatornájához tartozik (ez lesz véglegesítve a digitális átállás utáni időszakra), míg a másik a 69-es csatornára értendő (ez a jövőbeni szélessávú mobilszolgáltatás legfelső frekvenciája).

A hibrid másik fontos paramétere a két kimenete közötti elválasztási (át-hallási) csillapítása. Az elválasztási csillapítás mérése a 49. ábra szerinti mérési összeállításban történik. Ebben az esetben azt mérjük, hogy a bemenet illesztett lezárása mellett mekkora jel jut az egyik kimenetről a másik kimenetre. Ennek a mértékét decibelben (dB) adják meg. Ha ez az érték minél nagyobb, akkor ez azt jelenti, hogy az



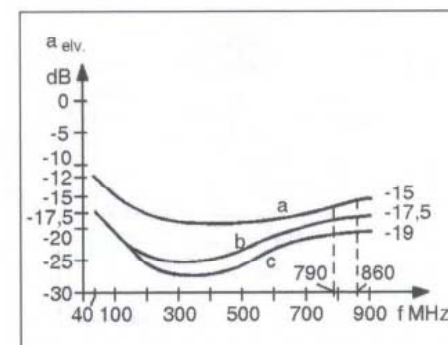
48. ábra



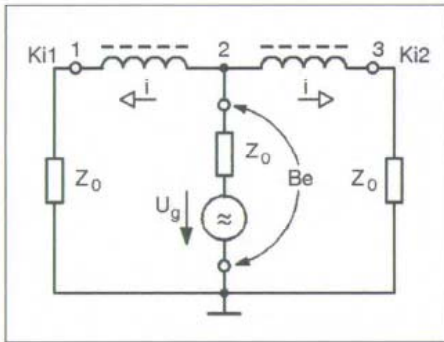
49. ábra

egyik kimeneten betáplált RF jelnek csak kis hányada jut a másik kimenetre, vagyis a hagyományos szűrőtechnikából átvett kifejezéssel élve: az egyik kimenet „nem látja” a másikat. A hibridnek ezt a tulajdonságát használjuk fel antennaközösítő-szűrőként való alkalmazására. Az elválasztási csillapítás frekvenciamenetét az 50. ábrán diagramban ábrázoltuk. A diagramban három görbét látunk, ahol egy-egy görbe a ferritmág anyagára és hosszára utal.

Az a jelű $N > 300$, $l = 5$ mm; a b jelű $N > 200$, $l = 6,4$ mm jellemzőkkel lett felvéve. Mindkét ferritmág négylyukú, Kőporc gyártmány. A c jelű Siemens mag: piros jelzésű, egylyukú, 2 daraból áll és $l = 6,2$ mm. Az optimális ferrithossz 6...6,5 mm. Gyűrűs ferriteknel az optimális hossz egy daraból is megvalósítható. A jelosztók átviteli- és elválasztási csillapítását a huzal átmérője



50. ábra



41. ábra

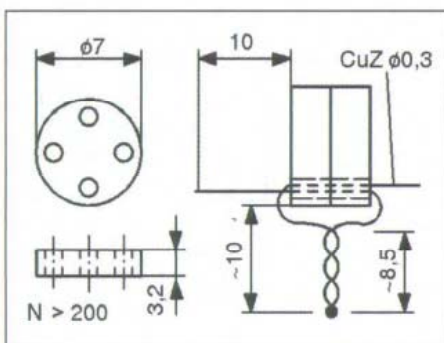
formája van. Mi ezek közül most a szélessávú ferrites eszközt közösítőszűrőként mutatjuk be. Mielőtt rátérnénk ebben a funkciójában történő bemutatására, célszerűnek tartjuk a működésével részletesebben megismerkedni.

Működés

A hibrid az iránycsatolók családjának egyik gyakran használt tagja, 3 dB-es iránycsatolónak is nevezik (a szakirodalomban minkét kifejezés elterjedt). A továbbiakban a hibrid kifejezést fogjuk használni.

A hibrid a bementére kapcsolt RF teljesítményt egyenlő arányban osztja szét a két kimenete között, tehát teljesítményt felez. Mivel a 3, 4, 6, 8 felé osztó jelszétosztók hibridekből épülnek fel, ezért ezt mint alapáramkört részletesen ismertetjük.

A hagyományos transzformátor elrendezések nem alkalmasak nagyfrekvenciás célokra, mivel a tekercselések (menetek közti) kapacitása rezonanciába lép a szórt induktivitással, és ez korlátozza a nagyfrekvenciás átvitelt. A nagyfrekvenciás transzformátorok tekercseit úgy rendezzük el, hogy tápvonalas szerkezetet alkossanak. Ezáltal a menetek közötti kapacitást beépítjük a vonal karakterisztikus impedanciájába, ily módon nem lép fel rezonancia. A többféle tekercselési mód közül a vi-



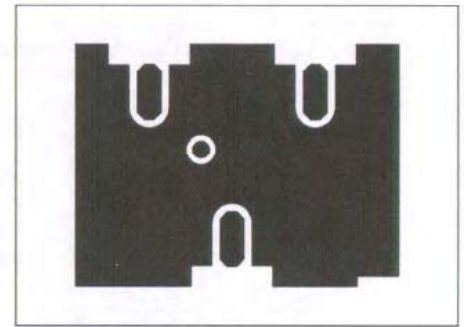
42. ábra

szonylag egyszerűbb felépítésű változatot ismertetjük, amelynek vázlatos rajzát a 40.a ábrán adjuk meg, míg a 40.b ábrán ennek az elektromos helyettesítő képe látható.

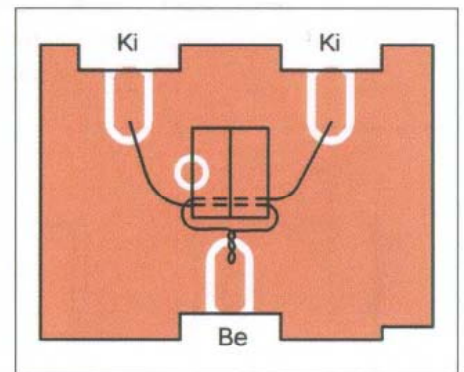
A hibrid működését a 41. ábrán követhetjük nyomon, ahol az egyes kimenetek illetően vannak lezárva. Az u_g feszültségű Z_0 belsőellenállású generátor által szolgáltatott i árama a 2-es pontból az 1 (Ki1) és a 3 (Ki2) kimenetek felé folyik. A transzformátor tekercsein átfolyó áram ellentétes irányú, így a két tekercs nem kerül egymással mágneses csatolásba, viszont a két tekercs között – az elrendezéséből adódóan – kapacitív csatolás van (lásd a 40.a ábrát).

A 41. ábrából az is látható, hogy a nagyfrekvenciás generátor által szolgáltatott teljesítmény a két kapu (kimenet) között egyenlően oszlik meg. A hibridnek a teljesítmény felezésén kívül eleget kell tenni az illesztés követelményének is.

Az illesztés magyarázatához ismét a 41. ábra szolgáljon. Az egyes kapuk Z_0 hullámellenállással vannak lezárva és az egyes tekercsek a 2-es pontra $2Z_0$ impedanciát transzformálnak, mivel ezek ezen a ponton párhuzamosan kapcsolódnak, így eredőben Z_0 -t kapunk. A szélessávú átvitel érdekében fontos, hogy a csatolás minden frekvencián szoros legyen (egy-egy menet szorosan egymás mellett halad a csatolózoná-

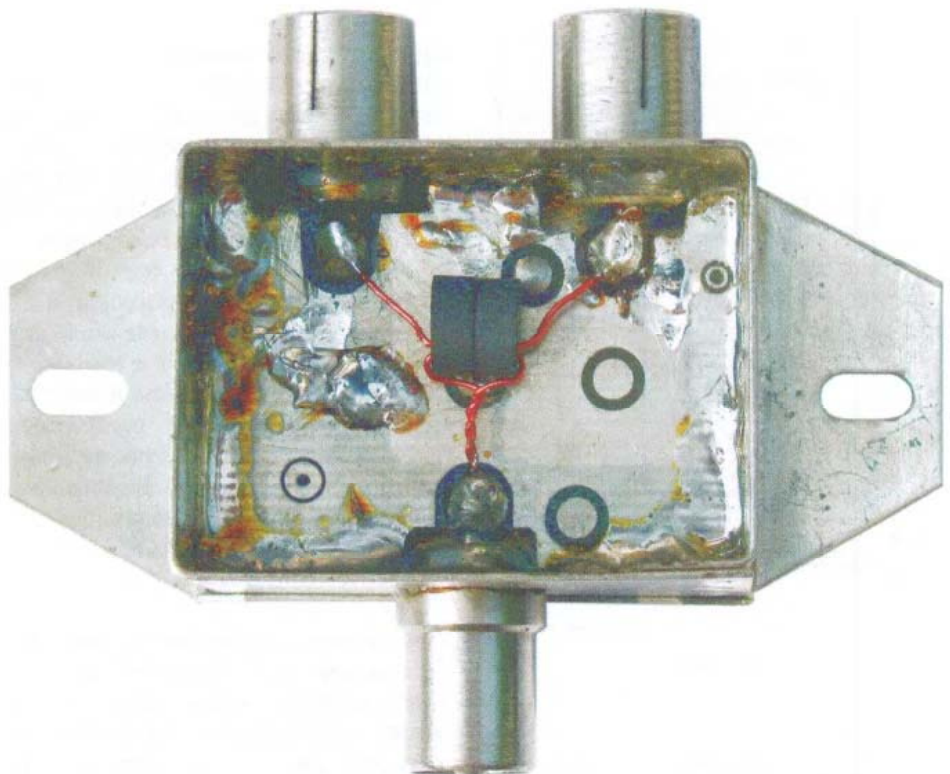


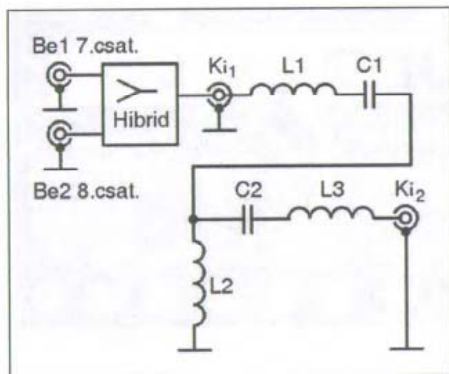
43. ábra



44. ábra

ban), továbbá a transzformáló vonal impedanciája széles frekvenciatartományban állandó legyen. Ezt az alacsony frekvenciákon a ferritmag nagy relatív permeabilitása (μ_r) biztosítja, míg magas frekvenciákon a csökkenő μ_r hatását a növekedő frekvencia kompenzálja.





58. ábra

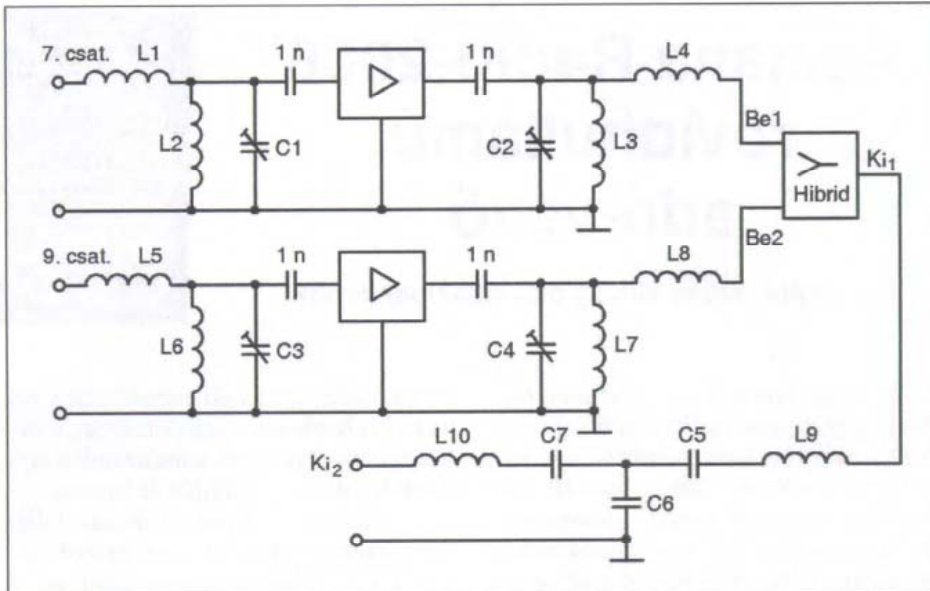
Az LC elemekkel felépített négybemenetű antennaközösítő a C-URH-t, a tv III. sávot az UHF/IV. és az UHF/V. sávot fogja össze. Ezt az összeállítást az 56. ábra mutatja.

A hibridet teljesítményösszegzőként mutatjuk be az 57. ábrán. Ezt két okból tesszük: egyrészt a közleményben erről a funkciójáról nem tettünk említést, mivel a tárgyalása során „közösítősűrő” funkciójára helyeztük a hangsúlyt. Másrészt, működéséből adódóan, ugyanazon frekvencián is érvényesül az áthallási csillapítás. Ezt a kapcsolást távolsági vételkor alkalmazzák jelszint növelése érdekében, valamint az esetben is, amikor az alapantenna karakterisztikájához képest az eredő karakterisztikát be kell szűkíteni a zavaró jel kioltása végett.

Közösítősűrőként való hibrid-alkalmazására az 58. ábrán látunk példát, ahol egymás melletti két csatornát közösítünk be. A Be1-re és a Be2-re kerülnek a műsorcsatornák, míg a hibrid kimenetéről (Ki₁) a két műsorcsatorna jelét sávszűrőre vezetjük. Ha ez és más konfiguráció egy több bemenetű antennaközösítő egyik eleme, akkor az illesztés teljesülése miatt a kimenetet szűrőzni kell.

A szűrőelemek adatai: 4 mm átmérőjű magon L1 = L3: 0,5 mm CuZ vagy CufZ (forrasztható) huzalból, 7 menet; L2: 0,5 mm CuZ vagy CufZ, 8 menet; C1 = C2: 5,1 pF kerámia tárcsakondenzátor.

A következő alkalmazási példában (59. ábra) két csatornaszelektív erősítőt közösítünk. A szűrőelemek adatai:



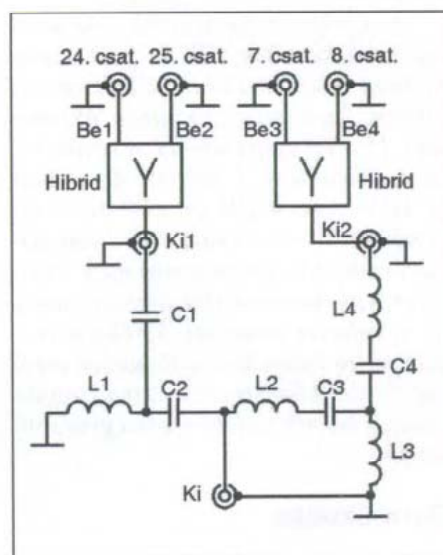
59. ábra

3,5 mm átmérőjű magon, 0,5 mm CuZ vagy CufZ huzalból. L1 = L4 = L5 = L8: 12 menet, L2 = L3 = L6 = L7: 7 menet; L9 = L10: 4 mm-es magon 7 menet. C1-C4: 3 ... 12 pF kerámia-, vagy légtrimmer; C5 = C7: 5,1 pF, C6 = 10 pF kerámia tárcsa.

Hibrides közösítést 4 programra a 60. ábra mutat. Ennél a megoldásnál is az illesztés biztosítása miatt a kimenetek szűrőzve vannak. A szűrőelemek adatai: 3 mm-es magon, L1: 0,5 mm CuZ (CufZ) 3 menet; 4 mm-es magon, L2 = L4: 0,5 mm CuZ (CufZ), 7 menet, L3: 8 menet; C1 = C2: 2,2 pF, C3 = C4: 5,1 pF kerámia csepp és tárcsa kivitel.

A közlemény zárszavaként megemlítjük, hogy a vételi viszonyok sokfélesége miatt minden vételi esetre konkrét kapcsolás(oka)t adni nem tudunk, hiszen ez nem lehet célunk a helyi vételi körülmények ismerete nélkül. Másrészt bonyolítja a helyzetet az átállás miatti átmeneti állapot. (Véleményünk szerint még változhat néhány adó sugárzási frekvenciája.) A közölt kapcsolások ötletként szolgálhatnak a vételtechnika iránt érdeklődők számára.

Az antennaközösítő-sűrők elkészítéséhez sok sikert és jó vételt kívánunk!

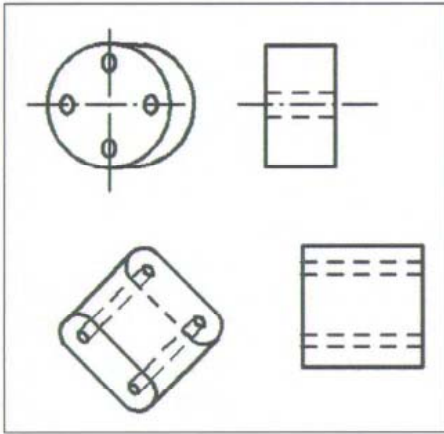


60. ábra

Irodalom:

1. Dr. Bárdos Sándor: Vevőantenna-rendszerek, Műszaki Könyvkiadó 1975
2. Bus László: Antennaközösítő-sűrők, Hobby Elektronika 1991/12.
3. Bus László: Antennaközösítő-sűrők, Hobby Elektronika 1992/1., 3., 4., 6., 10.
4. Bus László: RF-kapcsolások innen-onnan, Rádiótechnika Évkönyve 1995
5. Bus László: Szélessávú, ferrites teljesítményosztók és -összegzők, Rádiótechnika Évkönyve 1999
6. NMHH Szóvivői iroda

Kiadványaink digitális formában: www.dimag.hu

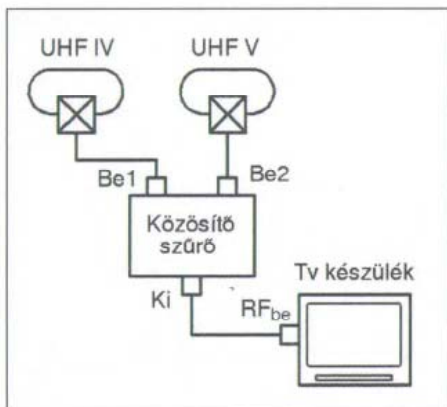


51. ábra

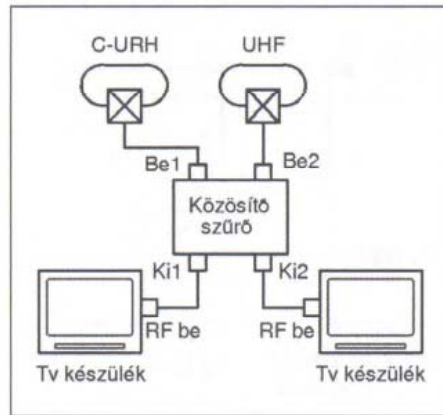
nem befolyásolja, ezt a 0,2...0,4 mm átmérőjű huzalokkal készített hibrideken végzett mérések igazolták.

Az egyes görbékét tanulmányozva azt látjuk, hogy akár 1-2 MHz távolságra levő adók beközosíthetők vele, mert az áthallási csillapítás >20 dB, kivéve a sávhatár alsó és felső részét. Ez a kérdés hagyományos LC szűrőkkel gyakorlatilag megoldhatatlan feladat!

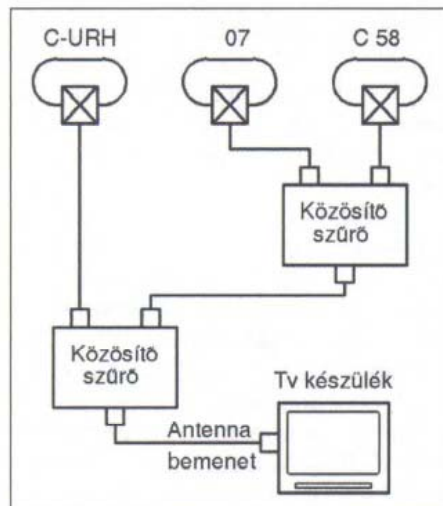
Természetesen mint mindennek, ennek is van ára! Visszatérve 48. ábrához azt látjuk, hogy a maximális átviteli csillapítás 4 dB, szűrőben gondolkodva ez megfelel az áteresztőirányú csillapításnak. A konvencionális LC szűrőknél ez az érték 0,5 és 2...3 dB között változik, szűrőtípustól és frekvenciasávától függően. Ez a csillapítástöbblet azokon a vételi helyeken nem játszik szerepet, ahol a jelszint legalább 60...62 dB μ V körüli. E rész bevezetőjében említettük, hogy passzív elemről van szó. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy veszteségekkel kell számolni. A fellépő veszteség függ az alkalmazott ferritanyagtól, a ferrittesten kívül futó (csatolási zónán kívül eső) vezetékek hosszától. Ezek a vezetékdarabok sugároznak, tehát sugárzási veszteség lép fel. Továbbá veszteség keletkezik a



52. ábra

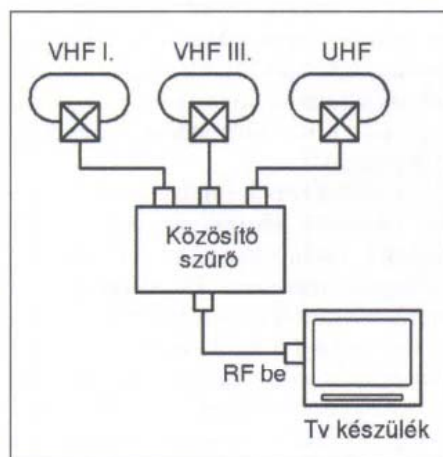


53. ábra

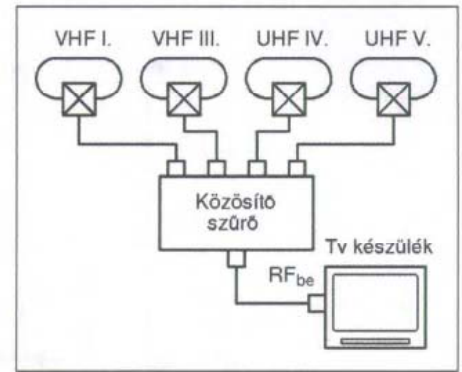


54. ábra

szkinhatás miatt és az illesztetlenségből adódóan. Ez utóbbi kompenzálással csökkenthető, míg a szkinhatás okozta veszteség nem kompenzálható. A sugárzási veszteség alkalmasan megválasztott geometriájú, valamint nagy μ_r -rel rendelkező ferritmaggal csökkenthető, ugyanis a ferrittesten kívül futó vezetékhozsak lerövidülnek. A gyakorlatban leginkább használatos maggeometriákat az 51. ábrán láthatjuk.



55. ábra



56. ábra

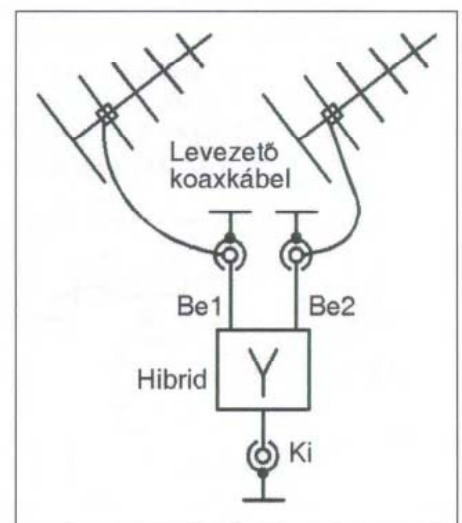
A felsorolt 0,5 ... 0,8 dB-t kitevő veszteségek a teljesítményosztók üzemi sávjában az átviteli (szétosztási) csillapítást növelik.

Alkalmazások

Elsőnek az 52. ábrán olyan kétbemenetű szűrőt látunk, ahol az UHF sávban működő két antenna jelét közösítjük be. Az egyik antenna UHF/IV-es sávban, a másik az UHF/V-ös sávban üzemel.

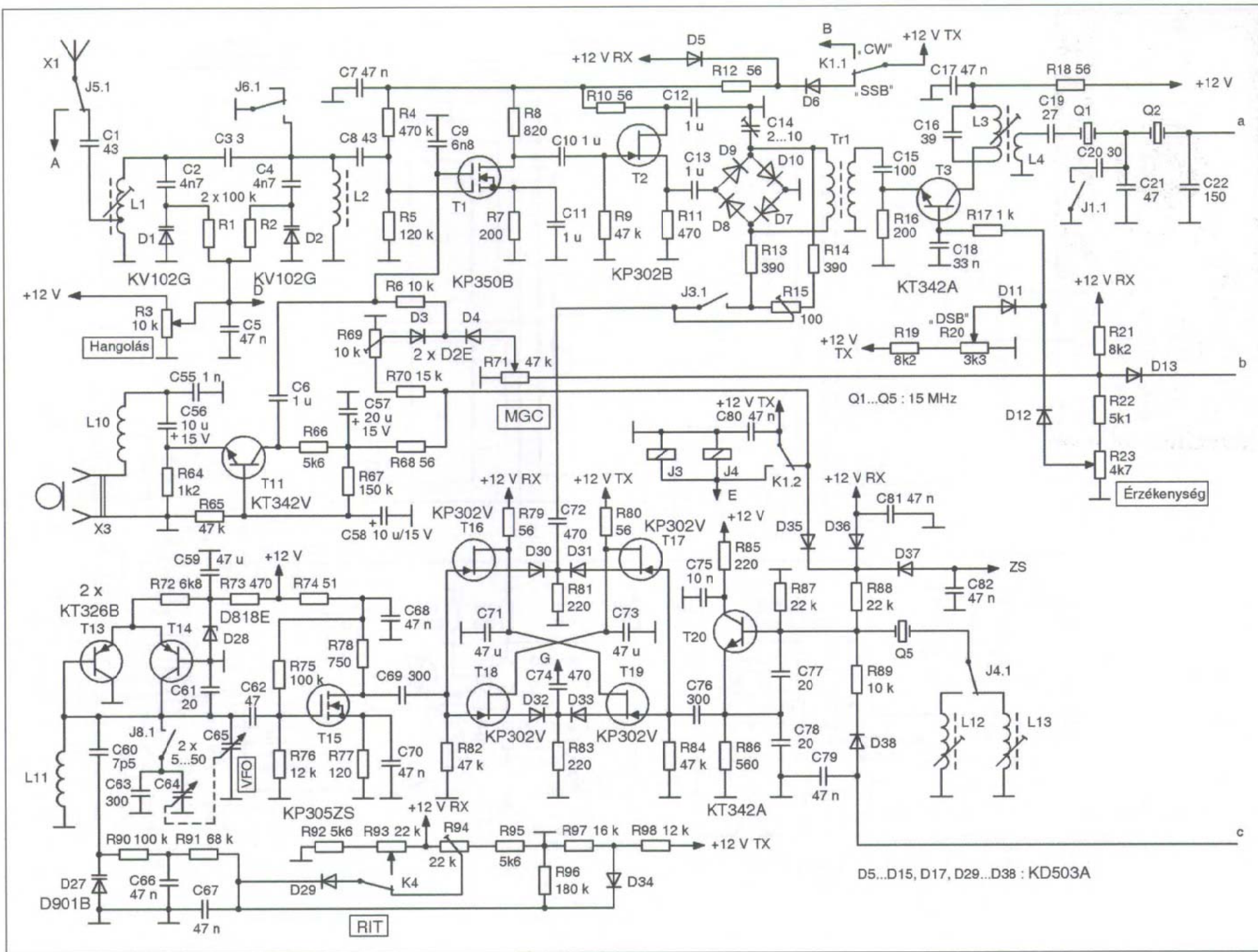
Az 53. ábrán azt a variációt látjuk, amikor C-URH sávú és UHF sávú jel kerül az antennalevezető kábelre, és ezt két készülékre vagy két lakásra osztjuk szét (ld. 6. ábrát).

A következő konfiguráció szintén két bemenettel rendelkezik, de három antenna jelének a fogadására alkalmas (54. ábra). Ezzel a megoldással C-URH, tv III. és UHF/V-ös sávú jelet tudunk beközosíteni (lásd a csillapítás-karakterisztikát, 23. ábra). A következő változat egy hárombemenetű, ahol a C-URH-t, a tv III. sávot és az UHF/IV., V. sávot közösítjük be. A megoldás az 55. ábrán látható.



57. ábra

1.a ábra



„Asztana Rádió-2006” rövidhullámú adó-vevő

Fordította: Sipos Mihály okl. villamosmérnök



Lehet, hogy nem csillog-villog annyira, de a saját építésű rádió szól a legszebben! - vallják a konstruktőr vénajú rádióamatőr-társak. Nincs annál nagyobb öröm, mint amikor „home made” adó-vevőnkkel forgalmazhatunk a sávokban. Ehhez nyújthat ötletadó segítséget az alábbi készülék-leírás az orosz „Ragyo” 2008/3-4-5. számaiból, melynek szerzője: V. Rubcov (UN7BV).

Az új kazah fővárosról elnevezett adó-vevő készülék CW és SSB üzemmódban működik a 21 és 28 MHz-es sávokban. Egyszeres frekvencia átalakítású, 15 MHz-es fix KF-fel. A vevőfokozat érzékenysége 1 mikroV, dinamikus sáv szélessége 90 dB, az adófokozat kimenő teljesítménye min. 5 W. Ilyen magas értékű KF alkalmazása még jelentős erősítés megvalósítását teszi lehetővé, a relatíve alacsony VFO-frekvenciák pedig biztosítják a jó hosszú idejű stabilitást. A konstrukció extra szolgáltatása a beépített elektronikus gyorsbillentyű.

Elvi működés

Az adó-vevő kapcsolási rajzát az 1. ábra mutatja, amely az a), b) és c) részletekből áll.

Vételi üzem

Az RF jel az X1 antennacsatlakozóról a J5.1 relé kontaktusokon keresztül jut az L1, L2, C2...C4-ből álló, felső kapacitív csatolású sávszűrőre jut. E szűrő a D1, D2 varikapokkal a 18...30 MHz-es sávban feszültséggel, az R3 potenciométerrel hangolható. Ennek kimenetéről a jel az RF erősítő részben a T1 MOSFET első kapu elektródájára kerül. T1 második kapujára kerül a fokozat automatikus vagy kézi (R71-es potenciométer) erősítés szabályozó feszültsége. A T1 drainjéről a jel a D7...D10 diódákból és a Tr1 transzformátorból álló gyűrűs keverő áramkörre kerül. A T2-vel megépített source-követő fokozat illeszti a rádiófrekvenciás

erősítő nagy kimeneti ellenállását a keverő kis bemeneti ellenállásához. Vételi üzemmódban ezek a fokozatok a tápfeszültséget a D5 diódán át kapják.

A diódás első keverő fokozat átellenes ágaira kerül a VFO jele, mely fokozat a T13, T14 tranzistorokból áll. A 28 MHz-es sávban a VFO frekvenciáját az L11, C61, C65 határozza meg. A 21 MHz-es sávban C65-höz a J8.1 relé kontaktuson keresztül kapcsolódnak még a C63, C64 kondenzátorok is. Ez a technikai megoldás lehetővé tette a kelő frekvencia átfogást mind a két sávban, sőt átfedést is biztosít. A T15 tranzistoros fokozat leválasztja a VFO-t az utána következő fokozatokról, és a keverő működéséhez szükséges szintre erősíti annak a jelét.

A VFO frekvenciáját vételkor változtató ún. RIT (clarifier) áramkör a D27 varikapból és a hangolást vezérlő R90...R98 láncból áll. Az R93 potenciométerrel történik maga a frekvencia-változtatás, az R94 trimmerrel pedig a vételi és adási frekvenciák együttfutását lehet beállítani az adó-vevő behangolása folyamán. Az R97, R98 ellenállásokból álló osztó határozza meg a VFO frekvenciáját az R93 csúszkájának középső állásában a RIT ki-be kapcsolásakor. Az elhangolás üzemmódot a K4 kapcsolóval lehet elérni.

A VFO jele a T16...T19 jFET-es source-követőkből álló elektronikus átkapcsolóba kerül. A FET-eket párosával lehet kapcsolni a +12 V RX vagy a +12 V TX jellel. Ennek a kommutátornak két bemenete és két kimenete van a VFO és a referencia kristályoszillátor (T20), ill. az adó-vevő keverői számára. Vételi üzemmódban a kommutátor a VFO jelét a vevő első keverő fokozata (D7...D10) felé kapcsolja, a referencia frekvenciát pedig a második keverő (D19...D22) felé, amely diódás SSB balansz detektorként működik. Adás üzemmódban a kommutátor kimenetén a jelek helyet cserélnek. A D30...D33 diódák az oszcillátorok jelének további különválasztását szolgál-

ják, ami fontos, különösen ezek nagy szintje miatt.

A kvarcvezérelt referencia oszcillátor (XO) a T20 tranzisztorból lett kialakítva, kapacitív hárompont kapcsolásban működik. SSB adás-vételkor a Q5 kvarcrezonátorral sorosan van kötve az L13 induktivitás. CW üzemmódban a J4.1 relékontaktus segítségével a Q5 kvarchoz az L12 tekercs kapcsolódik sorosan. A generátor munkáját a T20 tranzisztor báziskörében a D35...D37 diódákon át (+12 V RX, +12 V TX), valamint az adó-vevőbe beépített elektronikus gyorsbillentyű irányából a D38 diódán át adott előfeszültséggel lehet vezérelni.

Az első keverő kimenetéről érkező jelet a T3 tranzisztorból és az L3, C16-ból álló, 15 MHz-re hangolt első KF-fokozat erősíti fel. Ez az erősítő szabályozható. Vételi üzemmódban a T3 bázisára kerül az automatikus, ill. az R23 potenciométerrel a kézi erősítés szabályozás feszültsége. Az L4 illesztő tekercs a rezgőkör ellenállását illeszti az adó-vevő kristálysűrőjének bemeneti ellenállásához. Ez utóbbi létrakapcsolású szűrőt a Q1...Q4 kvarcok és a C19, C21...C23, C25 kondenzátorok alkotják. A szűrő átviteli sávja 0,7...2,6 kHz közötti.

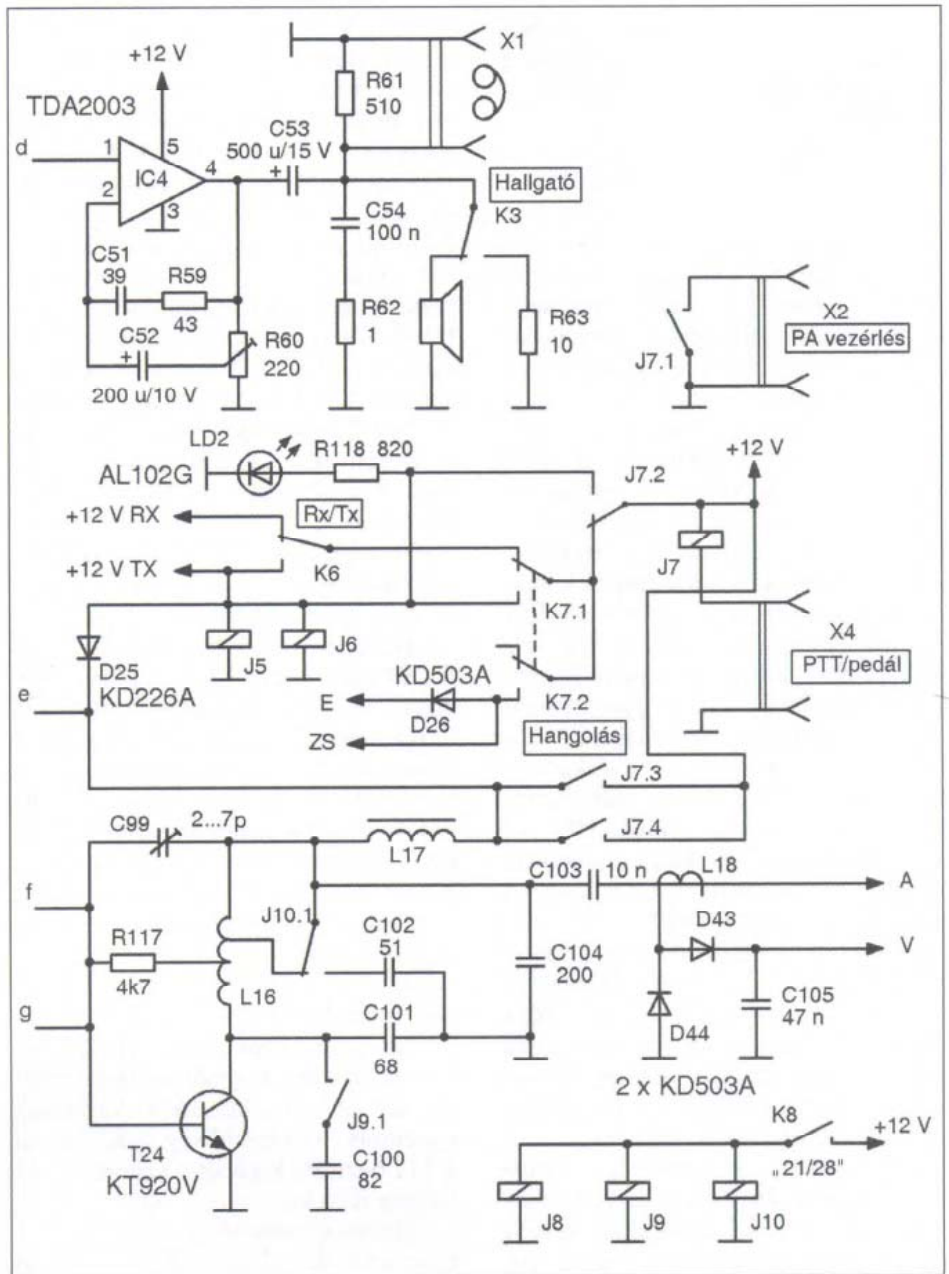
A C20 és a C24 kiegészítő kondenzátorok bekapcsolásával (J1.1 és J2.1 relé kontaktusok) a szűrő sáv szélessége 1 kHz-re csökken. Az alacsony sáv szélességű üzemmódról az LD1 jelű LED tájékoztat. Érdekes és figyelmet érdemlő, hogyan változik a szűrő átviteli karakterisztikája, ha a C22 kondenzátorral egy másikat kötünk párhuzamosan, miközben a C20 és C24 le van választva. A karakterisztikában egy éles háromszög alakú kiugrás lesz, miközben a kimenő jel szintje ugyanakkora marad, mint a szélessávú üzemmódban, azonban a sáv szélesség 0,5 kHz-re csökken.

A kvarcszűrő kimenete az L5 tekercs leágazásához csatlakozik, ami lehetővé teszi az impedanciaillesztést.

Az L6 tekercsről a KF-jel a nagy szimmetriájú komplementer KF erősítő invertáló és neminvertáló bemeneteire kerül. A fokozat kb. 6000-szeres erősítésű, azonban a magas erősítés dacára megbízható működésű, köszönhetően annak, hogy két negatív visszacsatoló láncsal is rendelkezik. Az erősítő ellenkező fázisú kimeneteiről a jelek a D19...D22 diódákból álló második ringmodulátorra kerülnek. Ez a keverő vételi üzemmódban a hangfrekvenciás detektor szerepét tölti be. Ugyanide érzékelik a T16...T19 elektronikus kapcsolók segítségével a T20-as kristályoszillátor beatjele is.

A detektorról a hangfrekvenciás jel a C33 leválasztó kondenzátoron át a T8 emitterre kerül, amely tranzisztor a vételi HF-jel előerősítését végzi. Ezzel a fokozattal párhuzamosan van kapcsolva az adás üzemmód T9-cel felépített előerősítő fokozata. Azonban vételkor ez a fokozat nem kap tápfeszültséget, a tranzisztor emittere pedig a T8 tranzisztorról érkező pozitív feszültséggel le van zárva, ezért a fokozat gyakorlatilag semmiféle söntölő hatást sem jelent a HF előerősítő számára. Mindkét tranzisztor földelt bázisú kapcsolásban dolgozik, ami lehetővé teszi a keverő-detektor fokozat kis kimeneti ellenállásának illesztését az azt követő szűrők bemeneti ellenállásaival. A T8 tranzisztor kollektoráról a HF-jel a C38, L7, C39 aluláteresztő szűrőn és az R54 hangerőszabályzó potencióméteren keresztül jut az IC4, TDA2003 típusú HF erősítő IC bemenetére (1.c ábra). Az R60 ellenállással a HF erősítés nagysága állítható be. A C51, R59 lánc hivatott az erősítő fokozat nagyfrekvenciás gerjedésének megakadályozására. Az IC4 kimenetéről a jel az K3 kapcsoló állásától függően vagy a dinamikus hangszóróra és a fülhallgatóra egyidejűleg vagy csak a fülhallgatóra jut.

Az AGC-fokozat a T10 tranzisztorral lett kialakítva. Ennek drainjéről a jel az AGC egyenirányító részébe (D17, D18) kerül, amely feszültségkétszerező kapcsolást alkot. A C86 kondenzátor feltöltődési ideje néhány tized milliszekundum, míg a kisütési ideje közel egy másodperc. Ennek következtében, ha a vevő bemenetere erős jel kerül, a HF kimeneten a jel azonnal a normális értékűre szabályozódik. Az AGC effektív munkáját a T12 tranzisztorral megépített nagy áramerősítési tényezőjű egyenáramú erősítő biztosítja. A C68 nagy kisütési idejének köszönhetően a



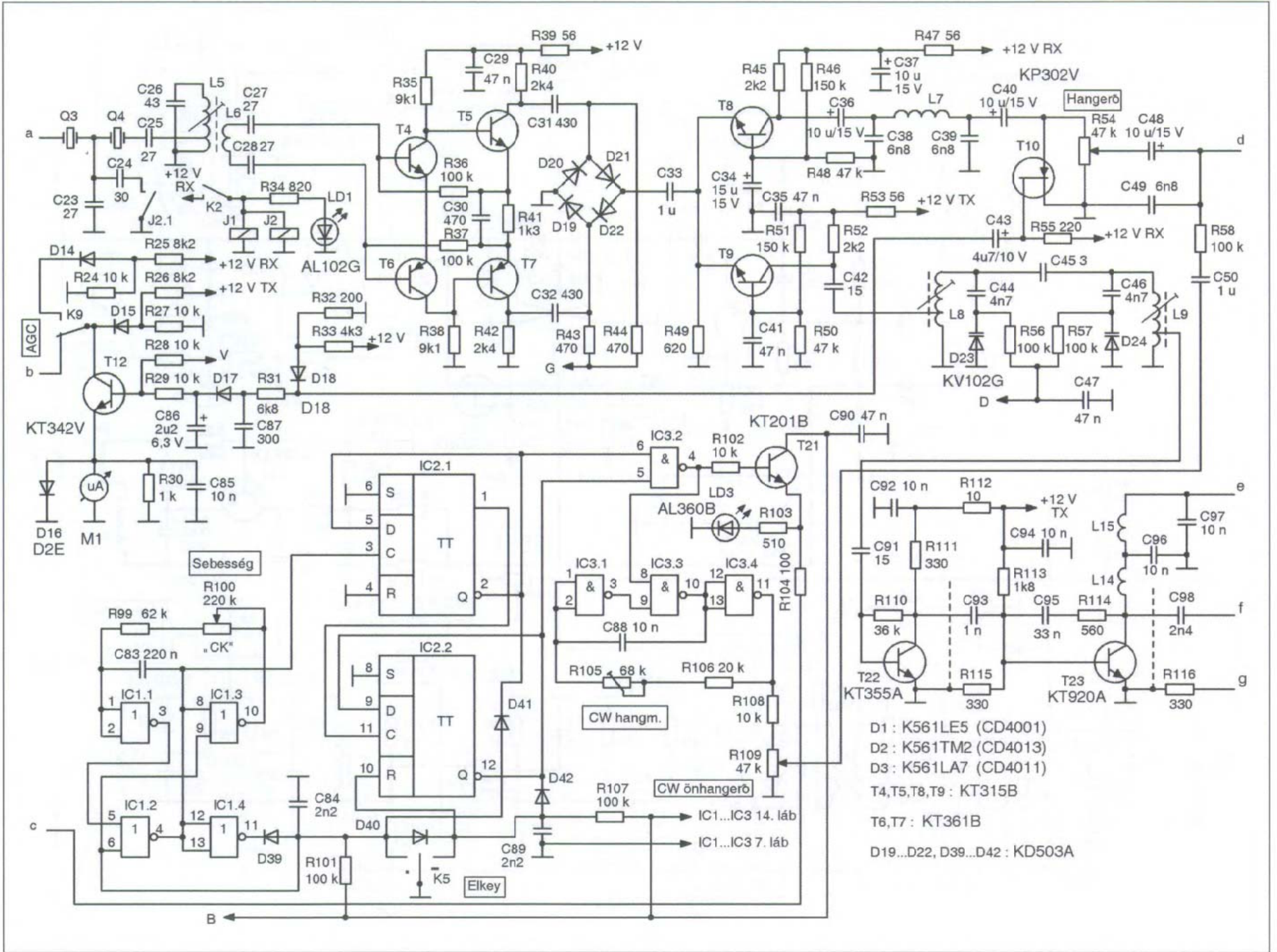
1.c ábra

vételi üzemmódban S-mérőként dolgozó M1 műszer mutatója a csúcsérték indikálása után lassan tér vissza, lefelé, ami a CW- és az SSB-jelek szintjének mérését jelentősen megkönnyíti. Az R32 ellenállás értékének változtatásával állítható be az AGC működési küszöb jelszintje. Az M1 mérőműszer körében lévő R30 csillapítja az AGC-jelét, a C85 kondenzátor pedig simítja a jelek csúcsait és kioltja az RF zavarjeleket. A D16 germánium dióda az AGC-jel maximumértékének közelében egy nem lineáris mérési szakaszt hoz létre, aminek következtében bővül a vevőbe érkező jelszintek mérési sávja. Ezáltal könnyebbé, kényelmesebbé válik az M1 által mutatott értékek leolvasása. Az K9 átkapcsolóval lekap-

csolható az AGC működése. Ekkor a T12 tranzisztor kollektorára rákapcsolódik az R24, R25 ellenállásosztó, ami lehetővé teszi az S-mérő működését kikapcsolt AGC mellett is. A D13...D15 diódák elválasztják a különböző vezérlő áramköröket, valamint nem engedik meg, hogy az AGC egészen nullára szabályozza vissza a KF-erősítést egy erős bemenő jelsúcsnál. Ez ugyanis teljesen lezárna az erősítő fokozatok működését és egy kattánás formájában jelenne meg a hangszóróban.

Adás üzem

A készülék adás üzemmódba az 1.c ábrán látható K6 átkapcsolóval vagy a PTT/Pedál lenyomása révén az X4



torral lehet beállítani. Az LD3 LED a billentyű munkájának vizuális indikálására szolgál, a jelekkel egyezően villog. A pozitív jelszinten küldött adatcsomagok az R104, R89 ellenállásokon és a D38 diódán keresztül elindítják a T20-szal kialakított kvarcoszcillátort. A C79 kondenzátor kapacitásának változtatásával alakítható a táviró jel alakját lehet változtatni.

Az adó-vevő tápegysége a **2. ábrán** látható. Tartalmazza a Tr2 hálózati transzformátort, a D46...D49 diódák-ból álló egyenirányító hidat, egy nagy stabilitású feszültségstabilizátort (IC5, T25...T27), amely 1 A-es terhelésnél is tartja a +12 V kimeneti feszültséget. A referenciafeszültséget a D45-ös Z-dióda és a T25-ből kialakított áramgenerátor lánc képezi. Az R120 trimmerpotenciométerrel a stabilizátor kimeneti feszültségét lehet beállítani. Mivel a T27 szabályzó tranzisztor kollektora össze van kötve a földvezetékkel, nincs szükség arra, hogy ezt az alkatrészt elszigeteljük a hűtőfelülettől. Az LD4 LED a bekapcsolt állapotot jelzi. A Tr2 transzformátor 30 VA-es, más célra készült gyári típus. Ennek két szekunder tekercse 6,3 V leadására volt képes 2,3 A terhelő áram mellett, míg egy harmadik 0,92 A-rel terhelhető. Berendezésben az első kettőt használta a konstruktor.

Alkatrészek

Az adó-vevőben alkalmazott ellenállások fémréteg típusok (orosz MLT) A C64 és C65 forgókondi egy „lepke” tí-

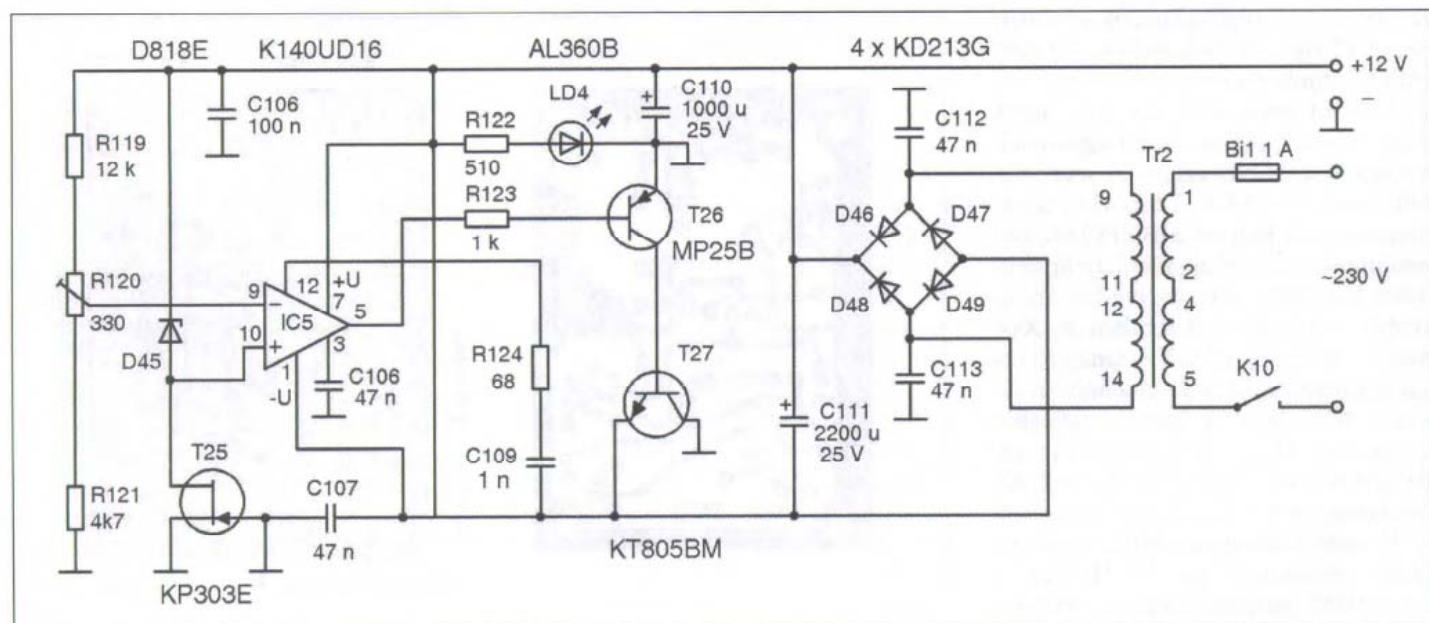
pusú forgó az R-821 vagy R-822 orosz katonai rádiókészülékből (gyári száma: JaD4.652.007). A forgó lemezei egy sárgaréz rugós kontaktus révén össze vannak kötve a földvezetékkel.

Az L1, L2, L8, L9 tekercsek 0,41 mm átmérőjű ezüstözött rézhuzalból készülnek 8 mm-es hengeres testre. A menetszám: 4, a tekercshossz: 5 mm. Az L1, L8, L9 leágazásai középen vannak. A tekercsüket helyezük alumínium árnyékoló serlegbe, hangoló magként M5x10 típ. nagyfrekvenciás (karbonil) vasmagot használunk. Az L3...L6 tekercsüket háromszekciós műanyag csévetestre tekerjük meg, amelyeket pl. egy zsebrádióból is ki lehet „menteni”. A hangolómag 2,8 mm átmérőjű, hossza 14 mm, anyaga (az orosz) 400NN típ. ferrit. Az L3 és az L5 egyaránt 16 menetet tartalmaz, 0,31 CuZ huzalból, leágazással a közepén. Az L4 és L6 8-8 menetből áll, ugyanebből a vezetékéből, az L3, ill. az L5 felületére tekerve, „ahogy jön”. Az L7 fojtó egy 1 Mohmos/0,5 W-os fémréteg ellenállásra van megtekerve, „ahogy jön”, 200 menet 0,16-os CuZ-ból. Az L10 fojtó hasonlóképp, de egy 0,25 W/1 Mohmos ellenállásra van megtekerve „ahogy jön”, 100 menet, 0,16-os CuZ-ból.

A VFO tekercse 0,59 mm-es ezüstözött huzalból készült 16 mm átmérőjű kerámia csévetestre, 10 menettel, 15 mm hosszal. Az L12, L13 tekercsek 5 mm-es, tranzistoros rádióvevőből kiépített műanyag csévetestre készültek, a meneteket szorosan egymás mellé tekerve. Az L12 20 menetet, az L13 25 me-

net 0,16-os huzalból. Az L12-nél sárgaréz a hangolómag, az L13-nál ferrit. Az L14 30 uH-s, az L15 10 uH-s szabvány fojtó. Az L16 tekercs csévetest nélküli, 1,5 mm-es ezüstözött rézhuzalból tekerve 22 mm-es átmérőre, a tekercs hossza 20 mm. 5 menetből áll, melynek a T24 kollektorához eső végétől számított 3. és 4. menetenél leágazást készítettünk. Az L17 fojtó 0,69 mm-es huzalból 26 menet, szorosan egymás mellé tekerelve egy 8 mm átmérőjű, 25 mm hosszú ferritűdra, melyet pl. egy tranzistoros rádió ferritantennájából építettünk ki. A tekercs hossza: 18 mm. Az L18 tekercs: kettő menet PVC szigetelésű egyeres huzalból, melyet az antenna csatlakozó felé menő vezetékre tekerünk fel. Ennek másik vége sehová sincs bekötve. (Ez tulajdonképpen nem is tekercs, hanem egy ún. „kukac” trimmer-kondenzátor. - A szerk.) A Tr1 transzformátor K7 x 4 x 2 típusméretű 50VCS típusú orosz ferritgyűrűre van megtekerve, 2 x 10 menet, 0,21 mm-es CuZ-ból, melyet 3 mm-es menetemelkedéssel tekerünk fel. A tekercsek szimmetrikusságával szemben nincsenek követelmények.

A Q1...Q5 rezgőkvarcok 15 MHz-esek, az UW3DI-féle orosz adó-vevőhöz kibocsátott „Kvarc-4” készlet tagjai voltak a mintakészülékben. Erre frekvenciára könnyen és olcsón szerezhetők be kristályok. Ezekből válogassuk össze – ugyanazon oszcillátor kapcsolásban berezgetve – minél jobban egyező (± 100 Hz) rezgési frekvenciát produkáló példányokat. Az adó-vevő összes reléje 12 V-os. A J1...J4 és J6 a



2. ábra

érintkezők rövidre zárásával helyezhető. Ekkor a +12 V feszültség leválik a +12 V RX pontról és ráadódik a +12 V TX pontra.

SSB üzemmódban az X3 bemenetre kötött dinamikus mikrofon jelét a T11 tranzisztor fokozata erősíti (1.a ábra). A földelt bázisú tranzisztorral felépített kapcsolás illeszti a kis ellenállású mikrofont a T1 MOSFET-es fokozat nagy bemeneti ellenállásához. Ebben az üzemmódban a fokozat a tápfeszültséget a D6 diódán és a K1.1 átkapcsoló kontaktusain keresztül kapja. A D4 dióda anódján nincs feszültség, viszont van a D3 anódján, ezért a T1 tranzisztoros fokozat erősítését a mikrofon erősítőfokozatában található R69 trimmerpotenciométer határozza meg. A kétkörös antennabemeneti sávszűrő a J6.1 relékontaktuson keresztül a föld felé rövidre van zárva. A source-követő kapcsolású T2 illeszti az egyes fokozatok ki- és bemeneti ellenállásait. A C6, C10, C13 kondenzátorok kellő kapacitása révén a HF-jel át tud haladni a fokozatokon. A T2 source-éről a HF-jel a D7...D10 diódákra kerül, amelyek, mint balanszmodulátor dolgoznak. A modulátor másik ágába a T16...T20 elektronikus kommutátor segítségével a vivőgenerátor (XO, T20) jele kerül. A modulátor kiegyenlítését az R15 trimmerrel (durva) és a C14 trimmerrel (finom) végezhetjük el. A kiegyenlített modulátorról a DSB-jelet a Tr1 transzformátorral vesszük le.

A jel további erősítését a T3 tranzisztor végzi, amellyel felépített fokozat erősítését adás üzemmódban az R20 (DSB) potenciométerrel állíthatjuk be. Az egyoldalsávós jel kialakítását a Q1...Q4 kvarcok alkotta létraszűrő végzi, majd azt a T4...T7 tranzisztorokból álló KF erősítő erősíti (1.b ábra). Innen a D19...D22 diódákra kerül, amelyek esetünkben az adókeverő szerepét látják el. Ide kerül a VFO jele is. A tápfeszültséget most a T8 tranzisztorról levesszük és ráadjuk a T9-re. Ez utóbbi fokozattal felerősített RF-jelet a kétkörös, felső kapacitív csatolású sávszűrő (L8, L9, C44...C46, D23, D24) szűri, amely áramkör a bemeneti vevőköri szűrő analógja és az R3 potenciométer révén szintén hangolható. A szűrő kimenetéről az RF-jel a teljesítményerősítő lánc T22-es első fokozatára jut, amelynek munkapontját az R110 ellenállással képzett negatív visszacsatolás biztosítja. Ezt követően az RF-jel a földelt emitteres kapcsolású T23-as fokozatra kerül. Ennek stabil működé-

séről a C95, R114-ból álló negatív visszacsatolás gondoskodik. A T23 kollektoráról az SSB-jel a T24 alkotta (1.c ábra) teljesítményerősítő végfokozatra jut. A C101, L16, C104 alkatrészekből álló p-tag a tranzisztor tápkörébe sorosan van bekötve. Az R116, R117 ellenállásosztó a p-kör tekercsének leágazásába van kötve, ezáltal a végerősítő számára egy fokozott stabilitású és gerjedést gátló negatív visszacsatolást hoznak létre. A C99 kondenzátor a 28 MHz-es sávban kompenzálja a fokozat belső kapacitását és növeli az erősítés nagyságát ezeken a frekvenciákon. A π -körhöz a J9.1 és J10.1 relékontaktusok segítségével a C100 és C102 kiegészítő kondenzátorokat lehet hozzákapcsolni, ezáltal lehet azt a 21 MHz-s sávra áthangolni. A teljesítményerősítő utolsó két fokozata a tápfeszültséget vagy a K6 és K7 kapcsolókon („Adás” és „Hangolás”) és a D25 diódán keresztül, vagy a párhuzamosan kötött J7.3 és J7.4 relékontaktusokon keresztül kap. A második esetben az adó-vevő adás üzemmódba a „PTT/Pedal” lenyomásával vihető, és ekkor az X2 csatlakozóra (J7.1 kontaktusra) köthető külső teljesítményerősítővel működhet együtt.

A teljesítményerősítő kimenő jelének indikálásához szükséges jelet az L18 tekercsről vehetjük le. A D43, D44 diódákkal képzett detektor feszültségkétszerező kapcsolást alkot. Az általuk egyenirányított feszültség az R28-on át a T12 bázisára kerül és a szintet az M1 műszer jelzi ki.

Távíró üzemmódban a T1, T2, T11 tranzisztorok táplálása a K1 (CW/SSB) kapcsoló megfelelő érintkezőjéről történik. Ez a feszültség kerül az elektronikus távíró billentyűre és a J3 és J4 relékre. A J3.1 relékontaktus rövidre zárja az R15 trimmer egy szakaszát, ezáltal megbontva a balanszmodulátor egyensúlyát, amire a CW-jel kialakításához van szükség. Itt kell megjegyezni, hogy a távírójel ilyen történő képzése azzal az előnnyel jár, hogy nincs hozzá szükség külön kvarcoszcillátorra. A J4.1 relékontaktus az L12 tekercset hozzáköti az XO kvarcoszcillátorhoz, amelyet úgy állítunk, hangozzunk be, hogy a jele a kvarcszűrő átviteli sávja közepére essen. Ezáltal a CW-jel az adó-vevő erősítőfokozatán át tudjon menni. A jel további útja ugyanaz, mint SSB üzemmódban. Adáskor a távírójel ellenőrzésére az elektronikus billentyű hangfrekvenciás generátorának jele szolgál. Ez nagyon

kényelmes a fül számára, mivel egyetlen frekvenciából álló, egyenletes hang, melynek magassága az R105 ellenállással állítható. A hangerőt az R109 potenciométerrel lehet szabályozni.

Maga az elektronikus távíró billentyű az IC1...IC3 integrált áramkörökből lett kialakítva. Az IC1-gyel egy változtatható frekvenciájú, vezérelt impulzusgenerátor készült, melyben az R100 ellenállással a távíró jelek adási sebessége állítható. Az IC2.2 flip-flop a „vonás” jelet képi, az IC3.2 összeadást végez, az IC3.1, IC3.3 és IC3.4 kapukból pedig a hangfrekvenciás generátor lett kialakítva.

Az elkey-kar (ez a K5 kapcsoló az 1.b ábrán) semleges helyzetében a IC1.2 kapu 6. lábán és a IC1.3 kapu 9. lábán az R101 ellenállás révén magas jelszint van. Az IC1-gyel felépített generátor várakozó üzemmódban van, az IC2.1 trigger 3. kimenetén alacsony jelszint van. Az IC2.2 trigger 10. kimenetén a magas jelszintet tart fent. Ha az K5 elkey-billentyűt „pont” állásba helyezzük (az ábra szerinti bal oldal), az IC1 6. és 9. lábán fellépő alacsony jelszint elindítja a generátort. Ennek impulzusai az IC2.1 C trigger bemenetére jutnak, amely a „pontok” formálását végzi. A jelek innen az IC3.3-on keresztül a T21 tranzisztorra kerülnek, illetve az IC3.3 kapu 8. lábára, ami engedélyezi a hanggenerátor indítását. Ugyanekkor az IC2.2 trigger alapállásban marad az R107 ellenálláson keresztül az R bemenetre jutó magas logikai szintnek köszönhetően. IC3.2 révén a „pont” jel még akkor is normális hosszúságú lesz, ha a K5-öt csak nagyon rövid időre nyomtuk le. Ha a K5-öt az ábra szerinti jobb oldali, azaz „vonás” állásba visszük, akkor az impulzusgenerátor és az IC2.1 trigger ugyanúgy működik, mint a „pont” állásban, azonban az IC2.2 trigger R bemenetén a tiltás jel megszűnik, és a trigger az IC2.1-ből érkező impulzusok hatására ellenkezőre változtatja az állapotát. Az IC2.1 és IC2.2 triggerek kimeneti jeleit az IC3.2 összegzi és képi a „vonás” jelet. Az IC3.2 kapu révén a „vonás” jel még akkor is normális hosszúságú lesz, ha a K5-öt csak nagyon rövid időre nyomtuk le.

Az elektronikus gyorsbillentyű szabványos időzítésű morzejeleket formáz 30...300 jel/perc sebességgel. A hanggenerátor hangmagasságát az R105 ellenállással és a C88 kondenzá-

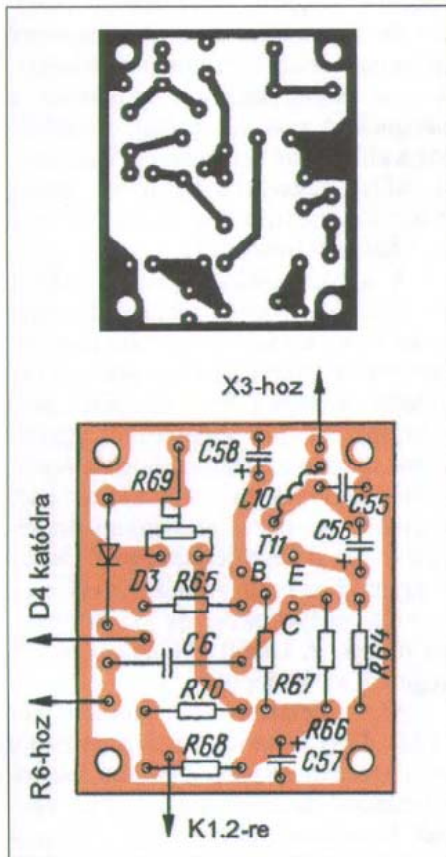
azonos fajtájú legyen. A D16...D18 diódák helyett használható a D9, ill. valamilyen kisjelű Ge típus is. A tápegység Graetz-hídjában az 1N4001...4007 diódákat használhatjuk, a D28 és a D45 egy 9 V-os Z-dióda legyen.

Az M1 mikroampermérő egy magnetofonból származik, használható helyette bármilyen 100 uA végkitérésű Deprez-műszer.

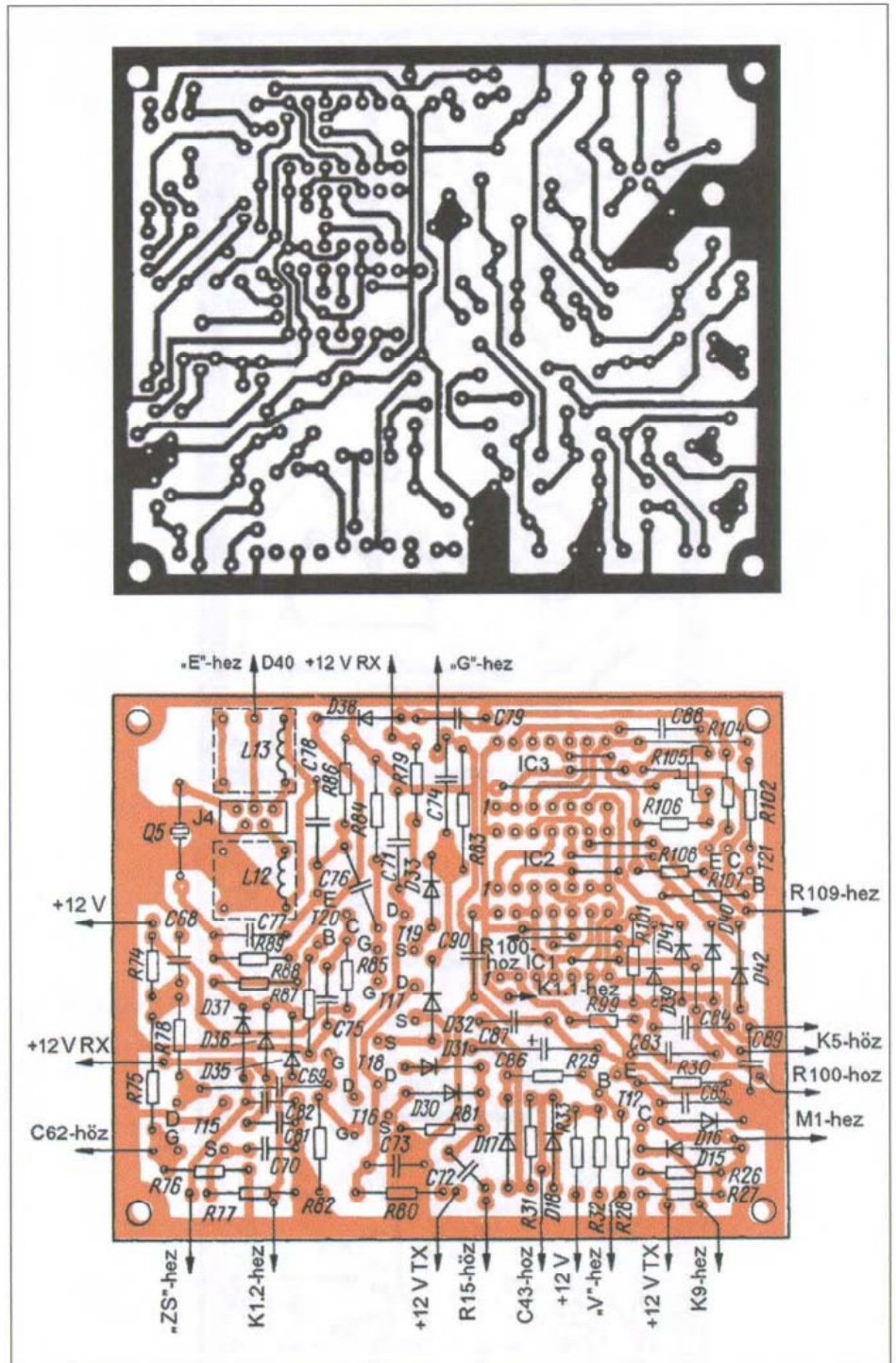
Kivitelezés, megépítés

Az adó-vevő alkatrészeinek többsége 7 darab, 1,5 mm vastag, kétoldalas, üvegszálazás nyák-lemezen lett elhelyezve. A nyák-lemezek föliarajzát, ill. a panelek alkatrész-beültetését a 3...9. ábrák mutatják. A beültetési oldalon a fóliát csak a nyák-lemez kerülete mentén, 5...6 mm szélességben hagyjuk meg, ezt földvezetékeknek használjuk. A lemezeket egy 5 mm vastag duralumínium alaplapra erősítsük fel, melybe a lemezek felerősítéséhez illetve az összekötő vezetékek számára lyukakat fúrunk. Használható vékonyabb lemez is, de ekkor a kerülete mentén erősítsük meg. Az alaplap alatt képezzünk ki egy 27 mm-es alsó teret.

A VFO és a teljesítmény erősítő fokozatai „repülő szereléssel” lettek ki-



5. ábra



6. ábra

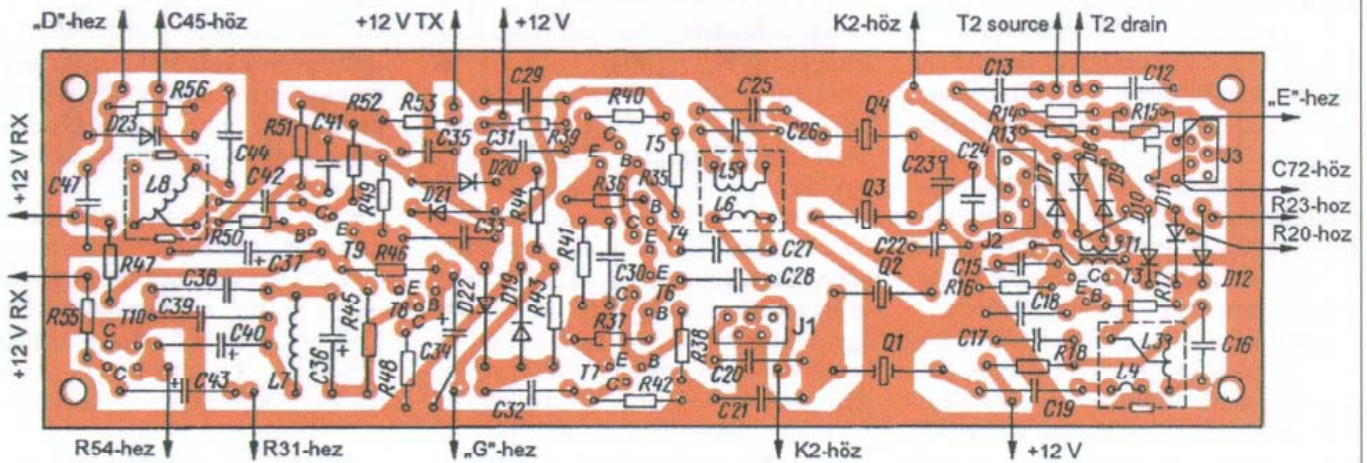
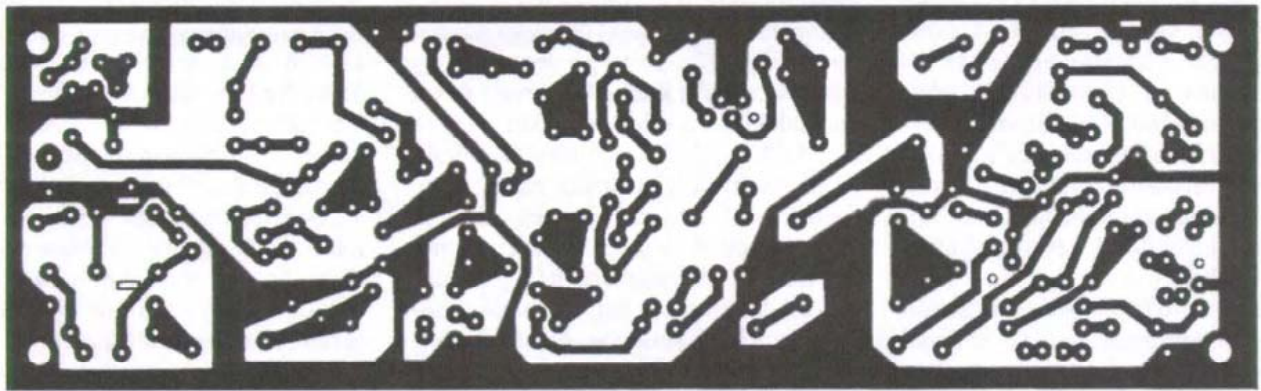
alakítva a különböző csatlakozókon stb., és egy 1,5 mm vastag alumínium lemezből készült árnyékoló dobozba vannak helyezve. Úgyszintén repülő szereléssel készültek a VFO elhangoló áramköre és az adó-vevő vezérlése.

A 10. ábrán látható az egyes nyák-lemezek és áramköri egységek elhelyezkedése az alaplemezen. A mikrofonerősítő panelja az alaplap alatt van elhelyezve, 4 darab, 5 mm hosszú, szigetelő anyagból készült távtartóval. A C14 trimmer-kondenzátor a nyák-le-

mez vezetékfelőli oldalán van forrasztva, a balansz modulátor egyik ágába. Ennek pontos helyét kísérleti úton kell meghatározni, a legnagyobb a vívőelnyomásra. Ugyanitt alul van elhelyezve a J7 relé és a D25 dióda.

A T13 és T14 tranzisztorok háza az alaplappal hőkontaktusban van. A tápegységben a D46 ... D49 egyenirányító diódák alatt 15 mm átmérőjű lyukak vannak kivágva.

Az (eredeti, orosz) diódákat az alaplaphoz speciális fixáló lemezugók



3. ábra

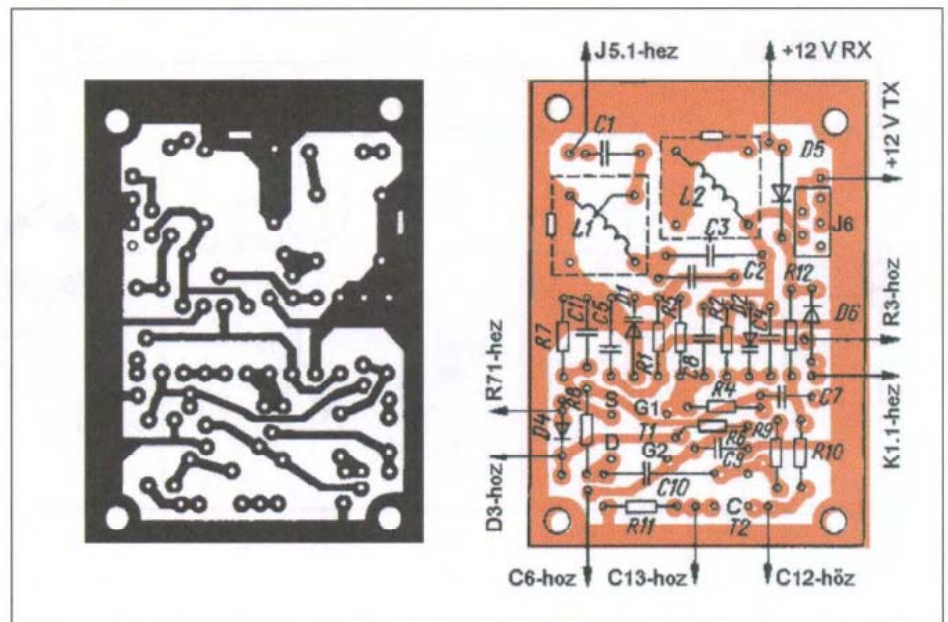
nálunk is ismert RESZ-49, a J5 pedig RESZ-10 típusú. A kis teljesítmények miatt a többi relével szemben sincsenek extra követelmények.

A KP302 típusú orosz jFET-ek helyettesítésekor pl. a BF244/245/256 A-B-C-tagjaival, a KP350B és a KP305ZS MOSFET-eknél pl. a BF961/964/982 típusok valamelyikével próbálkozhatunk. (Az orosz félvezetők típusjelzését latin betűkkel írva adtuk meg. Adataik, sajnos, csak nagyon hiányosan férhetők hozzá. – A szerk.) A szilícium alapú (KT...) bipoláris orosz tranzisztorok helyett a BC182/BC212 npn/npn és ahhoz hasonló kisjelű típusokat használhatjuk. Az eredeti áramkörben a 15 MHz-es KF-ben és XO-ban, a VFO-nál kisjelű RF tranzisztorokat alkalmaztak. Ha az általánosan javasolt BC...-típusok nem jól teljesítenének itt, akkor a BF240/241, ill. BF679/680-nal is próbálkozhatunk. Az adóágban levő (T22-24) orosz típusok 12 V-osak. A tápegység MP25B germánium tranzisztora pl. BC212-vel, a KT805BM áteresztő elem pl. BD241/243/245-tel helyettesíthető. Az IC5 egy 741-szerű (TL... vagy uA...) op.

amp. lehet. De legegyszerűbb az, ha egy +12 V-os, 3-lábú stab. IC-vel (uA7812) kiváltjuk a teljes tápelektronikát.

A KD503-as orosz szilícium diódák pl. 1N914, 1N4154, 1N4148-cal he-

lyettesíthetők. A balansz modulátor D7...D10 diódáit kvartettkba kell változtatni. A KV102G varikap helyett más betűjelű is használható ugyanebből a sorozatból (pl. KV102ZS a HAM-bazárból), a lényeg az, hogy mindegyik



4. ábra

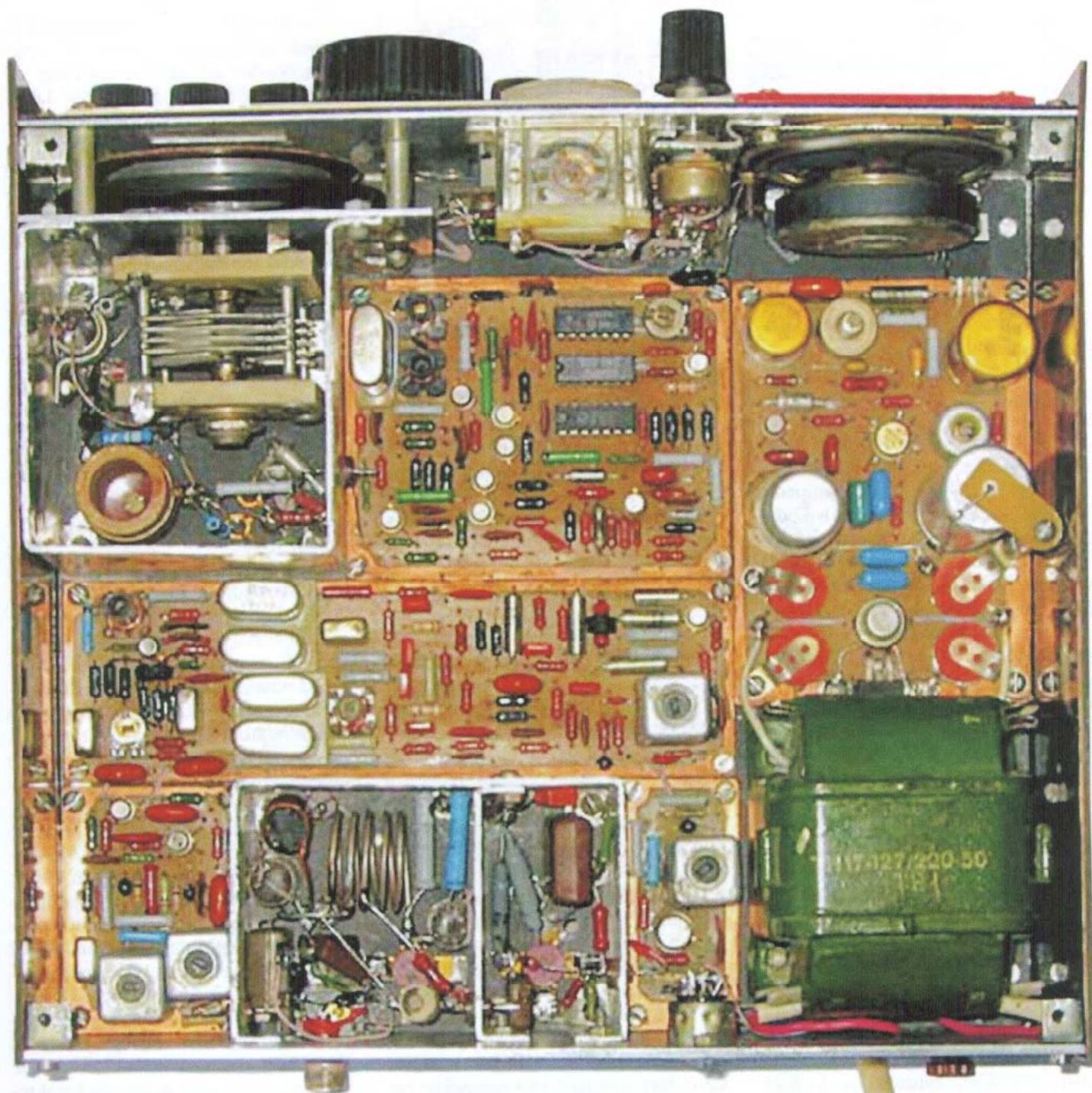
miatt van szükség. Ez kizárja a kapacitások különbözőségének hatását a generátorokra, keverőkre az adásból vétre kapcsolás során. A HF erősítő bemenő körei az R54 ellenállás előtt és után, valamint az R109 árnyékolt vezetékkel vannak bekötve. A hálózati vezetékdarabok végei, csatlakozásai PVC cső darabokkal burkoltak. Az egyes nyák-lemezeket, a vezérlő, ill. kijelző eszközöket stb. összekötő összes vezetékot közös korbácsokba fogjuk össze, melyeket a nyák-okhoz forrasztott réz-lemezekkel rögzítünk. Minden egyes nyák-lap a kerülete mentén több átkötéssel is csatlakozik a szomszédos lapokhoz, ilyen átkötő lemezke használható fel a korbácsok rögzítéséhez is.

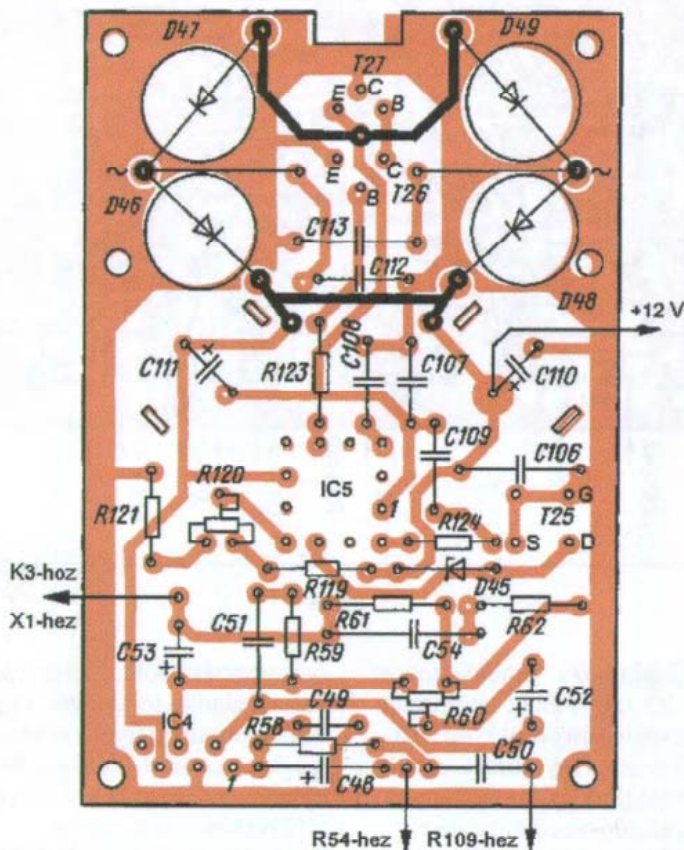
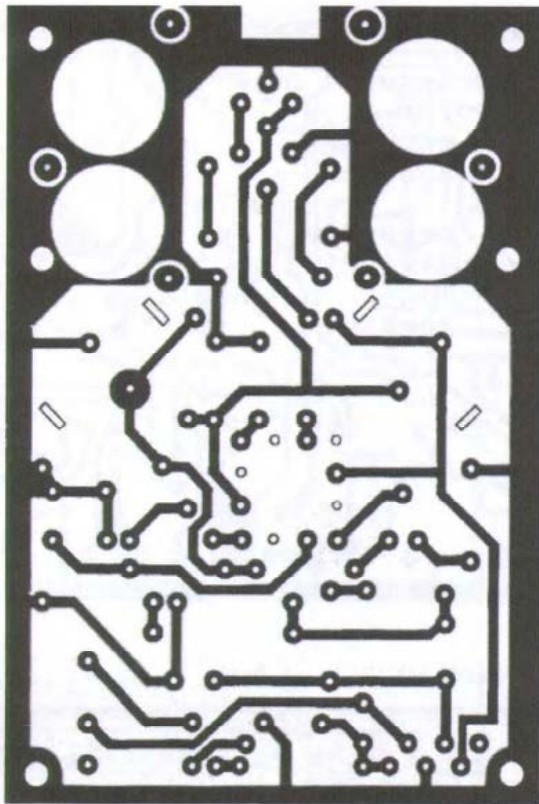
A VFO forgókapcsolójának finombeállítója dörzskerekes (frikciós) hajtással működik: egyik eleme egy régi magnetofonból kiszerelt 74 mm átmérőjű gumibevonatú kerék, a másik pedig egy kis, 6 mm-es tengely, melyre vékonyfalú gumicsövet húzunk. A kerékre ragasszunk fel egy papírkorongot, amelyre felrajzolhatjuk a skálát. A kis tengelyre erősítsünk fel pl. egy régi rádióvevő 46 mm átmérőjű hangoló gombját. A frikciós hajtaspár nagy átté-

tele és a tekerőgomb nagy átmérője módot ad arra, hogy kényelmesen ráhangolhassunk a kívánt ellenállásra.

Élesztés, beállítás

Mindenek előtt ellenőrizzük, hogy a tápáramkörökben nincs-e rövidzár, majd kezdjük neki a beállításoknak. A tápegység kimenő feszültségét mérjük le terheletlen állapotban. Ha a C110 kondenzátoron a feszültség eltér a +12 V-tól, úgy az R120 trimmer-potival állítsuk be a kívánt értéket. Kössük a táp-

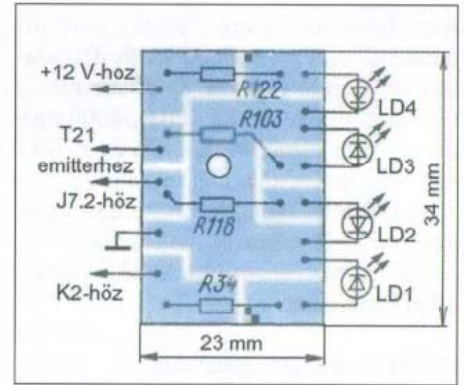




8. ábra

szorítják, mindegyik csillám alátét lemezkével elszigetelve. Szereléskor előbb erősítsük a diódákat a rugókkal

az alaplaphoz, és csak ezután forrasszuk be ezek kivezetéseit a nyák-ba. Az IC4 IC hűtőtönkje közvetlenül az



9. ábra

alaplaphoz van szerelve. A 11. ábrán látható az adó-vevő előlapjának tervrajza, az egyes kezelőszervek megjelölésével. Ezek rendre a következők (alsó sor b.-j.): hálózati, CW/SSB, hangszóró, AGC és RIT kapcsoló, RIT, hang-erő, CW sebesség, CW-önhangerő, érzékenység, kézi érzékenység és hangolás potenciométer. A VFO gombja mellé került a sávváltó, az adás, a hangolás és a sáv szélesség kapcsoló, néhány visszajelző LED-del. A mintapéldány adó-vevő egy 223 × 195 × 101 mm-es házba került, elő- és hátlapja 1,5 mm-es duralumíniumból készült. Az előlapra egy 1,5 mm-es diszlap került, a különböző vezérlő stb. szervek funkcióinak neveivel, majd erre egy 2 mm-es plexi fedőlap. Az adó-vevő skálaablaka szintén plexivel van lefedve. A hangszórót műanyag rács rejti el, alatta természetesen az előlapokba fűrt lyukakkal, a hangnak. A készülék hátlapján található a különböző csatlakozók: fejhallgató, külső végerősítő vezérlése, pedál, mikrofon, elektronikus táviró billentyű és a hálózati biztosíték.

A mintakészülék házának oldalsó és felső fala 2 mm vastag üvegszálak nyák-lemezből készült, az alsó lapja fehér bakelit (hetinax) lemezből. Az így előáll műanyag ház semmivel sem rosszabb, mintha alulemezből készült volna, hiszen az adó-vevőben a leginkább gerjedékeny, egymásra ható áramköri elemeket alumínium árnyékolás védi. A készülékház egyes elemeit egymáshoz 2 mm vastag sarokelemek erősítik, melyekbe 3-3 db M3-as menetet fúrunk. A közölt felülnézeti fotó is segítheti az utánépítést.

Az elektronikus kommutátor (T17...T19) kimenetei 3 mm átmérőjű és szigorúan azonos, 140 mm hosszú koaxkábel darabok segítségével vannak összekötve a keverőkkel. Az azonos hosszúságra a koaxkábel darabok kapacitása egyenlőségének biztosítása

risztika a lehető legközelebb legyen a „derékszögűséghez”. Kívánatos, hogy formatényezője ne legyen rosszabb, mint 1,4 a $-80\text{dB}/-3\text{ dB}$ szinteken. A 2,6 kHz-es átviteli sáv egyenetlensége ne legyen nagyobb, mint 6 dB. Ezt követően a keskenysávú üzemmódban a C20 és C24 kondik válogatásával elérjük, hogy az átviteli sáv 1 kHz-re csökkenjen. Ennek érdekében az adó-vevő bemenetére a szignálgenerátorból 0,5 uV-os jelet adunk. A generátor kimenetére párhuzamosan kössünk frekvenciamérőt.

A generátor jelét folyamatosan változtatva egy táblázatba vegyük fel a behangolás alatt álló adó-vevőnk S-mérőjének (M1 műszer) és ezzel párhuzamosan a frekvenciamérő állását. Ezt követően a táblázat alapján rajzoljuk meg a szűrő amplitúdó-frekvencia karakterisztikáját. A függőleges tengely mentén vigyük fel az S-mérő állását (tetszés szerinti mértékegységben), a vízszintes mentén pedig a frekvenciát, 200 Hz-es lépésekben. Az így kapott ábra alapján alkothatunk képet a szűrő minőségéről. Ha nem elfogadható, akkor a fent említett kondenzátorok cseréjére van szükség. Ezt követően a méréssorozatot (akár többször is) meg kell ismételni. Ha mégsem sikerül elfogadható átviteli karakterisztikát kapni, ak-

kor ki kell cserélni a kvarcokat egy előzetesen összeválogatott új sorozatra.

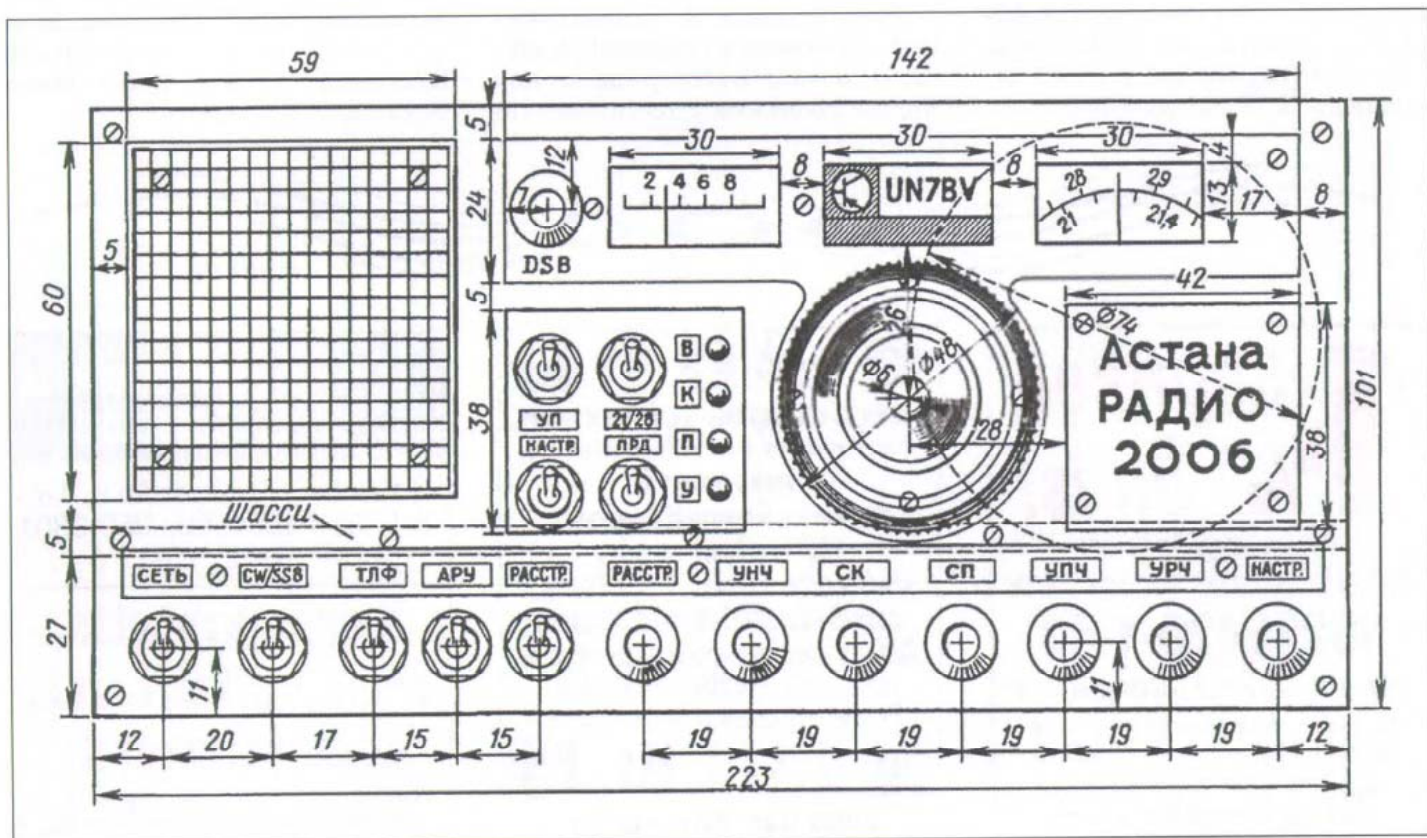
Az L13 tekercset állítva, a beatoszillátor (XO) frekvenciáját a kvarcszűrő átviteli karakterisztikájának alsó vállához hangoljuk úgy, hogy ezáltal az SSBadók jelei a legkényelmesebben legyenek foghatók.

Az AGC rendszer beállítása során az R32 ellenállás helyett építsünk be egy 470 ohmos trimmer-potenciómétert. Kössük le az antennát, állítsuk maximumra az erősítés szabályozást és e trimmer-potit addig forgassuk el, amíg az M1 műszer mutatója kismértékben ki nem tér, majd ismét forgassuk vissza, hogy a mutató újra 0 állásba kerüljön. Ekkor lesz az AGC maximális érzékenységu. Ezt követően az adó-vevőt hangoljuk egy tetszés szerinti hangos állomásra és a C86 kondenzátor értékének válogatásával állítsunk be egy számunkra megfelelő AGC szabályozási időtartamot. Ha az M1 műszer mutatója a legnagyobb bemenő jeleknél túllendül a skálán, úgy R30 értékének válogatásával ezt szüntessük meg. (Az S-mérő skálájának megrajzolása, orosz nyelven, megtalálható a szerző honlapján: <http://un7bv.narod.ru>) Ezt követően az adó-vevőhöz kapcsoljuk hozzá az antennát és győződjünk meg készülékünk működőképességéről, fogjunk

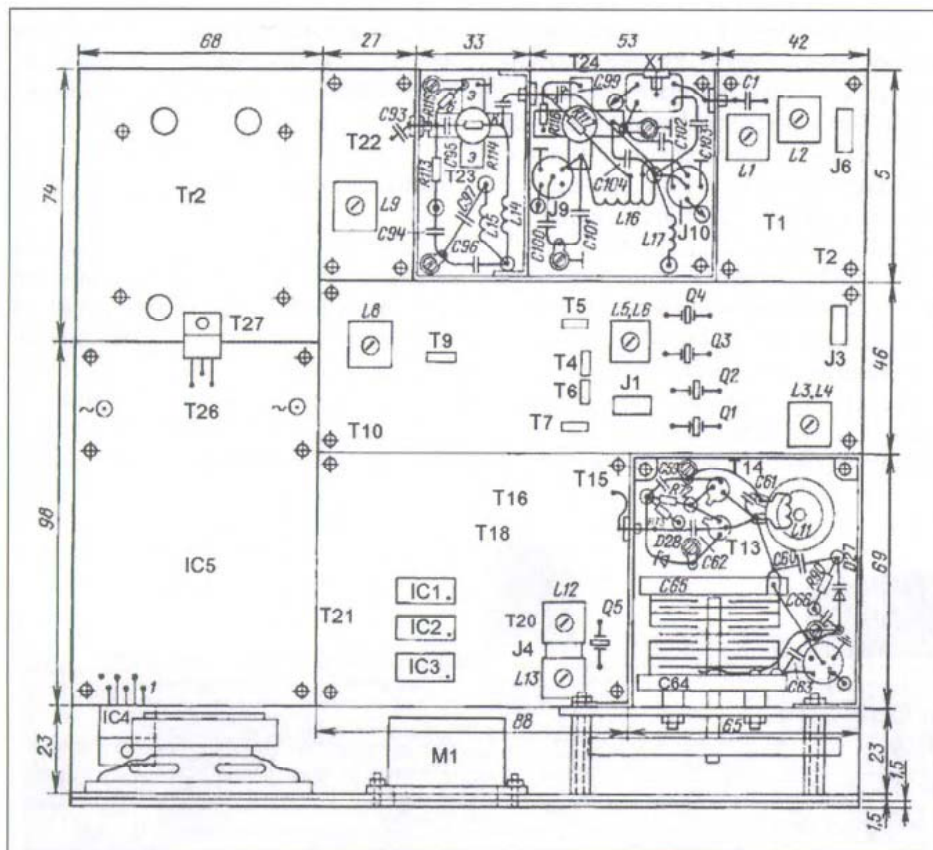
vele amatőr rádióállomás jeleket. A beat kvarcoszcillátor körében lévő L13 tekercset a vett jelek legjobb vételi minősége szerint véglegesre hangoljuk.

Az adó-vevőnek adás üzemmódban történő beállítását kezdjük az X1 csatlakozóra műterhelés kötésével. Ez lehet egy 5...10 W-os, 28 V-os izzólámpa, melynek ellenállása meleg állapotban kb. 75 ohm vagy pedig egy indukciótmentes 50 vagy 75 ohmos, 10 W-os ellenállás.

Vételi üzemmódban, a 28 MHz-es sávban az R3 potenciométerrel állítsunk be maximális érzékenységet. Kapcsoljuk át a készüléket adás üzemmódba a K7 „Hangolás” kapcsolóval, a K1 kapcsolót pedig helyezzük „CW” állásba. Ekkor az adónk egy állandó amplitúdójú jelet fog sugározni. A „DSB” jelű R20 potenciométer csúszkáját a rajz szerinti balszélső állásba forgatjuk (maximális erősítés). Az L8, L9 tekercsek hangolómagjainak elforgatásával és a kvarcgenerátor L12 tekercsének hangolásával érjük el, hogy az antenna kimenetre kapcsolt izzólámpás műterhelés a legjobban világítson. Ekkor az XO (T20) jele a kvarcszűrő átviteli sávjába esik. A K2 („Keskenysáv”) pozíciója ebben az esetben nem lényeges, mivel adás közben a kvarcszűrő mindenkor széles sávú üzem-



11. ábra



10. ábra

egységre az adó-vevőt és újra ellenőriz- zük a tápfeszültség nagyságát.

Ezután állítsuk be az elektronikus kommutátort, a VFO- és az XO-fokozatot. Ellenőrizzük a +12 V jelenlétét az R73, R74, R85 ellenállásokon. Véte- li üzemmódban a kommutátor R79 el- lenállásán +12V-nak, az R80-on pedig 0 V-nak kell lennie. Átkapcsolva adás üzemmódba ezen feszültségeknek hely- et kell cserélniük. Oszilloszkóp, majd frekvenciamérő segítségével az elektronikus kommutátor kimenetein, a C72 és a C74 kondenzátorokon, sorra ellenőrizzük a VFO és az XO által adott jelek formáját, nagyságát, frekvenciá- ját. A 28 MHz-es vétel esetén a C72 kondin 1,2 V amplitúdójú szinusz- hullámnak kell lennie, melyet a C65 kondenzátorral a 13...14,7 MHz-es in- tervallumban állíthatunk (ehhez még mintegy 300 kHz tartalék is adódhat a sávszéleken). A VFO frekvenciáját eh- hez a sávhoz a C61 kondenzátor értéké- nek válogatásával állítjuk be. A generá- tor frekvencia-mászását szintén a C61 cseréjével lehet megszüntetni úgy, hogy azt más hőfoktényezőjű, azonos kapacitású kondenzátorra cseréljük ki. Vételkor a 21 MHz-es sávban is a C72 kondenzátoron kell megjelennie a jel- nek, melynek amplitúdója 1,2 V, és amelyet a C64 forgóval a 6...6,45

MHz-es sávban lehet hangolni. (Ehhez kb. 30 kHz-es tartalék is járul.) A VFO frekvenciájának beállítását és hőkom- penzálását ebben a sávban a C63 kon- denzátor válogatásával lehet elvégezni.

Az elektronikus kommutátor máso- dik kimenetén, a C74 kondenzátoron vételi üzemmódban a beat oszcillátor (XO) 15 MHz-es, szinuszos, 1,2 V amplitúdójú jelének kell megjelennie.

A K4 kapcsolóval kapcsolható be a RIT, a VFO elhangolása. Az R93 po- tenciometer csúszkáját állítsuk közép- ső helyzetbe és az R98 ellenállásának válogatásával érjük el, hogy az oszcil- látó frekvenciája adás és vételi üzem- módban azonos legyen. Ezt követően kikapcsoljuk az elhangolást és az R94 trimmer-potival beállítjuk, hogy a két üzemmódban ismét azonos legyen a frekvencia. Ha megfigyelhető egy bi- zonyos instabilitás ebben a fokozatban, úgy növeljük meg a D29 és D34 diódá- kon átfolyó áramot (kössünk be egy ki- sebb ellenállást). A blokk beállítását a legjobb a 28 MHz-es sávban végezni.

Az adó-vevő skáláját mindkét sáv- ban egy frekvenciamérő vagy egy már behangolt, másik adó-vevő segítségé- vel vehetjük fel.

A vevőrész élesztését kezdjük a HF erősítővel. Mielőtt ráadnánk a tápfe- szültséget, a negatív visszacsatolást be-

állító R60 trimmer-potenciometer csúszkáját helyezük a rajz szerinti bal szélső állásba. Ezt a továbbiakban sem szabad sokáig a jobb szélső állásba vin- ni. Adjunk az IC4 1. lábára egy HF gene- rátorból szinuszjelet, hallgassuk meg a hangszóróból, a kimenetre kötött osz- cilloszkóppal tekintsük meg az alakját. Az R60 trimmerrel állítsuk be az IC maximális erősítését, amíg nem látunk szabad szemmel torzulást a jelben. Ez- után a generátor jelét adjuk a T8 tran- zisztor emitterére. Az R54 potenciome- ter csúszkáját helyezük a rajz szerinti felső állásba, és az R46 válogatásával a HF erősítő kimenetén érjük el maxi- mális szintű szinuszjelet.

A KF-erősítő beállítása a rezgőkö- reinek behangolásával történik. Szig- nálgenerátor 15 MHz-es jelét egy 10 pF-os kondenzátoron keresztül adjuk az L5,C26 körre és a tekercs hango- lómagjának elforgatásával hangoljunk rezonanciára. Ezután a generátor jelét adjuk rá a T3 emitterére. Az R23 csúsz- káját vigyük a rajz szerinti felső állásba és hangoljuk az L3,C16 kört rezonanci- ára. A kvarcszűrő behangolása a vevő- fokozat utolsó lépését képezi.

Az adó-vevőt kapcsoljuk a 28 MHz-es sávba. Az X1 antennacsatla- kozóra adjunk 28,8 MHz-es jelet szig- nálgenerátorból. Az R3 potenciometer csúszkáját vigyük a rajz szerinti felső pozíció 2/3-ára. Az L1 és L2 tekercse- ket a hanglómagokkal hangoljuk re- zonanciára, úgy hogy a vevő kimenetén maximális jelamplitúdót kapjunk. Mindeközben a jelgenerátorról bejövő szintet fokozatosan csökkentünk. Kap- csoljuk át a vevőt a 21 MHz-es sávra, a bementére adjunk 21,225 MHz-es jelet. Az R3 segítségével hangoljuk rá a be- meneti kört a jel frekvenciájára a kime- neti HF jel maximuma alapján. Az L1 és L2 vasmagjai kismértékű elforgatá- sával ellenőrizzük, hogy közben nem hangolódtak-e el ezen a frekvencián. Ha ilyet mégis tapasztalunk, ennek oka abban rejlik, hogy a D1 és D2 vari- kapok nem azonos karakterisztikájúak, nem egyforma (nagyon eltérő) a C2, C4 kondenzátorok kapacitása vagy külön- böző az R1, R2 ellenállásértéke. Az ok elhárítása után a 18...30 MHz-es tarto- mányban a bemeneti szűrő karakteris- tikája mindvégig az ideálishoz közeli lesz. Ezt követően foghatunk a karc- szűrő behangolásához.

Legelőször is a kvarcszűrőt a szé- lessávú üzemmódban hangoljuk be, a C21...C23 kondenzátorok értékének válogatásával, hogy az átviteli karakte-

Körkörös polarizált antennák a 2 m-es sávra

†Némethy István YT3I, <http://yt3i.weebly.com/>

Igen sok rádióamatőr azon a véleményen van, hogy sok problémáját megoldaná, ha antennarendszerét körkörös (cirkuláris) polarizációjúra alakítaná át. Ez különösen az egyre szaporodó EME- és MS-táborra vonatkozik. Valóban megoldás lenne ez?

E széles témakörből egy könyvet kellene írni, hogy a probléma minden vetülete kellő matematikai alátámasztással vázolható legyen. Ez nem célom. Igyekszem minél egyszerűbben, amennyire lehet, felhívni a rádióamatőrök figyelmét a fontosabb tényezőkre, melyek együtthatása adja a sikeres összekötéseket. Igyekszem vázolni a cirkuláris polarizáció bizonyos körülmények között meglevő előnyét. Természetesen maga az antenna elkészítése is igen nagy körütekintést igényel a tervezéskor, kivitelezéskor és a telepítésnél is.

1. Polarizáció

Az elektromágneses térben alapvetően *lineáris* és *cirkuláris* (körkörös) polarizáció létezik. A lineáris polarizációnál a telepítés helyén a talajhoz viszonyítjuk a polarizáció síkját, mely lehet horizontális vagy vertikális, elvértve ferde, valamely szögben. A cirkuláris polarizációnál a polarizáció csavarszerűen viselkedik abban az esetben, ha a cirkuláció alapja kör. Ilyenkor beszélhetünk jobb vagy bal irányú csavarmenetről. Kevésbé ismert eset, hogyha a cirkuláció alapja nem kör hanem ellipszis. Ekkor a cirkulációban levő ellipszis alak a nagytengelye szerint (a horizonthoz képest lehet vertikális vagy horizontális) végezhet körforgást az ellipsziszre merőleges tengelyéhez viszonyítva.

Közismert, ha az adási és a vételi oldalon más polarizációt alkalmazunk az antennáinknál, akkor fellép egy bizonyos veszteség. A lineáris polarizációnál, ha az adás horizontális a vétel pedig vertikális, akkor a veszteség 20 dB. Amennyiben körkörös polarizációval dolgozunk, adásnál jobb csavar menetűvel és a vételnél pedig bal menetű van, akkor a veszteség 100 dB! Ez esetben, ha az egyik oldalon a polarizáció

ellipszis alapú a veszteség ettől még valamivel nagyobb is lehet. Nézzük a számunkra legérdekesebb esetet, ha az egyik oldalon cirkuláris polarizáció van (mindegy milyen irányú csavardással), a másik oldalon pedig lineáris (horizontális vagy vertikális, akár ferde). Ekkor a veszteség kerekén 3 dB. Itt az az érdekes, hogy ha a lineáris polarizáció síkjának szöge bármely októl fogva változna is, a veszteség megmarad 3 dB, a cirkuláris polarizáció és bármely típusú lineáris polarizáció között!

A fentebbi megállapítás csak az első pillanatban tűnik vonzónak, mivel egyes tényezőket még nem vettük figyelembe. A legtöbb rádióamatőr nem mélyedt mélyebben bele a fogalmakba, és emiatt sok bosszúságban volt része. Ez a megállapítás különben igaz, de csak ideális körkörös és ideális lineáris polarizáció esetében. Amit valóban meg kellene valósítanunk, oly mértékben, amennyire ez lehetséges. De, valóban lehetséges-e? Amint a későbbiekben kitűnik, leginkább csak részben és nem minden körülmények között!

2. A terjedés sajátosságai

2.1. Térbeli polarizáció

A fentebb leírtak akkor igazak, ha ideális térről beszélünk, illetve földi viszonylatban igen kis távolságról az adó és a vevő között. Vegyük azonban azt, hogy a távolság nagyobb, ami rendszert így is van. Tehát az adó és a vételi állomás a földön helyezkedik el, mely úgy szólnán gömb alakú. Mind az adó, mind a vételi antenna a telepítés helyén földhöz való viszonyítva horizontális, de az adóállomás antennája az északi félteke kb. 45. szélességi fokán van, a vételi pedig a déli félteke ugyanazon a pontján. E két állomás felváltva ad és vesz. A föld görbülete direkt rálátást nem tesz lehetővé, és emiatt szükséges egy visszaverődési pont (réteg), ahová mindkettlen irányítják a „horizontálisan polarizált” antennáikat. Vegyük az egyenlítő térbeli síknak, tehát e térbeli síkhoz viszonyítva a következő képletből kiszámíthatjuk a visszaverődési

pontban fellépő térbeli szög (P) értéket, mindkét állomás részére:

$$P = \arctg \left(\frac{\sin L \cdot \cos E - \sin L \cdot \cos A \cdot \cos E}{\cos L \cdot \sin A} \right)$$

Ahol: L a földrajzi hosszúság (latitudo), A az antenna azimutja, E az antenna elevációja, Az ily módon kapott érték az első állomásra P1, a másodikra P2. E két érték különbsége adja a térbeli polarizáció (TP) értékét fokban:

$$TP = P1 - P2$$

Az így számított térbeli polarizációnak csak egyes esetekben van meghatározó jelentősége (MS, TEP), mivel a terjedés alakulásában még más tényezők is jelentkeznek, akár jóval nagyobb kihatással.

2.2. Faraday-rotáció

Egy, a rádióamatőrök körében sűrűn említett fogalom, melynek azonban a magyarázata igen hosszadalmas és bonyolult dolog, és valódi, pontos számítása nem létezik. Valójában a polarizációs sík időbeni változását szabja meg. Az okozója az, hogy az elektromágneses hullámok a visszaverődési pontig és vissza egy nem homogén és időben változó sűrűségű közegben terjednek. A jelenség okozója a földet körülvevő ionizált rétegek sűrűségének változása, különféle hatásokra, de a föld felső rétegein kívül eső rétegek ionizációja is változó, a napszél hatása miatt.

2.3. A polarizációs sík töredezettsége

Az utóbbi időkben feltárt fogalom, szoros összefügg a Faraday-rotációval, melynek részben okozója is. Miről is van szó?

Vegyük egy lineárisan polarizált elektromágneses hullámot, mely távolról van gerjesztve, és mialatt hozzánk érkezett, áthaladt egy instabil, nem homogén közegen. A térbeli polarizáció változásához bevonjuk a Faraday-rotá-

módban van. Az XO-ban levő L12 állításával lehet a kisugárzott hangjelünk magasságát is változtatni SSB üzemmódban. Ezt követoen a műterheléssel párhuzamosan kössünk egy oszcilloszkópot és válasszuk meg R51 helyes ellenállását, amely torzítatlan jel mellett biztosítja a legnagyobb kimenő amplitúdót. A teljesítményerősítő legutolsó fokozatát a legnagyobb meghajtás mellett kell behangolni a 28 MHz-es sávban a C101, C104 válogatásával, majd ezt követően a 21 MHz-es sávban a C100, C102 válogatásával. Ha a 28 MHz-es sávban gerjedést tapasztalunk, úgy azt C99 értékének változtatásával szüntethetjük meg.

A teljesítményerősítő tranzisztorainak nyugalmi áramát nem érdemes egy meghatározott értékre beállítani, inkább olyanra, amely torzítatlan jel mellett biztosítja a legnagyobb kimenő teljesítményt. Ehhez változtassuk az R110, R113, R117 értékeit.

Kapcsoljuk át a berendezésünket 21 MHz-re és R3 változtatása mellett győződjünk meg, hogy most is helyesen működik-e az erősítőnk.

Helyezzük a készülékünket táviró adás módba, ellenőrizzük a kvarcgenerátor működését az elkey-jel történő billentyűzés során. Bár a kapcsolási rajz kissé bonyolult, a táviró gyorsbillentyű működőképes alkatrészek és helyes szerelés esetében azonnal működőképes. Az egyes jelek küldésekor az LD3 LED világítani fog. A jelek adási sebességét az R100 potencióméterrel

lehet szabályozni. Ez egyébként függ az R99 és C83 értékétől is. Utóbbi változtatásával az adási sebességet 30 és 300 jel/perc sebesség között lehet beállítani. A billentyűhangot az R105 trimmerrel lehet beállítani. Ezen generátor frekvenciájára hat még az R106 és C88 is. Vigyük át az elkey-kart (K5) a rajz szerinti baloldali helyzetbe, és oszcilloszkóppal ellenőrizzük a C72 kondenzátoron jelen lévő táviró jeleket: a „pont”-okat. A billentyűt a rajz szerinti jobboldalra kapcsolva a „vonás” jeleket kell látnunk. A C79 széles(!) határok közötti értékmódosításával változtatható a jelek felfutó élének meredeksége.

A CW-jel adása érdekében kapcsoljuk ki a „Hangolás” kapcsolót és kapcsoljuk be az „Adás” jelűt vagy lépünk a „Pedál”-ra. Az elektronikus billentyűt kapcsolgatva a műterhelés villogásával győződhetünk meg a távirójelek meglétéről. Ugyanekkor az LD2 LED is világít, mutatva hogy adás üzemmódban vagyunk és a jelek ütemében villog LD3.

Az egyoldalsávú üzemi adás beállítása érdekében helyezzük a készülékünket vételbe, és a K1-et kapcsoljuk át „SSB” helyzetbe. A K6 vagy K7 kapcsolóval menjünk át adás üzemmódba és a mikrofonba hosszasan mondjunk „á” hangot, közben az izzólámpás műterhelés világításával meggyőződhetünk a kimeneti jel meglétéről. A mikrofon bemenet érzékenysége az R69 trimmer-potencióméterrel állítható. (Itt

kell megemlíteni, hogy a berendezésünkben alkalmazott egyoldalsávú jelet előállító kapcsolásban az erősítés maximuma nem az R69 szélső állásában fog létrejönni.)

A T11 tranzisztoros fokozat bemenetére HF generátorból jelet adva ennek beállítása az R67 értékének válogatásával történik úgy, hogy a legnagyobb, még torzítatlan jelet kapjunk a fokozat kimenetén. A balansz modulátort az R15 trimmerrel (durva) és a C14 trimmerrel (finom) tudjuk beállítani úgy, hogy a legjobb vívőhullám-elynyomást kapjunk.

Az adásunk minőségéről egy másik vevőn azt meghallgatva tudunk a legjobban tájékozódni. A mikrofon jelét a T2 source-e és a föld közé kötött nagyellenállású fülhallgatóval is ellenőrizhetjük. A kimenő jel szintjét az M1 műszer mutatja. Ha a műszer mutatója túlságosan kitér, úgy változtatni kell az R28 ellenálláson.

Az éterben folytatott munka során az adó-vevő a „Hangolás” gombbal állítható mind vételi üzemmódban (a vett adó jelének maximumára), mind adás során (maximális kisugárzott antenna jelre), melyet az M1-gyel ellenőrizhetünk. Mivel a kétkörös sávszűrők mind vételi, mind adás üzemmódban 18 és 30 MHz között hangolhatók, ezért az adó-vevő lehetővé teszi két további WARC-sáv (18 és 24 MHz) használatát is. Ehhez további kondenzátorok bekiktatására van szükség a VFO-ban és a teljesítményerősítőben.



**1 Segítsen
% Ön is!**
Reményi István
Rádióamatőr Alapítvány
18226429-1-43
Az alapítványt támogatja a
RÁDIÓTECHNIKA
Elektronika
FÜZETEK


**Ferritmagos tekercsek,
ferritmagos transzformátorok,
hálózati
transzformátorok,
NF-tekercsek,
csévetestek, ferritek,
smd-induktivitások,
Amidon porvasmagok
nagy választékban kaphatók!
Postai utánvétellel is szállítunk.**
TALI Bt.
2600 Vác, Zrínyi u. 39.
☎ 06/27/501 220 Fax: 06/27/501 221
tali@vnet.hu www.tali-transformers.hu

 **Híradástechnikai
szaküzlet**
1139 Bp., Frangepán u. 18.
Tel.: 350-3201, fax: 350-8801
H-P: 9-12, 13-17 ó
**Nagyfrekvenciás,
amatőr alkatrészek,
koaxcsatlakozók,
Mini-Circuits IC-k.**
www.gigatechnik.hu

Legelőször tisztába kell lenünk az-
al a ténnyel, hogy az ily módon kapott
cirkuláris polarizáció nem teljesen kör
alakú, a létrejövő polarizáció elliptikus
lesz. Ez a tény vonatkozik arra az eset-
re, amikor ugyanarra a boomra szerel-
jük fel a két lineárisan polarizált anten-
nát. Egyiket horizontálisan, a másikat
vertikálisan, esetleg úgy, hogy az egyik
antenna 45 fokos szögben mutat a talaj-
ra, a másik pedig az előbbire merőle-
ges. Elvileg létezik olyan megoldás is,
hogy az egyik antennát térbelileg eltol-
juk az első antenna mellé vagy fölé. 90
fokban eltolt polarizációban.

Mindenesetre a létrejövő polarizá-
ció elliptikus alakú, tehát nem ideálisan
körkörös, mint azt szeretnénk. A létre-
jött ellipszis tengelyeinek aránya
könnyen meghatározható az alábbi
képlettel:

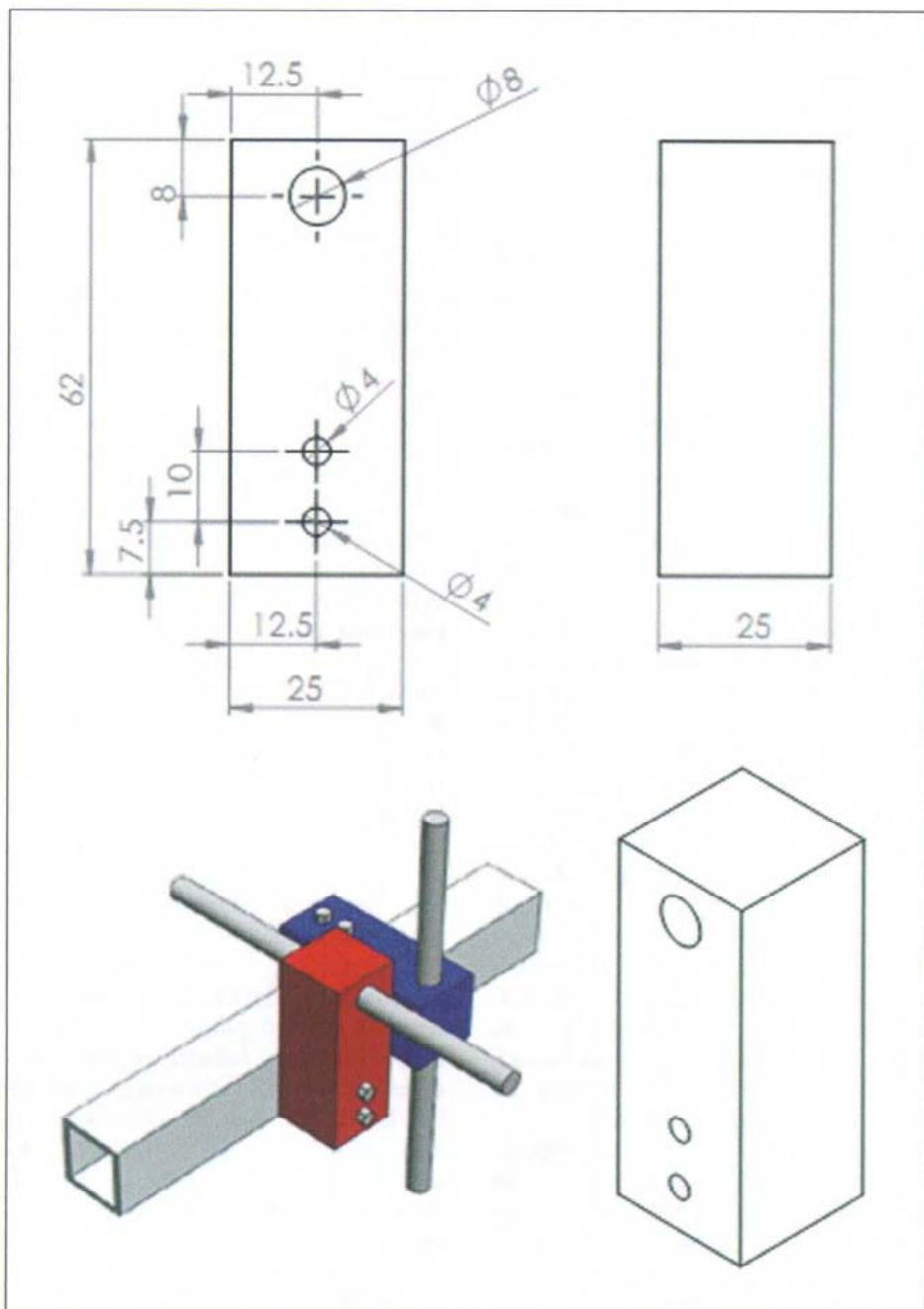
$$K = \frac{n}{n+1},$$

ahol: K az ellipszis tengelyeinek ará-
nya, n a keresztbe szerelt elemek szá-
ma.

Eszerint tehát minél nagyobb szá-
mú elemmel elérhető lenne egy majd-
nem kör alakú cirkuláció. A direktoro-
kat és a reflektort elvileg minden továb-
bi nélkül lehetne egy pontban (metszés-
pont) összekötni, azonban a dipólusnál
ezt nem lehet kialakítani. Tekintetbe
kell venni a tápláló és a fázistolást ki-
alakító koaxiális vezetéseket, melyek
feltétlenül egy kellő, e célra alkalmas
dobozban végződnek. Így módon az
egyik antenna a boomon eltolva he-
lyezkedik el. Ez az eltolás annyi lehet,
amennyi a két dipólus dobozhoz szük-
séges, törekedve a minél kisebb eltoló-
dásra a térben!

Különösen fel kell hívnom a figyel-
met néhány fontos dologra, melyről
sokan megfeledkeznek:

a) Tekintettel arra, hogy az egyik
antennában helyezkedik el a másik, itt
csak rendkívül alacsony M-faktor
csökkenés engedhető meg (minél ala-
csonyabb antenna Q-faktor). Útmutatá-
sul szolgáljon az YU1AW Yagi Excel
programja. Így, ha az M-faktor csökke-
nése valamivel nagyobb, a kölcsönha-
tás az egyik antennáról a másikra és e
folytán a paraméterek eltolódása is na-
gyobb lesz. Az antennák csak fémből
készülhetnek és „egyik a másikban”
helyezkednek el. Mindkettő ugyanazon
a frekvencián rezonál, a kölcsönhatás
igen nagy lesz, ami csak minél ala-
csonyabb Q-faktossal csökkenthető. Ter-
mészetesen az ilyen antennák, melyek



1. ábra. Az „X” elrendezésű antennák szigetelői

egyedül alkalmasak erre, valamivel ki-
sebb nyereséget nyújtanak.

b) Mindenképp kerüljük a zárt-haj-
lított dipólus („T” stb. illesztés) hasz-
nálatát. Egyfelől azért, mert szinte min-
den rádióamatőr célra tervezett antenna
NEC2 esetleg NEC4 alapú programmal
tervezett, melyek csak nyitott dipólusra
pontosak, szögben vagy körben hajlí-
tott elemekre nem. Másrészt azért, mert
magába a cirkuláris rendszerbe bevi-
szünk adalékos fémrészeket meg
kábelekat. A legjobb megoldás a nyitott
dipólus IOQM típusú szimmetrizációval
(ld. RT ÉK 2012 199. old.).

c) A kialakított „keresztantenna”
elemei a nyitott dipólussal úgy helyez-

kedjenek el, hogy a keresztelési pontok
mindenféléképpen egy vonalban legye-
nek. A boomhatás kiküszöbölésére szig-
etelőket kell használni. Fémboom
használata esetén javasolható az 1. áb-
ra szerinti megoldás.

Ha a boom anyaga nem fémes, ak-
kor sokak szerint az a jó megoldás,
hogy a boom anyagát kifúrjuk, majd ra-
gasztóval rögzítjük benne az elemeket.
A lineárisan polarizált antennáknál is
ez csak részben van így. Ott is bizonyos
átszámításra van szükség, tekintettel
arra, hogy a nyílt dipólus egy dobozban
kapcsolódik a szimmetrizálóhoz. A me-
chanikai megoldás miatt ez a doboz
boom felett vagy alatt lehet, tehát nem

ciót, és alaposan szemre vesszük mi is jelentkezik a mi vételi antennánkban. Az első elvárás szerint a vett jel meg kell, hogy jelenjen valamely eltolódott polarizációs síkban. Ez a térbeli polarizáció és a Faraday-rotáció együttes következménye miatt el van tolvá egy bizonyos térbeli szögben. Ez idő függvényében változik, hol lassabban, hol gyorsabban. Ez néha így is van, de nem mindég. Jobban megvizsgálva, észre vesszük azt, hogy a fő polarizációs sík mellett egyidejűleg jelentkezik több-kevesebb más sík is, kisebb nagyobb intenzitással hordozva ugyanazt a jelet, így eleve kizárt az, hogy valamely más jel esetleg interferál.

Eleinte voltak magyarázatok arra, hogy ez maga a Faraday polarizációs torzulás szerves része, és maga a Faraday polarizáció ferdülése e több síkban levő jel összege. Ha ez így volna, akkor sohasem lehetett volna e síkokat kiválasztani és érzéklni szelektíven, hanem egy összemósódott, kiszélesedett görbe jelentkezett volna a vizsgálatkor. Valójában az így felvett energia hozzávetőlegesen megadja az egy eltolt síkban levő jel nagyságát, már ahogy ezt a ma meglevő rádióasztronómiai mérések pontossága megengedi. Sajnos, a vett jel nagysága, ha több polarizációs síkban jelenik meg, ezzel arányosan csökken, és ezt hasznos szem előtt tartani.

2.4. Doppler-effektus

A rend kedvéért meg kell említeni azt is, ha a visszavert jel (adó és vételi) útja

időben hosszabb vagy rövidebb lesz - a visszaverődési pont mozgása folytán -, akkor a vett jel frekvenciája változik a fizikában jól ismert törvényszerűség folytán. Ez az effektus pontosan számítható, itt nem térnék ki rá részletesebben.

3. Antennarendszer kiválasztása

3.1. Lineárisan polarizált antenna

A fentieket figyelembe véve talán valamivel mélyrehatóbban dönthetünk az antennánk kiválasztásában. Mindenekelőtt egy feltétel nélkül stabil, mind adásra, mind vételre mindig alkalmas rendszer jöhet számításba A tervezési szempontokat ismerttettem „A Rádiótechnika évkönyve 2012”-ben. Amikor az a cikk készült, akkor még nem létezett az antennákat megvizsgáló, valamint rangsoroló program, melyet az Dragan Dobricic (YU1AW) készített, és a honlapjáról lemásolható Excel program (YagiQ).

E program alapvetően egy teljesen új módszert használ az antennák értékelésére, az egész vizsgált sávban, tehát nemcsak egy frekvencián. Ez az antenna minőségi tényezője (M):

$$M = 10 \cdot \log \left(\frac{G}{T} + \frac{G}{1+Q} + \frac{G}{SWR} \right),$$

ahol G az antenna átlagos nyeresége az egész sávban, a G/T a TANT incorporált program szerint 350 EK háttér zajjal, Q az antenna átlagos jósági tényezője, SWR az átlagosan mérhe-

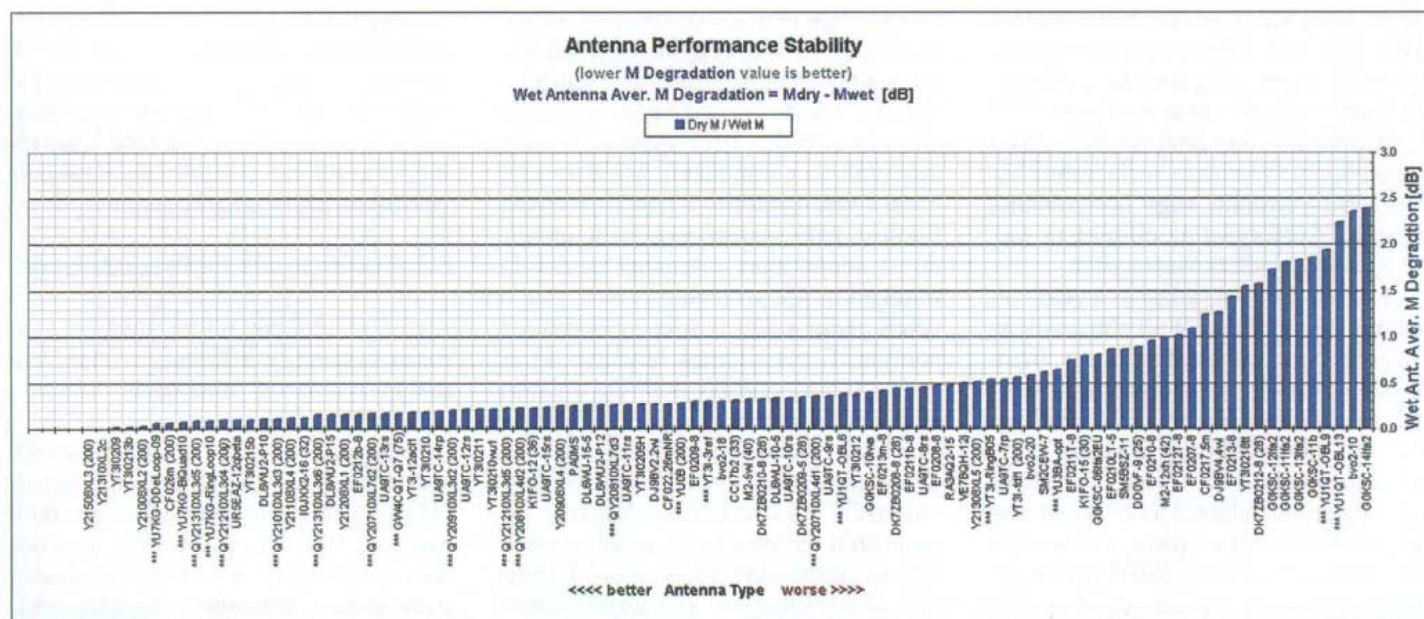
tő állóhullámarány. Ezt a minőségi tényezőt a program megvizsgálja száraz és nedves antennára. A nedves antenna alatt a rátapadó vizet értjük, melynek hatása minél kevesebb kell, hogy legyen. Ennek alapján meghatározható a specifikus minőségi tényező, mely a minőségi tényező és a boom hosszúság hányadosa.

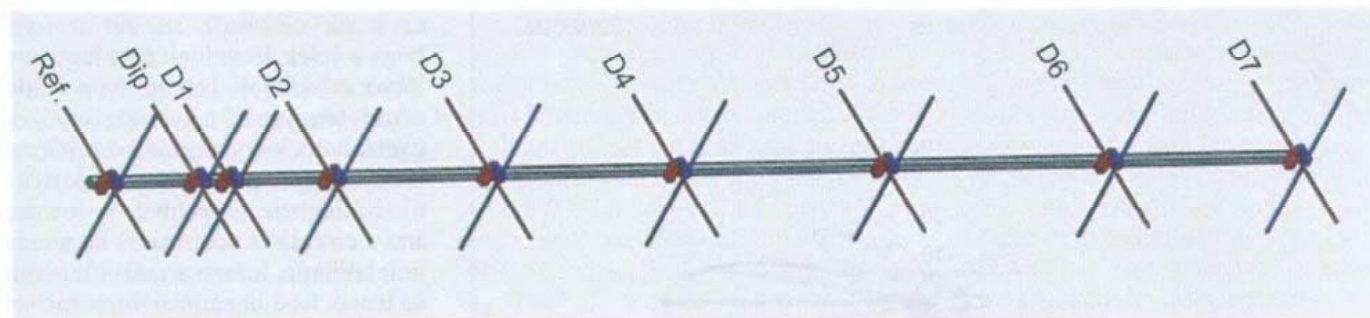
E program valódi haszna abban rejlik, hogy az antenna stabilitását is megmutatja, ami a száraz és a vizes antenna minőségi tényezőinek a különbözete. Az általam ismert majdnem 100 antennát analizálva létrehoztam a mellékelt táblázatot. Természetesen e táblázatba bevehető más antenna adata is. Ehhez rendelkezünk kell az antenna részletes adataival, mely alapján létrehozható az antenna 4nec2 program fájlja. Vagy ha ismert az antenna Ezec fájlja, ami konvertálható a 4nec2 programba.

3.2. Körkörös polarizált antenna képzése lineárisan polarizált antennákból

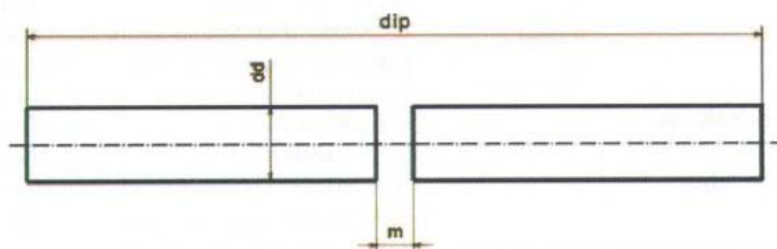
Eredeti körkörös polarizáció csak Helix-típusú csavarantennából kapható. A 2 m-es sávtól magasabb frekvenciákon ez igen könnyen megvalósítható. Sajnos, a 2 m-es sávban igen nagy méretek adódnak, mely mechanikailag nehezen kivitelezhető. Itt egészen más megoldások a megszokottak. A legcélravezetőbb az, ha lineárisan polarizált antennákat szerelünk a boomon keresztbe. Még mielőtt belekezdenénk ebbe a műveletbe, jól át kell gondolnunk a dolgot, minden fontosabb vetületében.

Táblázat





ANT: X4YT3I0209 apr. 20. 2012



ANT: x4Y T3I0209 whitout boomfactor			
Ø	0	Ref	1006
a1	325	Dip	990
a2	442	D1	942
a3	819	D2	935
a4	1405	D3	912
a5	2090	D4	898
a6	2854	D5	884
a7	3678	D6	871
a8	4373	D7	878
dip	10	m	10
elem	8	Shift	40
Hor	3145	Ver	3070
		F (rez)	144,3 MHz
G	20,03 dBi	F/B	28,24
Z	50,75-j0,385	G/T	-3,83
HBW	17,4 gr	SWR	1:1,017

2. ábra. Az X4YT3I0209 tervezési adatai

akkor egyszerűen átkapcsolunk a másik antennára. A gyakorlatban azonban ez nem ilyen egyszerű, mert leginkább nem tudhatjuk előre a polarizáció hogyan ingadozik, gyors ingadozás esetében ez úgyszólván lehetetlen. Sokszor erre nincs is időnk, azonban nagyobb gyakorlattal az ilyen megoldás is bizonyos sikereket hozhat, ami eleinte rendszerint elmarad.

Hivatkozva a cikk elején említett térbeli polarizációs eltérésre, melyben minden más polarizációs anomália összeadódik, a valóságban igen gyakran előfordul az az eset, hogy a másik állomást mi (például) horizontális polarizációval vesszük a legjobban, de az minket meg úgy vesz jobban, ha vertikális polarizációval adunk. Csak néha van mód és lehetőség valamely más kommunikációval ezt egyidejűleg meg is tárgyalni. De ezen esetek megállapítására idő is kell, ami általában nem áll rendelkezésünkre.

Egy valódi cirkuláris polarizáció alkalmazásánál erre semmi szükség nincs, mivel a jelszintek úgyszólván a teljes összeköttetés ideje alatt egyformák maradnak. Függetlenül a gyors vagy lassú polarizációval előidézett in-

gadozástól. (Amennyiben az egyik állomás cirkuláris, a másik állomás bármely szögben felállított lineáris polarizációt alkalmaz.)

Természetesen ez esetben, ha kereszt-dipólusokból kialakított cirkuláris polarizációt alkalmazunk, bele kell kalkulálni az adalékos 3,5...4 dB veszteséget, mind az adó-, mind a vevőoldalon. Tehát ennyivel kell megnövelni az adó RF teljesítményét és vételi oldalon a lehető legjobb minőségű előerősítőnek ennyivel nagyobb erősítéssel kell rendelkeznie.

4. Mini cirkulárisan polarizált X4YT3I0209 csoport

E csoport az eredeti (honlapomon ismertetett) 4YT3I0209 csoportból lett kiképezve. Elvileg ugyanolyan módon kialakítható bármely, valamivel nagyobb csoport is, mely eleget tesz a már fentebb vázolt követelményeknek. Elvileg alkalmazható ennél kisebb csoport is, de ez esetben a berendezések - mind az adó, mind vételi oldalon - valóban profi tulajdonságokkal kell rendelkezzenek, valamint az egész rendszer egy valóban nagyon zajszegény kör-

nyezetben kell(ene) működjön, ami csak elvéve biztosítható.

Felhívom a figyelmet arra, amennyiben valaki a meglévő berendezéséhez egyszerűen átcsereéli az antennarendszerét egy ilyen rendszerre, nem ismervén a fentebb leírt tényeket, nagy csatlakozásban lesz része! A horizontális polarizációval működő állomások jelei a megszokott szintek felét se haladják meg, ami teljesen normális jelenség! A mi jeleinket se veszik még fele olyan erősen se! Ennek a ténynek teljes egészében a tudatában kell lennünk, és növelni kell az adóenergiánkat, valamint a vételi előerősítőnek is sokkal többet kel „tudnia”. Ha azonban a Holdra irányítjuk a rendszert, a tapasztalatok egészen mások. A cirkuláris polarizáció biztosítja minden lineárisan polarizált jel úgyszólván állandó vételét, hiszen a Faraday-rotáció ki van küszöbölve.

Az X4YT3I0209 csoportantenna úgy lett kialakítva, hogy minden eleme a horizont síkjával keresztben helyezkedik el (2. ábra). Valójában ez a legjobb megoldás, mivel ekkor mind a horizontális, mind a vertikális sugárzási diagram ideális lesz (3. ábra). A tartó-

ugyanabban a síkban, mint maguk az elemek. A lineáris polarizációnál ennek érdemi jelentősége nincs, ha átszámítjuk az egész antennát ilyen esetre. Átszámítás nélkül azonban - egy különben jól méretezett antennát - nagymértékben elrontunk, és az így kapott antenna sokkal gyengébb minőségű, rendszerint már használhatatlan lesz! A lineáris polarizáció megmarad lineárisnak, függetlenül attól, melyik „antenna elé” kerül a másik (horizontális elé a vertikális vagy fordítva). A cirkuláció úgy alakul ki, ha a két antennát egy negyedhullámú csonkkal kapcsoljuk össze.

Amennyiben lineárisan polarizált antennákból alakítunk ki cirkuláris polarizációt, akkor sokkal bonyolultabb dolgok lépnek fel, mint azt eleinte elképzeltük. Már eleve megvan az a tény, hogy a cirkuláris polarizáció alapja nem kör, hanem ellipszis, melynek átlói aránya $k = n/(n+1)$, amint ezt már tárgyaltuk, de ez esetben az ellipszist szimmetrikusnak renéljük. Ha azonban a dipólusok keresztezése nem az elemek kereszteződésében van, akkor a kialakított ellipszis alak torzul. Attól függően, hogyan toltuk el a dipólusok kereszteződési pontját Ez a probléma pontos geometria betartásával megoldható, azonban a két antenna térbeli eltolódása („egyik előtt a másik”) szükségyszerűen adódik, és az ellipszis alakú polarizációt feltétel nélkül torzítja. Ez igen nehezen határozható meg.

Vonjuk ezt össze a hullámterjedésnél ismertetett jelenségekkel: egy ilyen torz cirkuláció adalékos instabilitást eredményez az általunk létrehozott elektromágneses térben. Adalékos polarizációs fragmentálást vagyis adalékos veszteséget a vett jelben. Az így létrejött jel vételkor – függően a Faraday-effektustól – aurorális jelet eredményez, aminek helyes dekódolása időnként lehetetlenné válik, dacára annak, hogy a jel erőssége még szolid.

3.3. A kiválasztott antenna lehetséges tulajdonságai

Az eddigiek alapján betekintést nyerünk az antenna kiválasztásának problematikájába. Most már dönthetünk arról, hogy mire is van szükségünk, és mire kívánjuk leendő antennánkat (csoport antennánkat) felhasználni? Az e témakörben érintettek döntő többségét az EME-vel foglalkozó amatőrök alkotják, őket az MS-munka is, a FAI terjedés is érdekli. Ezek tábora rohamosan

nő. Az itt ügyködő aktív amatőrök általában igen komoly antennarendszerrel rendelkeznek. Egyre nő azok száma, akiknek antennarendszere számítógépes vagy más elektronikai módszerrel automatikusan követi a Hold pályáját.

Maga a polarizáció adta jelenségek sajnos nem előre láthatóak és nem követhetők egyszerű módszerekkel. Sokan gondolják azt, hogy ez cirkuláris polarizációval megoldható. A többségnek lineárisan polarizált antennarendszere van, így tehát egy cirkulárisan polarizált rendszer felépítése és üzembehelyezése minden probléma egyidejű megoldását jelenti.

Vajon így van ez valójában? Tudatában vannak a ténynek, hogy a 3 dB veszteséget pótolni lehet, méghozzá a teljesítmény növelésével. Sokan úgy reagálnak erre: „a kis köcsög helyett lesz egy nagy köcsög”... A korábbiak alapján állítom azt, hogy a teoretikus 3 dB viszony a lineáris és az ideálisan körkörös esetekre igaz. A cirkuláris polarizáció torzulásait is számba véve leginkább 3,5 ... 4 dB szignálcsökkenéshez jutunk, ami valójában a fellépő polarizációs jelenségektől független lesz. Tehát a különbséget ennyivel kell pótolni adó oldalon.

Nézzük meg a vételi oldalt! Jelentős zajtöbblettel találjuk magunkat szemben! Itt az első pillanatra semmilyen megoldás sincs, azonban a ma létező előerősítők közül viszonylag olcsón lehet hozzájutni 0,2 dB zajúakhoz. (A cikk írásakor a W2ODO típusú előerősítő ára 100 USA dollár alatt van.). Azonban akinek nincs lehetősége nagyon alacsony zajszámú előerősítőt beszerezni, az jobban teszi, ha bele se fog az egészbe.

Igaz, itt még valamit nem szabad szem elől téveszteni. Mi lesz akkor, ha mindkét oldalon cirkuláris polarizáció van? Ha az antennák ellenétes csavarban vannak, akkor a csillapítás 100 dB, vagyis észre se veszik egymást! Természetesen ezt meg lehet előre beszélni és egységesíteni lehet a polarizációs csavarment irányát, ami részben már meg is van. Olyan megoldás is létezik, hogy egyszerű koaxiális relé vagy esetleg félvezető dióda kapcsolja a cirkuláris polarizáció menetének irányát. Az ideális cirkulárisan polarizált Helix-típusú antenna mechanikai megoldása a 2 m-es sávban, valamint ezen antenna optimalizációja a jövő feladata.

Említésre méltó még az is, hogyan viselkedik egy ilyen antennarendszer a mindenféle zavar tekintetében túlszű-

folt városi környezetben? A zavar szint elvárható csökkenése a fele vagy valamivel kevesebb mint a fele lesz egy lineárisan polarizált ugyanilyen csoport-hoz viszonyítva. Ugyanez vonatkozik az általunk okozott TVI-zavarokra is, tekintettel a cirkuláris polarizációra.

Mindenesetre az itt leírt fogalmak megmaradnak bármilyen kiválasztott antennára és antennarendszerre abban az esetben is, ha az ún. ál-cirkulációt tekintjük megoldásnak. Ez esetben azonban nem szabad szem elől téveszteni azt, hogy ilyen esetben a polarizációnk megmarad lineárisnak vagyis az antenna nem cirkulárisan polarizált.

3.4. Ál-cirkuláció

Ez a megoldás tulajdonképpen nem cirkuláris polarizációt használ, bár az első pillanatban, kinézésre, egy cirkulárisan polarizált kereszt-kiépítésű antenna áll a szemünk előtt. Tehát egy boomon 2 lineárisan felépített antenna van, melyek kapcsolóval (koaxrelé vagy félvezető eszköz) egyenként kerülnek bekapcsolásra. Az antenna polarizációja mindkét esetben megmarad lineárisnak, csak a kapcsolás manipulációjával változtatjuk a polarizációs síkot. Valójában ez a félút egy cirkulárisan polarizált antenna felé. Itt minden eddig tárgyalt probléma, ami a cirkuláris rendszer kialakításában mutatkozik, megmarad. Bármikor csak egy negyedhullámú csont beépítésével (vagy ennek kivételével) a rendszer polarizációs mi-volta cserélhető.

Vegyünk egy bármely síkban levő lineárisan polarizált antennát, vizsgáljuk meg, mi történik akkor, ha a vett jel polarizációja eltér az antenna beállított síkjától!

$$E = 20 \cdot \log(\cos \varphi),$$

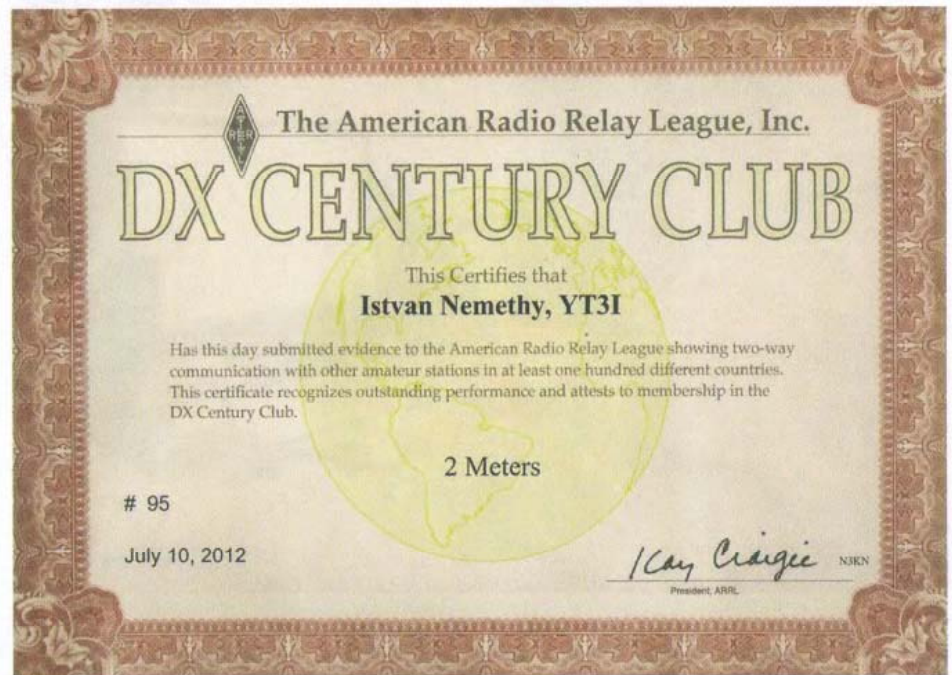
ahol az E a vett jel gyengülése dB-ben, a φ szög az antenna síkja és a vett jel síkja közötti különbség. Ez egy igen leegyszerűsített képlet, mely kb. 75°-ig azonban pontos, ti. 90°-nál az eltérés ezek szerint végtelenül nagy adódna, ami azonban a mérések és bonyolultabb képlet alkalmazásával csak 20 dB. Vagyis 45°-ra adódik a 3 dB. Ennek a jelentősége abban rejlik, hogy ha az egyik antennánál – két antennát használunk, melyek egymásra 90°-ban vannak felszerelve ugyanarra a boomra –, a vett jel eltérése 45°-kal nagyobb vagy kisebb, akkor a vett jel 3 dB-t ingadozik, ha pedig az eltérés ennél nagyobb,

paralel kommunikáció (ha van!) estében jönnek erre rá. Amennyiben csak az egyik állomás, vagy az „A”, vagy a „B” cirkuláris polarizációt használ, erre semmi szükség, mert az az állomás melynek cirkuláris polarizációja van automatikusan jól veszi a másikat, anélkül hogy bármely optimális rotáció kellene. Az az állomás pedig, amely lineáris polarizációt alkalmaz, úgyszólván minden ingadozás nélkül mindig veszi a cirkulárisan polarizált adást, függetlenül attól, milyen is lenne az optimális polarizáció iránya.

Cikkemmel nem volt céloom bárkit is arra ösztökélni, hogy építsen cirkulárisan polarizált antennacsoportot vagy sem. Céloom csupán annyi volt, hogy betekintést adjak e polarizáció adta lehetőségeibe. Ismertetve annak lényegét, lehetőleg minél egyszerűbb módon. Amennyiben nem rendelkezünk a 2 m-es sávban megfelelő adó kimenőfokozattal, mely legalább 1 kW-ot vagy annál még többet produkál, és a vevő előerősítőnk zajszáma nincsen legalább 0,2 dB alatt, továbbá természetesen igen jó koaxiális kábelekkel sem, akkor jobb ha bele se fogunk egy ilyen vagy ennél jóval nagyobb antennarend-

szer építésébe! Azonban sokakat bízta- tok arra, hogy fogjanak hozzá és eleinte ilyen típusú antennát használják úgy, hogy megmaradjon a lineáris polaritás is, melyet kézi vezérléssel válthatnak

vagy horizontálisra vagy vertikálisra. A munka nem lesz olyan kényelmes, mint egy valódi cirkulárisan polarizált rend- szerrel, de így is jelentős járulékos si- kerre számíthatunk!



Pista old man ritka szép diplomája



»PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája« »PIC programozás C nyelven«

Dr. KÓNYA LÁSZLÓ – KOPJÁK JÓZSEF

„A harmadik kiadásban nem kevesebbre vállalkozunk, mint az olvasó számára kellő támaszt adni a hatalmasra bővülő PIC paletta használatához. ... A magas szintű programozási nyelvek használatát ma már nem lehet megkerülni, emiatt kiemelt hangsúlyt fektettünk a C programozási nyelvet elsajátítani szándékozó olvasók igényének kielégítésére.”

A könyvhöz CD melléklet is jár, melyen sok hasznos információ mellett teljes terjedelmében megtalálható a könyv második kiadása is.

400 oldal, B5 méret. Ára: 6590 Ft

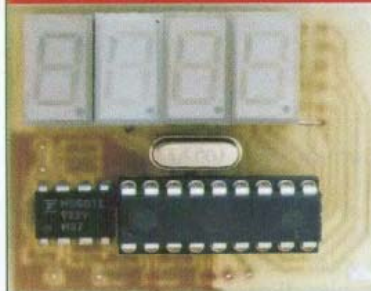
A könyv megvásárolható, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhető a [HAM-bazártól](#): Budapest XIII., Dagály u. 11. l. em. 130.

Budapest, Pf. 603 H-1374 239-4932/36, 239-4933/36 hambazar@radiovilag.hu

»GDO frekvenciamérő«
up ... 1 GHz

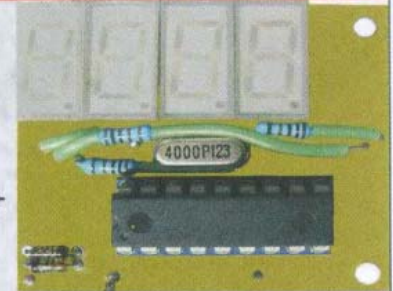
Frekvencia?

»Mikrohullámú fr.mérő«
up ... 6 GHz



A GDO fr.mérő (cikk: RT ÉK 2008) csak kitben kapható, melynek tartalma: felprogramozott PIC + előosztó IC + 4 MHz-es kvarc + 4 db LED-kijelző + nyákpanel.

A Mikrohullámú fr.mérő (cikk: RT 2011/7-8) kitjének tartalma: felprogramozott PIC + előosztó szintézer IC + 4 MHz-es kvarc + 4 db LED-kijelző + nyákpanel. Jelenleg csak működő, szerelt kivitelben kapható!



4 digit 5 V 43 x 38 mm

www.radiovilag.hu hambazar@radiovilag.hu

4 digit 5 V 43 x 38 mm

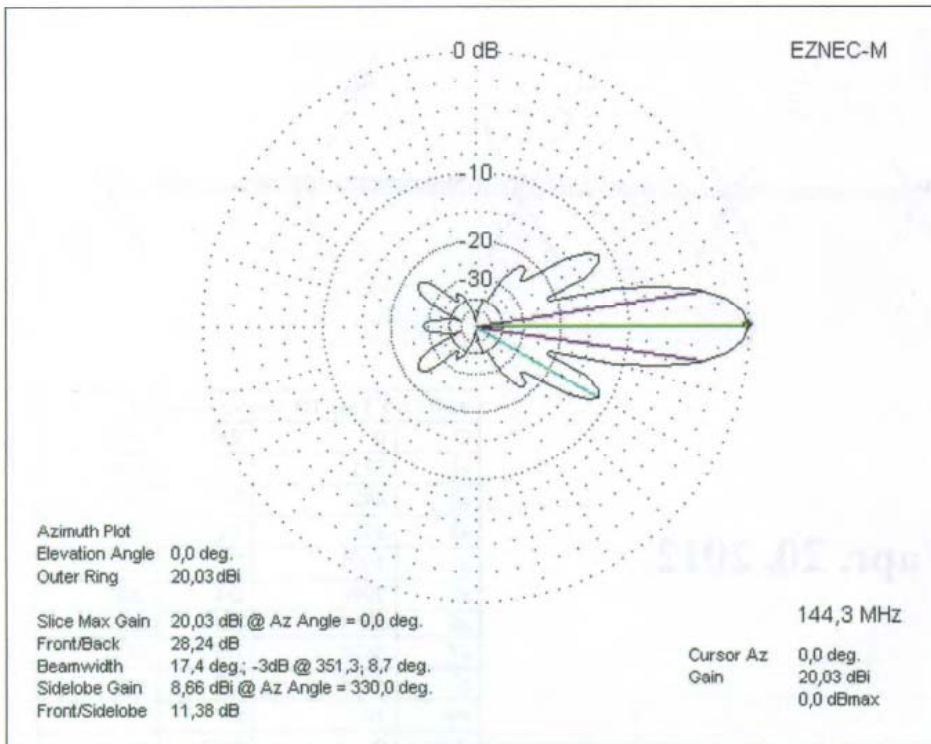
3.990 Ft kitben

Meg kell mérni!

(5.990 Ft kitben)

1374 Bpest., Pf. 603 239-4932/36 m. 239-4933/36 m.

9.990 Ft összeszerelve



3. ábra. Az X4YT3I0209 iránykarakteristikája

szerkezet „H” tartója ez esetben legkevésbé befolyásolja az antennák működését. Tekintettel az antenna egyedi Q-faktorára, mely eleve alacsony, számításba jöhet még az is, hogy az egyik antenna a horizonthoz viszonyítva horizontális, a másik antenna, amely ugyanazon a boomon van, pedig vertikális a horizonthoz képest. Ez azonban tudatosan kisebb nagyobb iránykarakterisztika-változást idéz elő, illetve rontja az antenna paramétereit. Egy ilyen mini (ál)cirkuláris polarizációval rendelkező antennát célszerű úgy használni, hogy egy koaxiális antenna-átkapcsoló jelfogóval, kézzel vezérelve, szükség szerint váltjuk a polarizációt.

Amint látható, az antenna állóhullámaránya kb. 144,300 MHz-en a legjobb (4. ábra). Tekintettel az igen alacsony Q-faktorra, a környezeti hatások kevésbé fogják az SWR értéket befolyásolni.

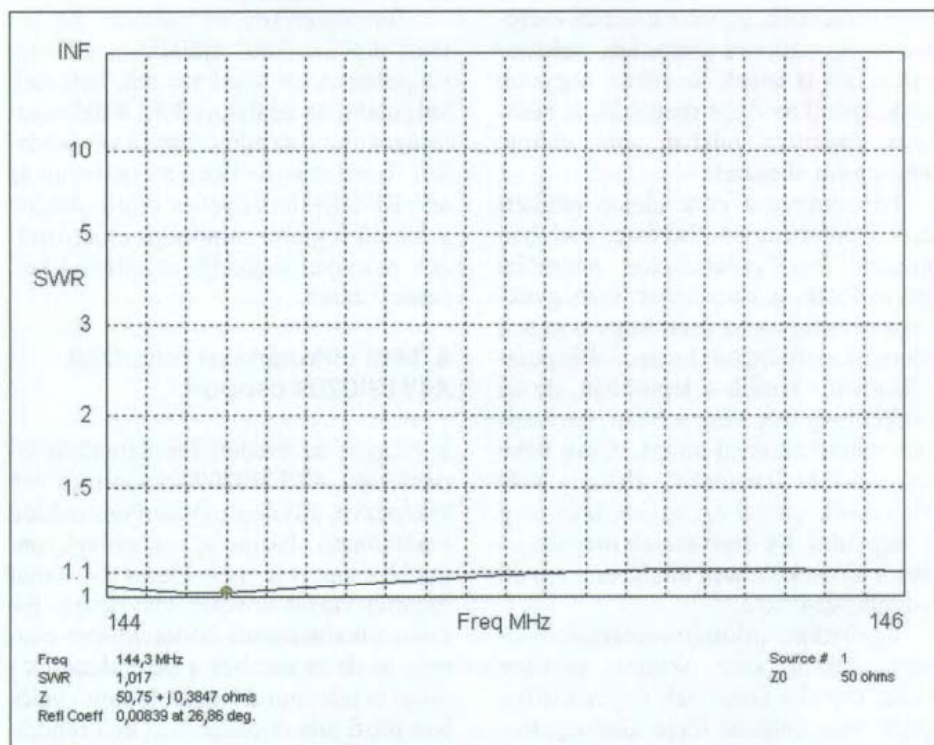
Azonban számolhatunk ez okból való némi eltolódásra kb. 144,100... 144,150 MHz közé, vagyis az EME-munkára szánt frekvenciákra. Ennek valójában nincs is nagy jelentősége, mivel az SWR sehol sem nagyobb 1:1,11-től. Tehát alkalmas marad az egész sávban való forgalmazásra, ha bármely okból kifolyólag erre szükség mutatkozna. (Érdekes lenne az MS és FAI tanulmányozása is ilyen antennával, melyről eddig csak sejtéseink vannak.)

5. Összefoglalás

Nagymértékben kiküszöbölődnek egyes, a polarizációs töredezettségből adódó jelenségek, melyek különben ritkán fordulnak elő, amennyiben valódi és ideálisan cirkulált polarizációt alkalmazunk. Dacára annak, hogy tudatában vagyunk annak, hogy a jelek síkjához

viszonyítva jóval a fele alatt vannak (de ez a sík változó!), mi azt észleljük, hogy a jelek állandóak és átlagban valóban erősebbek, mintha ez a valóság nem is létezne. Ez a jelenség úgy is magyarázható, hogy hosszabb időintervallumban egyes esetekben a jelek statisztikai átlagban nagyobbak is lehetnek, ami a cirkuláris polarizáció használatát indokolhatja, hiszen a másik megoldás az lenne, ha a lineárisan polarizált jeleket vennénk továbbra is, de az antennánkat (antennáinkat) a boom tengelyében forgatnánk úgy, hogy mindig abban a síkban vegye a jeleket, ahol maximumot észlel. Az ilyen megoldás mechanikailag körülményes, de talán még megoldható lenne valahogyan. A kérdés azonban az, hogy ki „intézi” ezt a forgatást és milyen alapon, hiszen a polarizációs sík állandóan változik, kisebb vagy nagyobb ütemben. Ennek egyszerű megoldása az lehet, ha kapcsolóval és koaxiális relékkel (vagy diódákkal) váltjuk hol az egyik, hol a másik antennát.

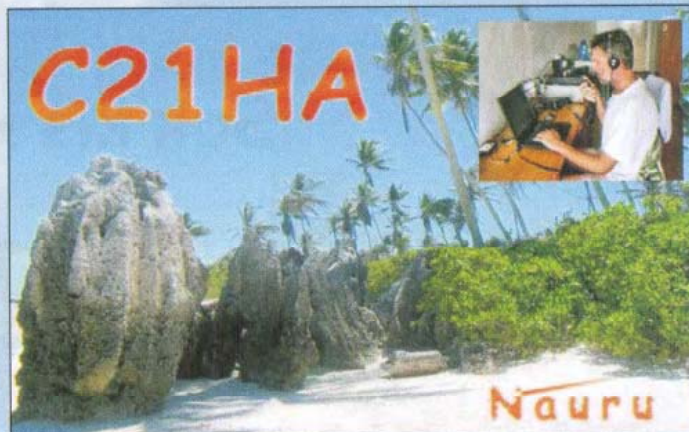
Amennyiben ezen utóbbi megoldást alkalmazzuk felfigyelhetünk egy érdekes jelenségre: Tegyük fel, hogy az „A” állomás és a „B” állomás a Hold-visszaverődéses (EME) összeköttetése úgy valósul meg legjobban, ha mindkét állomás ellentétes lineáris polarizációval ad és vesz jeleket. Ez nem mindig van így, de ha jelentkezik, akkor csak egy jó idő eltelte után, kellő



4. ábra. Az X4YT3I0209 állóhullámarány diagramja



A Művészetek Völgye rendezvényen, Taliándörögdön ismerkedtünk meg Sándor atyával (ex op HA3KNE), aki jelenleg a környékbeli falvak plébánosa. Természetesen hosszabb beszélgetésbe elegyedtünk vele, akinek eredeti szakmája villanyszerelő. A mai napig nagy szeretettel gondolt rádiós éveire, melyeket Dombóváron, a HA3KNE hívójelű állomás operátoraként töltött, iránymérő versenyeket nyert, lelkesen barkácsolt. Érdeklődése a technika újdonságai iránt továbbra is lankadatlan, a helyi rádió szerkesztője, műsorvezetője, de kedvenc területe továbbra is a tranzisztorok világa maradt. Sándor atya az aznapi szentmiséjét, nagy meglepetésünkre, a rádióamatőrökért celebrálta, ennek keretében kitért napjainkban a kommunikáció fontosságára. (Tnx, Sanyi OM!)



Január 11. és február 7-e között két vállalkozó szellemű „expedíció-specialista” jó barát, HA5AO Pista és HA5UK Gyuri ezúttal egy rendkívül egzotikus QTH-ról, Mikronéziából, a Csendes-óceán nyugati medencéjében található, Nauru (OC-031) szigetéről hozta lázba a DX-vadászokat. A fiúk 26 nap alatt 32 392 összeköttetést létesítettek, 160 DXCC-körzettel kommunikáltak. Az alapkészülék ICOM-7000, a végfok Tokyo Hy-Power HL-1.1KFX, az antennapark függőleges spider pole-okból állt, vételre pedig Beverage-antennát használtak. Kíváncsian várjuk, vajon melyik ritka DXCC-körzet meghódítása következik ezután? Míg ezt eldöntik, bizonyára örülnek majd egy-egy „kávészívásnak”; tegyük ezt a <http://ha5ao.novolab.hu> honlapjukon keresztül! (Tnx, Pista, tnx, Gyuri!)



A Budapest Fővárosi Rádióamatőr Klub (www.ha5kdr.hu) innovatív tag-sága folyamatosan fejleszt, alkot, oktat, új projekteket menedzsel. A lelkes csapat immáron két helyszínen tevékenykedik. Gerecse-tetőn működik a versenyállomás, a Svábhegyen, az Ózike utcában található az oktatóbázis. Távlatos terveiket illetően Szentendrén, az Altiszti Akadémiával tárgyalásokat folytatnak egy rádióállomás beindításáról. Ez utóbbi nem meglepő, hiszen a fiúk, HA5CBM, HG5CUT és a többiek ötletgazdái, majd szervezői a minden év augusztusában megrendezésre kerülő „Military Weekend”-eknek. Sok sikert, fiúk!



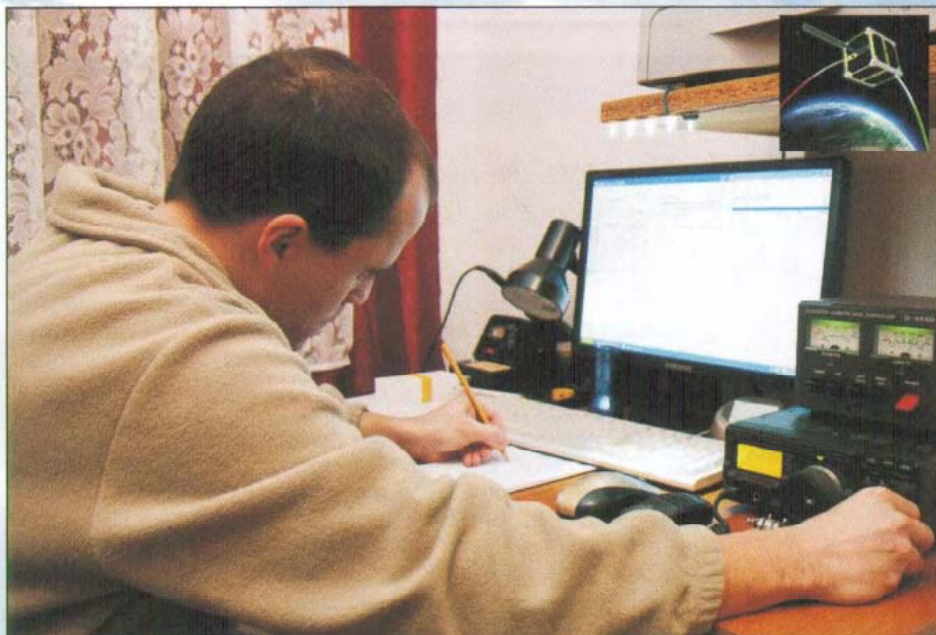
HA7RY Tomi csodaantennája igen hamar nagy népszerűsége tett szert. A „CQ Magazin” (USA) főszerkesztője a júliusi címlapra tette a „mestert” és „alkotását”, mely számban korábbi nagyszerű expedíciójukról szólt Tom. A GardenBeam jól dolgozik szerény magasságból, kiváló mindenképp elött „szigetes” DX expedícióknál, ahol az antennát a víz közelében lehet felállítani. Tomi kerti beamje sikeresen mutatkozott be Friedrichshafenben, a HAM Radion



A Puskás Tivadar Távközlési Technikum Infokommunikációs Szakközépiskola (www.puskas.hu) elődjét, a Magyar Királyi Posta Műszerész Tanonciskolát 1912-ben nyitották meg. A centenárium alkalmából emlékülést és díszelőadást tartottak az iskolában, illetve a Vígyszínházban. A technikum évtizedek óta a magyar rádióamatőr élet egyik kiemelkedő fellegvára, rádióklubja az egyik legjelentősebb az országban. Jól csengenek a HA5KBF, HA5KHC, HG5P, HG5W hívójelék. A centenárium alkalmából a HG1912PTTT hívójelű speciális alkalmi állomás dolgozott. A „Rádiótechnika” októberi és novemberi számában dr. Horváth László Ferenc (HA5PTL) igazgató úr tollából cikk mutatta be a 100 éves Gyáli úti alma matert

CQ de HA... CQ de HG... 2012

Lendvai Klára HA5BA, ha5ba@kispest.hu



Történelmet írt a magyar űrkutatás 2012. február 13-án! A francia guyanai Kourou űrközpontból, magyar idő szerint 11:00 órakor emelkedett a magasba az új európai Vega hordozórakéta első példánya, orrkúpjában kilenc kis műholddal. Köztük az első magyar, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem csapata által fejlesztett 1 dm³-es, 1 kg-os MaSat-1 nevű pikoműholddal! Képünkön HA7WEN Levente (www.ha7wen.hu), a projekt egyik motorja, pályaadatokat rögzít otthonában, Érden. Levente QTH-ja (JN97KJ) a MaSat-1 hivatalos másodlagos földi állomása. A műhold a 437,345 MHz-en sugározza a telemetria jeleket HA5MASAT-ként. Bravó, a csöppség – köszöni – jól van, kommunikál és mintegy 8 km/s sebességgel rendületlenül „spurizik” odafenn!



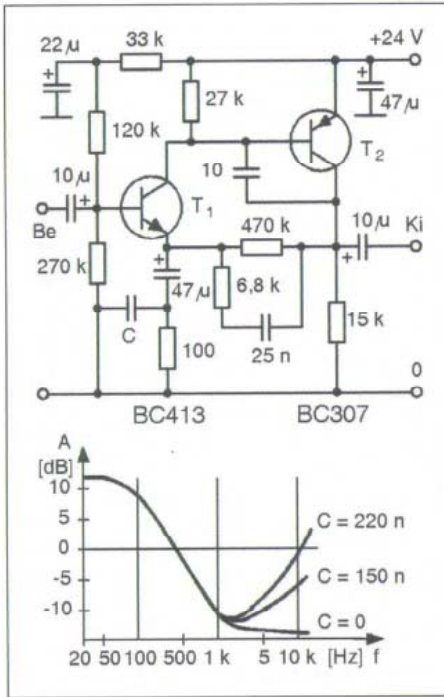
Kis magyar műholdunk égen-földön nagyon aktív. Sok örömet szerzett már rádió-telemetria adataival öt kontinens több száz rádióamatőrre, és reméljük, örök boldogságot szerzett HA5AWY Editnek és HA5CRS Sándornak is. Rádióamatőr-társaink szeptemberben „Amatőr kapcsolást” követték el, azaz összeházasodtak. Természetesen a MaSat-1 jegyében! Edo YL a projekthez szponzorok megnyerésében ténykedett, Sanyi OM az antenarendszer kivitelezésében segédkezett. Szívvel gratulálunk az ifjú „maszatos” párnak!



A rádiózás összeköti a távoli embereket, de szét is választhatja az egymáshoz közel lévőket... Rádiókiállítását bemutató levelében írt erről Kovács Lajos (HG3FK) a Somogy-megyei Zákányból. Ő azon szerencsések közé tartozik, akinek felesége nem néz „görbe szemmel” hobbi-jára. A Lajos és fia gyűjtötte és igen szép kivitelben felújított több tucat régi műsorvevő rádiókészüléket a helyi iskolában állandó kiállításon mutatják be. Látogatók a Petőfi u. 8. alatt jelentkezhetnek vagy a radioamator@free mail.hu címen



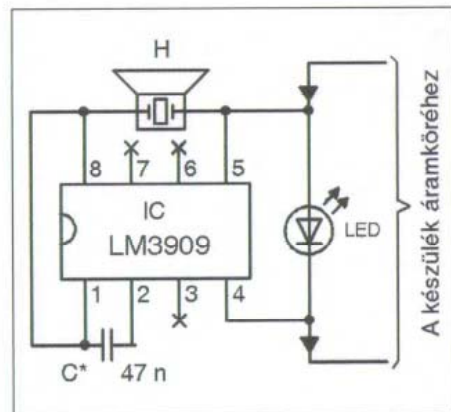
A Magyar Rádióamatőr Szövetség (www.mrasz.hu) 2011-ben szervezte újjá a katasztrófák alkalmával híradást biztosító szolgálatát, melynek vezetésével HA8DH Hegyi Lórándot (képünkön) bízta meg. A Rádióamatőr Készenléti Szolgálat útmutatásokkal és szervezett gyakorlatokkal készül fel a segítségnyújtásra; elsődlegesen a 2 m-es, valamint a 40 és 80 m-es rádióamatőr sávokban, állandó QTH-n és kitelepülve, vezetékcsatlakozás nélküli is. Lóri OM továbbra is várja a szolgálatba jelentkező rádióamatőröket!



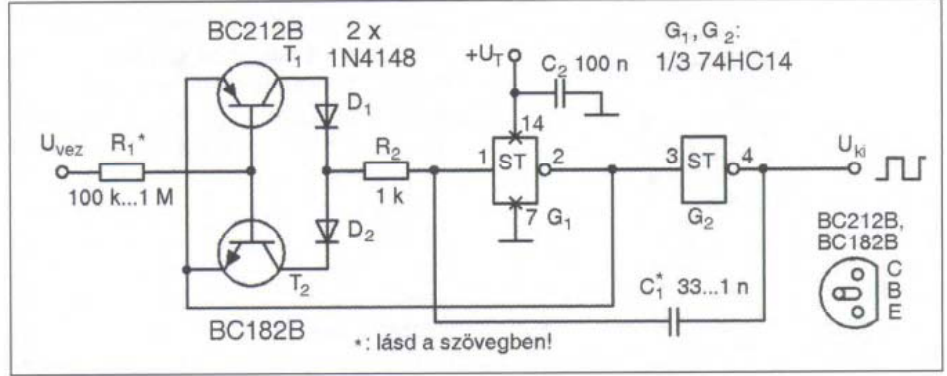
4. ábra

tort is forrasszunk be, a lehető legrövidebb kivezetésekkel. A meglehetősen öreg, de a feladatra jól megfelelő (itt 14-lábú, plasztik tokozású) 709 típusú műveleti erősítő IC az adott tápfeszültség esetén legkevesebb 2 kohmmal terhelhető a kimenetén. (Az IC a HAM-bazárban kapható, 8-lábú, kerek, fémtokozásban, a TESLA gyártmányok típusneve MAA501, MAA502. Ezek bekötése, elől a 14-lábú tok kivezetésszáma áll, a következő: 3 - 1, 4 - 2, 5 - 3, 6 - 4, 9 - 5, 10 - 6, 12 - 8.)

A tekercsek pl. fázékvasmagos kivitelben készíthetők el. Megemlítjük, hogy a vasakon feltüntetett ún. AL-érték egy feltekericselt menet (pontosabban szólva: menetnégyzet) induktivitását jelenti nanohenryben kifejezve.



5. ábra



6. ábra

Előerősítő magnófejhez

Kis torzítású és kis zajú előerősítőt építhetünk magnetofon lejátszófejéhez, amelynek pl. old timer hangszalagos visszhangosító készítésénél/javításakor vehetjük hasznát (4. ábra).

Az előerősítő áramfelvétele kb. 1,6 mA, feszültségerősítése 1 kHz-en 300-szoros, névleges bemeneti ellenállása 90 kohm. Az áramkör kimenetét legkevesebb néhány száz 10 kohm terhelje.

A kapcsolás átviteli karakterisztikáját a frekvencia függvényében az ábrarészlet szemlélteti. A vonatkozási szint (a 0 dB) a 330 Hz-en mérhető erősítés. A C kondenzátorral a kb. 2 kHz feletti tartományban változtatható a frekvenciamenet. A végcél az, hogy a magasemeléssel készült felvétel, valamint a lejátszófej és az előerősítőnk együtt egyenes (vízszintes) átviteli jelleggörbét szolgáltatassanak.

Hangos LED

Gyakori, hogy egy készülék, műszer veszélyes üzemállapotára figyelmeztető LED-jelzését nem vesszük észre, mert figyelmünket éppen máshova kell irányítanunk. Megoldást jelentene egy, a LED aktiválódásakor megszólaló hangjelzés, de az ehhez szükséges áramkör utólagos beépítése, tápfeszültségének és vezérlőjelének biztosítása többnyire komoly problémát okoz.

A 5. ábra szerinti kapcsolás elegánsan oldja meg a fenti feladatot. A mindössze három alkatrészéből (a nyolclábú, kisméretű IC-ből, a H piezokerámia sugárzóból és a hangjelzés frekvenciáját meghatározó kondenzátorból) álló egyszerű áramkör helyfoglalása kicsi. A működéséhez szükséges csekély energiát pedig az eredeti LED-et meghajtó áramkörből veszi. Az LM3909 működéséhez a világító diódán eső 1,6 V körüli feszültség bőven elegendő.

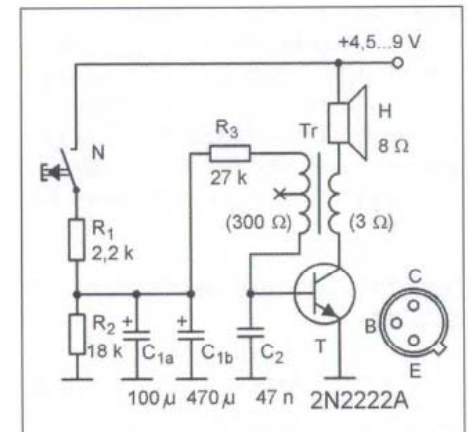
A C kondenzátor értékét célszerű úgy megválasztani, hogy az IC által keltett frekvencia megegyezzen a sugárzó rezonanciafrekvenciájával, mert ezzel érhető el a legnagyobb hangerő.

PWM – igen alacsony tápfeszültséggel

A 6. ábrán bemutatott impulzusszélesség-modulátor még 1 V körüli tápfeszültséggel is üzemel! (U_T maximális értéke: 7 V.) Meglepő bár, de igaz, hogy az $U_{T \min} = 2$ V-ban megszabott tápfeszültségű, 74HC14 típusú CMOS Schmitt-trigger 1 V-on is kifogástalanul működik.

A T1, T2 komplementer pár végzi a C1 töltését/kisütését. Kiindulásként tetelezzük fel, hogy G2 kimenete alacsony, G1-é pedig magas szinten van! Ekkor T1 vezet, C1 pedig töltődni kezd. Amikor G1 bemenete eléri az $U_T/2$ szintet, a kapuk kimenete ellenkező szintre vált, T1 lezár, T2 kinyit és C1 elkezd kisülni. Ez addig tart, amíg G1 bemeneti szintje le nem csökken az alsó kapcsolási küszöbszintig, ennél a pontnál a leírt folyamat előlről kezdődik.

A töltési/kisütési idők aránya a tranzistorok báziskörü előfeszítésétől függ.



7. ábra

Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk első (1990. júniusi) számától igen nagy népszerűségnek örvendett az abban rendszeresen jelentkező „skk - sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó - Egy újszülöttnek minden vice új! - elektronikabeli variánsa is igaz.

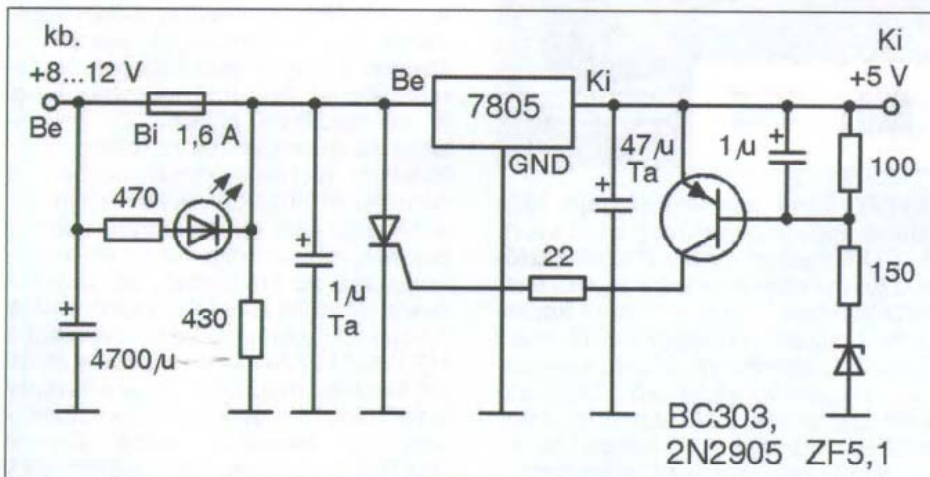
Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

Túlfeszültség-védelem

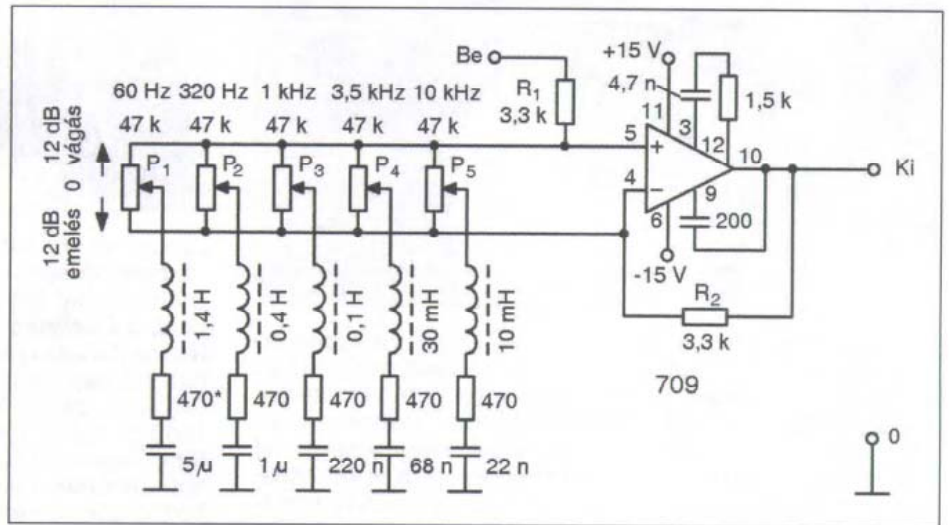
A stabilizált feszültséggel táplált rendszerekben komoly meghibásodásokat okozhat, ha pl. a soros áteresztőtranzisztor zárlatossá válik. A bemeneti pufferfeszültség kimenetre jutása egy egyszerű tirisztoros - tranzisztoros védőáramkörrel megakadályozható (1. ábra).

Amennyiben a névlegesen 5 V-os kimenet feszültsége kb. 5,7 V-ra emelkedik, akkor a tranzisztor EB-átmenete és a Z-dióda nyitnak. A meginduló kollektoráram begyűjtja a tirisztort, így tehát az olvadóbiztosító igen gyorsan kiold, s egyben a stabilizátort lekapcsolja a bemenetről. A kioldást a LED világítása jelzi.

A tirisztor az adott példában pl. KT206/200 típusú lehet. A KT505-ös is használható, a maga csupán 1 A-es folyamatos áramával, mert a biztosíték kiolvasztásához szükséges ideig elvisel nagyobb értékű, nem tartós áramlökést.



1. ábra



2. ábra

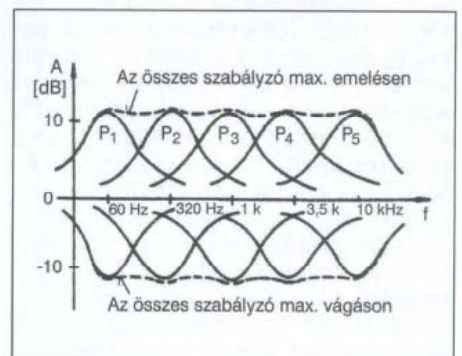
Ötsávós hangszínszabályozó

Hangrendszerek teljes frekvenciaátviteli tartományát résztartományokra (sávokra) bontva, s azok szintjét külön-külön szabályozva, érdekes hanghatások érhetők el. Például egyes zeneszerszámok hangja kiemelhető vagy éppen ellenkezőleg, elnyomható. Szobahangerejű zenéből az emberi beszéd néhány száz hertztől néhány kilohertzig terjedő frekvenciatartományával megegyező sávot kiszűrve („kivágva”), a muzsika mellett nyugodtan, zavartalanul beszélgethetünk (ún. intim szűrés). E feladatokra is alkalmas a 2. ábra áramköre.

Az áramkör erősítését az egyes frekvenciasávokban a P1 ... P5 potenci-

ométerekkel változtathatjuk. Ezek mindegyikének középpállása esetén az erősítés kb. 1, azaz 0 dB. A potenciométerek rajz szerinti alsó csúszkaállásában az erősítés 60 Hz és 10 kHz között mintegy 12 dB. A felső csúszkaállások esetén az erősítés -12 dB. Más csúszkaállások esetén az erősítés frekvenciamentét a 3. ábra szemlélteti. Például a P2 potenciométerrel 320 Hz közepes frekvencián, s ennek környezetében állítható be az átvitel (a vágás vagy az emelés) mértéke, jó közelítéssel a többi potenciométertől, ill. az azok által beállított frekvenciától függetlenül.

A csillaggal jelölt ellenállást úgy válasszuk meg, hogy az 1,4 H induktivitású tekercs valós (egyenáramú) ellenállásával együtt, sorosan 470 ohmot eredményezzenek. Az IC táplálbái közé egy kb. 100 nF-os kerámiakondenzá-



3. ábra

Mi csak erősödünk,
az árunk meg gyengül!



ÚJ akkuárak a HAM-bazárban!

200 mAh-s	6F22- (9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	1900 Ft/db
220 mAh-s	6F22-(9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	2000 Ft/db
1000 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	500 Ft/db
1500 mAh-s	AA-méretű, <u>forrfüles</u>	NiMH akku	500 Ft/db
2000 mAh-s	AA-méretű, <u>forrfüles</u>	NiMH akku	750 Ft/db
2200 mAh-s	AA eneready	NiMH akku	600 Ft/db
2400 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	700 Ft/db
2600 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	800 Ft/db

(áfas árak)

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

**NE SOKAT ELEMESZEN,
INKÁBB AKKUSZON!**

9

UNIVERZÁLIS távvezérlők - mert soha nincs kéznél...



URC20

- 6 készüléket vezérelhet:
TV1-TV2-VCR-SAT-CBL és HIFI
- több száz világmárka, több ezer készülékének alapfunkcióit tudja
- nem felejtő memória az elemcseréhez
- 2 x AAA elemmel működik

csak **990 Ft**

URC21

- 8 készüléket vezérelhet:
TV1-TV2-VCR1-VCR2-SAT-CBL-HIFI és DVD
- több száz világmárka, több ezer készülékének alapfunkcióit tudja
- nem felejtő memória az elemcseréhez
- 2 x AAA elemmel működik

csak **1290 Ft**



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

MB-25 860



2.190 Ft

Elem- és akkuteszter a MAXWELL-től

A különféle hordozható elektronikus készülékeket a közismert mikró (AAA), ceruza (AA), bébi (C), góliát (D), 9 V-os (6F22) stílusú szárazelemek vagy akkumulátorok, illetve a különféle típusú gombelemek (pl. LR44, CR2025, CR2032 stb.) táplálják.

A digitális multimétereiről ismert MAXWELL cég MB-25 860 típusjelzéssel hozta forgalomba a foton látható, ténylegbe illő méretű, digitális kijelzésű elem- és akkuteszterét. A készülék ügyes kialakítású karos mérőkapcsának köszönhetően könnyen vizsgálhatók a legkisebb gombcellák (pl. karóraelemek) és akár a góliát vagy a patentkapcsos kivezetésű 9 V-os zsebrádiótelepek is. Egy to-lókapcsolóval választhatóan kis (L), közepes (M) és nagy (H) áramterhelés mellett vizsgálhatók a különféle kapacitású elemek. A kevésbé rutinos felhasználókat a megfelelő terhelőáram-érték ki-választásában a készülék hátlapjára nyomtatott táblázat segíti. Eszerint például az 1,2 V-os (NiCd, NiMH akku) vagy 1,5 V-os (szá-razelem) bébi vagy góliát cellákra a H kapcsolóállásban kb. 75 mA-

es terhelőáramot kényszerít a műszer. Az LCD-jéről ekkor leolvasható a kapacitásváltozás már valóban jól utal a cella töltöttségi/fáradtsági állapotára. A készülék digitális voltmérője a gépkocsi riasztókba való 12 V-os mini rúdelemek (23A, 27A) vizsgálatát is lehetővé teszi, L állásban, kb. 20 mA-es terhelés mellett.

Ne feledjük! A különféle akkuknak kisebb nagyobb mértékű önkisülése is van, ez normális jelenség. Például egy teljesen feltöltött NiMH akku több hónapos állásban a töltöttsége több 10%-át is elveszítheti! Az akkuteszterrel könnyen és gyorsan ellenőrizhetők a feltöltött(nek hit) akkucellák.

A MAXWELL MB-25 860 típusú elem-/akkutesztert a HAM-bazár forgalmazza (www.radiovilag.hu).

2

Audiofil erősítők építése 2.



ÁGOSTON LAJOS:

Audiofil erősítők építése 2. Előerősítők, fejhallgató erősítők

Az audiofil körökben közismert szerző ezen legújabb könyvében - az első kötethez hasonlóan - megépített és jól bevált elektroncsöves és félvezetős áramköröket ismertet, nyomtatási rajzokkal és fotókkal illusztrált gyakorlati megközelítésben.

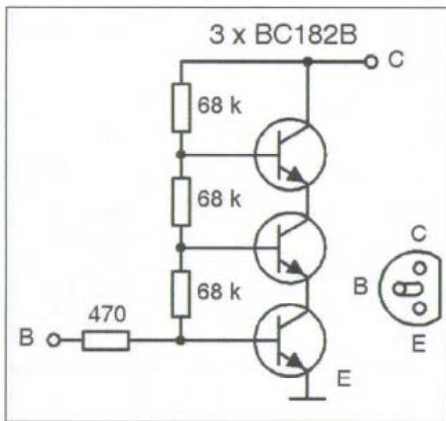
A kötet főbb tématerületei: Jelkondicionálók, előerősítők; Csöves és félvezetős RIAA-korrek-torok; Néhány fejhallgatómárka; Csöves és félvezetős fejhallgató erősítők.

216 oldal, B5 méret. Ára: **4950 Ft** (+ postaköltség).

A könyv postai utánvétellel megrendelhető:

hambazar@radiovilag.hu 1374 Bp., Pf. 603
(+36 1) 239-4932/36 m. (+36 1) 239-4933/36 m. www.radiovilag.hu

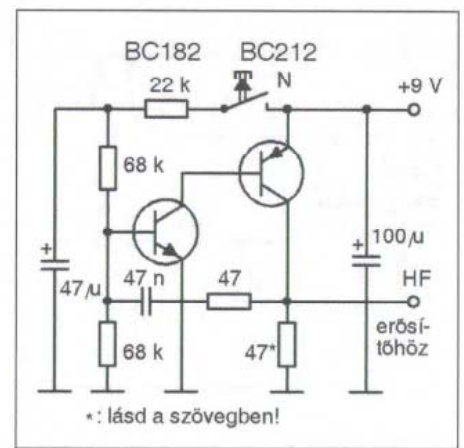
2



8. ábra

szükségű, kisteljesítményű tranzisztor. A 8. ábra egyszerű megoldást ad arra, hogyan helyettesíthető egy 150 V-os tranzisztor három, egyenként kb. 50 V feszültségtűrésű, minden amatőrnél megtalálható típussal.

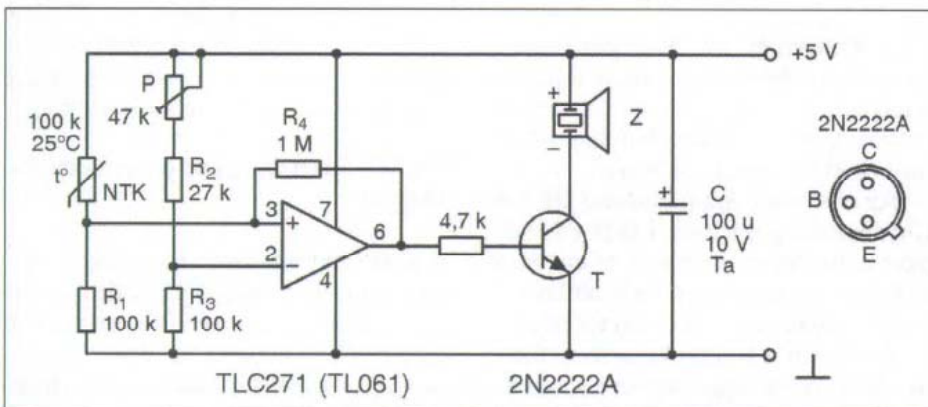
A három tranzisztoron az egyenletes feszültségeloszlást a bázisköri ellenállások biztosítja. Sajnos, a megadott ellenállások az ekvivalens tranzisztor számára eléggé nagy visszarámot okoznak. Az ellenállások értékének növelésével ez a hatás csökken, viszont az emitter-kollektor közötti telítési feszültség a 8 V-ot is meghaladja.



10. ábra

veleti erősítő, mint komparátor bemeneteihez csatlakozik. A híd egyensúlyát egy meghatározott hőmérsékleten - pl. 70 °C-on - a P trimmerrel lehet beállítani. Mindaddig, amíg az NTK-ellenállás (termisztor) hőmérséklete ez alatt marad, a hidatlóban olyan polaritású feszültség keletkezik, amely az OPA kimeneti szintjét a 0 közelében tartja. Ha a processzor - amelyre a termisztort felerősítjük - tokhőmérséklete meghaladja a beállított értéket, a komparátor kimenete +5 V közelébe vált. Ettől a T tranzisztor telítésbe vezérlődik, a Z zümmer kivezetése közel földpotenciálra kerül és az megszólal.

A beállítást célszerű 60 ... 70 °C-ra melegített szilikonolajba mártott termisztorral végezni. A trimmert úgy állítjuk be, hogy a sípoló hang éppen elhallgasson. A 100 kohm/25 °C-os NTK helyett bármilyen, 10 kohm ... 1 Mohm közötti ellenállású típus megfelel, ha a híd többi elemét is arányos mértékben módosítjuk.



9. ábra

Utóbbi az U_{vez} feszültség hozza létre R1-en keresztül, így jön létre a PWM. U_{vez} minimális értéke 0,7 V, a maximális $U_T - 0,7$ V, a kitöltési tényező értéke pedig 0,1%...99,9% között változhat.

Az impulzusgenerátor frekvenciáját C1-gyel, a bemeneti érzékenységet R1-gyel állíthatjuk be.

Egytranzisztoros sziréna

A talán legegyszerűbb, szirénahangot előállító áramkört mutatjuk be a 7. ábrán. Alapja egy blocking jellegű hangfrekvenciás oszcillátor, egy zsebrádió kimenőtrafójával a visszacsatoló ágba. A szirénára jellemző, periodikus frekvenciaváltozást az R1, C2 tag eredményezi. A megadott elemértékekkel a szirénázás periódusideje kb. 1,3 s. (Ha a rezgés nem indul be, akkor cseréljük fel az egyik tekercs kivezetéseinek bekapcsolását!)

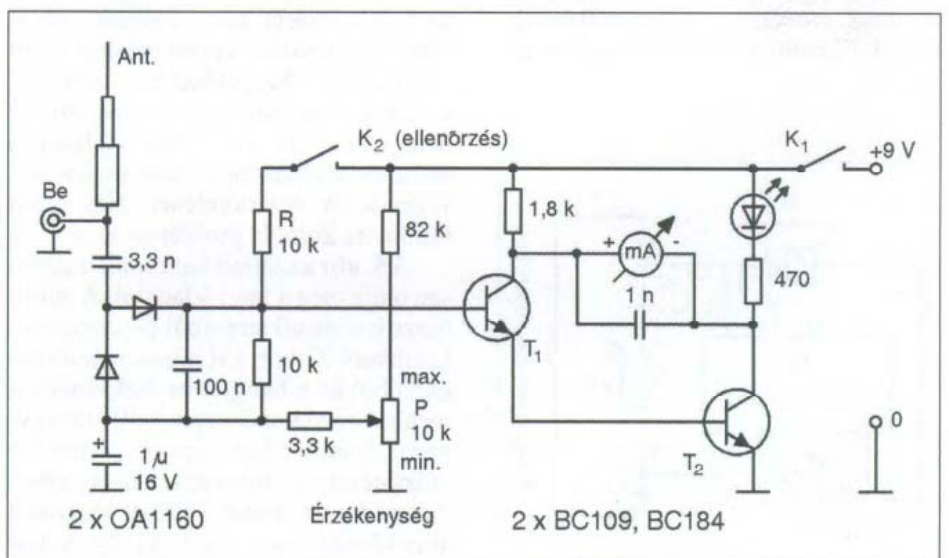
Nagyfeszültségű tranzisztor-házilag

Egy kísérleti kapcsolás összeállításakor vagy éppen egy készülék javítása során előfordulhat, hogy nincs kéznél az adott pozícióba beépítendő nagyfe-

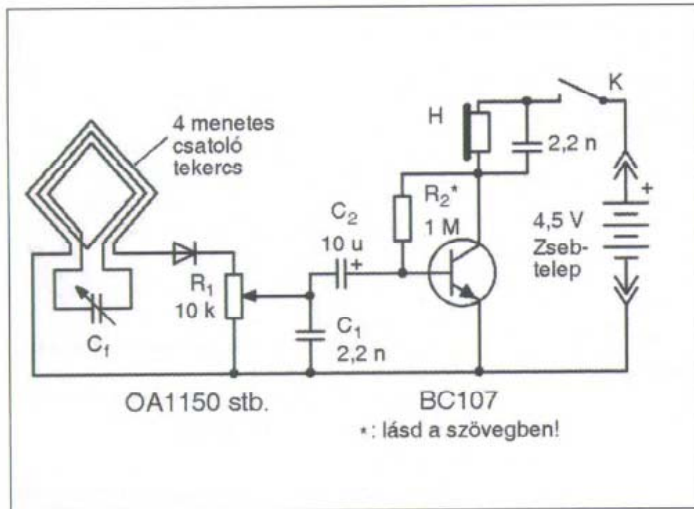
Hőriadó az AT-ben

Ha a számítógép CPU-hőmérsékletének kijelzésére nincs szükségünk, hanem elegendő csupán egy akusztikus riasztás, akkor a 9. ábrán bemutatott kapcsolás alkalmas erre a feladatra.

Az áramkör alapja az NTK - R2 - P - R1 - R3 ellenálláshíd, amely az IC, pozitív visszacsatolással (R4) ellátott mű-



11. ábra



14. ábra

sok jelének vételére s egyben szétválasztására is szolgál. Forgókondenzátorként 300 ... 500 pF közötti végkapacitású (lehetőleg légszigetelésű) szükséges. A demodulátor egy egyszerű germániumdióda (OA..., AA..., D9 orosz). Ez, valamint az R1 munkaellenállás (egyben hangerő-szabályozó potenciométer) és a C1 kondenzátor az antenna 4-menetes kicsatolótekerescséről nyert rádiófrekvenciás jelből leválasztják a hangjelet, azaz a műsort.

A hangjel a C2-n át a BC107 (BC182B, BC547C, BC549C stb.) típusú tranzisztorral felépített erősítőre jut. A tranzisztor kollektorkörében egy néhányszor száz ohmos, de még inkább egy 2-4 kohmos ellenállású fejhallgató üzemel.

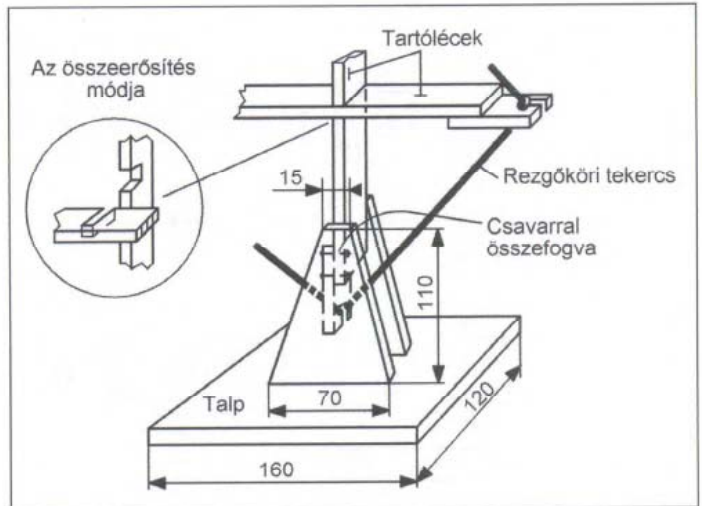
A csillaggal jelölt R2 ellenállás értékét úgy változtassuk, hogy a kollektor egyenfeszültsége a tápfeszültség (4,5 V) kb. felére álljon be.

A keretantenna elkészítéséhez nyújt segítséget a 15. ábra vázlatrajza. A keret átlóit 1-1 db, kb. 1-1 m hosszú lécek képezi, a talp szintén fából készül. A lécek végeihez összesen 4 db bakelit vagy plexi szigetelőlemezt erősítünk, s ebbe helyezük a keretantenna vezetékcsálait. A huzal 0,2 ... 0,5 mm közötti átmérőjű, ha lehet, sodrott litze-huzalt alkalmazunk!

Hangkorrektor lemezjátszóhoz

Műveleti erősítő IC-k alkalmazásával jó minőségű, kis zavarérzékenységű előerősítő és korrektor építhető lemezjátszóhoz. A kapcsolási rajzot a 16. ábra szemlélteti.

A dinamikus hangszedő mindkét (sztereo esetén természetesen négy) ki-



15. ábra

vezetését erenként külön-külön árnyékolva kábellel vezetjük az erősítő szimmetrikus bemenetéhez. A bemeneti impedancia $22 \text{ kohm} + 22 \text{ kohm} = 44 \text{ kohm}$, amely jól közelíti a legtöbb dinamikus hangszedőre javasolt 47 kohmos értéket.

Az első IC kiszajú, pl. $\mu A739$, TL071 típusú. Lineáris frekvenciamenet mellett a feszültségerősítése 33 dB. A második fokozat megépíthető pl. $\mu A741$ (TL071) vagy $\mu A747$ stb. típusal is. Ez alakítja ki a lemezjátszó-hangszedőkhöz szükséges erősítő-frekvenciamenetet. (Mélyemelés és magasvágás az ún. RIAA-jelleggörbe szerint.)

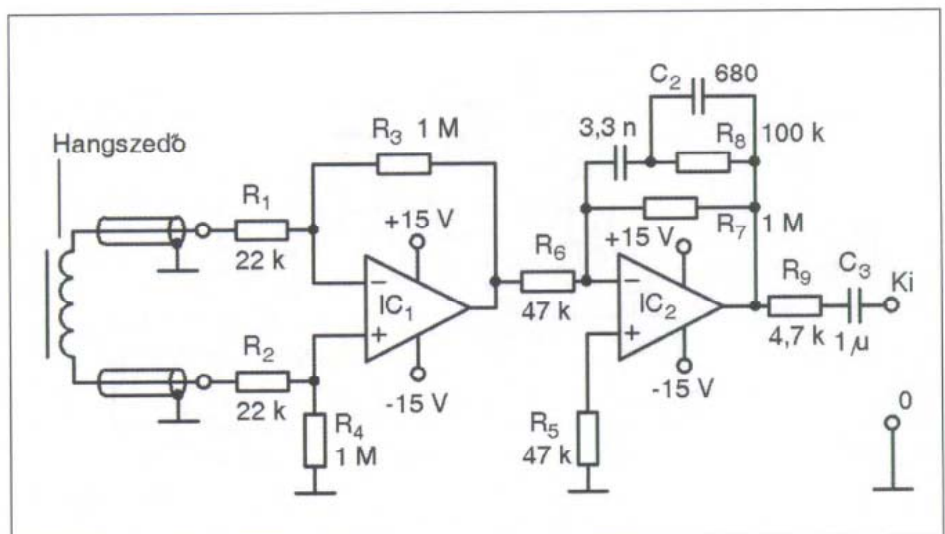
A szükséges minimálisnál jóval nagyobb, szimmetrikus tápfeszültség (a testponthoz képest -15 V és +15 V) kelendő kivezrlés-tartalékokat biztosít a jelcsúcok (pl. fortisszimók, erős dobbeütések stb.) torzítatlan átvitele érdekében.

Villogósorok LED-ekkel

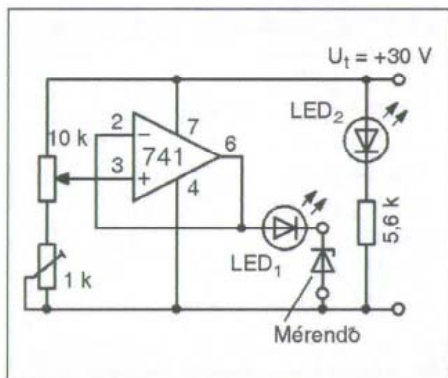
Játékos lakásdísz vagy karácsonyfakészítésként készíthetünk néhány szokványos alkatrész felhasználásával. A 17. ábrán egy-egy LED-sort egy-egy 4011 (vagy 4001) típusú IC hajt meg.

Minden IC első három (a, b és c) kapuja a hozzájuk csatlakozó RC-tagokkal és diórával szabadonfutó (asztabil) multivibrátort alkot. A negyedik (d jelű) kapu a saját multivibrátor terhelésének leválasztására, továbbá a LED-ek számára, jó közelítéssel, állandó áram biztosítására szolgál.

Az egyes „tömbök” így ismétlődhetnek; az ábrázolt kettő helyett több is megépíthető, ennek csak a 9 V-os energiaforrás terhelhetősége szab határt. A LED-sorok egymástól függetlenül, egymástól eltérő gyakorisággal és időtartamra villannak fel. Már néhány tömb esetén is mindez rendszertelen, véletlenszerű villódzásnak tűnik. A



16. ábra



12. ábra

Egyszerű sziréna

A 10. ábra áramköre sem sokkal bonyolultabb mint a blocking oszcillátoros sziréna-kapcsolás, de ehhez kimenőtrafó sem kell. Ez az áramkör is változó hangmagasságú kimenőjelet állít elő, amely HF-teljesítményerősítőre vezethető. A váltakozás sebességét a 47 mikroF-os elkő cseréjével módosíthatjuk.

Ha rendelkezünk 45 ohmos hangszóróval vagy hasonló impedanciájú fejhallgatóbetéttel, azt a csillaggal jelölt 47 ohmos ellenállás helyére beiktatva a kapcsolás önállóan is használható.

Térorő-indikátor

Adókészülékek ellenőrzéséhez, antennák beállításához a legegyszerűbb mérőeszközök a térorő-indikátorok. A mérésre általában érzékeny Deprez-műszer szolgál, túlterhelésének megakadályozására érzékenységsökkentő ellenállást (előtétet vagy söntöt) kell beépíteni. Előfordulhat, hogy a műszert ez sem védi meg. Egy 50 ... 100 μ A-es műszer védelmére a szokásos Z-diódás sönt vagy nyitóirányba kapcsolt dióda nem elegendő. Kézenfekvőnek látszik a túlterhelésre kevésbé érzékeny LED alkalmazása kijelzésre. Ennek fényerő-tartománya azonban nem elég nagy, és így még relatív értékek becslése is nehéz. Szabadban, különösen napsütéses időben kijelzésre alkalmatlan. Mindezek miatt a legcélszerűbbnek látszik egy olyan kapcsolás alkalmazása, amely mutatós műszerével alkalmas a relatív térorőértékek megállapítására, de megóvjaa a műszert a káros túlterheléstől.

A nagyfrekvenciás jel feszültségkészcserző egyenirányítás után a T1 és a T2 tranzisztorokból álló erősítőt vezérli (11. ábra). A megadott értékű el-

lenállásokkal felépített erősítő olyan, hogy a két kollektor közé kötött műszeren legfeljebb 5 mA áram folyhat. A nagyfrekvenciás jel szintjének egy bizonyos értéken túli növekedése esetén a műszer továbbra is a maximális (beállítás szerinti) értéket mutatja, de a T2 kollektorkörében levő LED világítani kezd, jelezve a műszer méréshatárán felüli nagyfrekvenciás szintet. A potenciométerrel az egész készülék érzékenységét lehet beállítani. Ha a LED világítani kezd, akkor a készülék érzékenységét célszerű csökkenteni, hogy a műszeren leolvasható értéket kapjunk.

A K2 nyomógombbal a készülék üzemképessége és a telep állapota ellenőrizhető. A gomb megnyomásakor az R ellenálláson keresztül olyan bázisáram alakul ki, amely a tranzisztorokat teljes nyitásra vezérli. A műszer a beállított végkitérésnek megfelelő értéket mutatja, s a LED is világítani kezd.

Z-dióda-teszter

Egy műveleti erősítő és még néhány alkatrész segítségével jól használható Z-dióda-vizsgálót, -válogatót építhetünk (12. ábra). A mérés a kapcsolásban található két LED fényerejének összehasonlításával történik.

A LED₂-t a soros ellenállás (5,6 kohm) állandóan kb. 5 mA-es munkaponti árammal -égeti. Azért ennyivel, mert a gyakran használatos kisteljesítményű zenereknek (ZG, ZF, ZPD stb.) ennyi a névleges mérési árama. Ha a mérőkapsok közé egy működőképes Z-diódát helyezünk, akkor a potenciométerrel LED₁ fényerejét a másikéval megegyezőre kell állítanunk. Ekkor a potenciométer forgatógombja alá felvitt skálán leolvashatjuk a vizsgált zener feszültségét.

A P-vel soros trimmer-potenciométerrel a hasznos skálaterjedelmet növel-

hetjük meg, az alacsony feszültségű tartomány sűrítésével. A teszter skálázását ismert feszültségű diódák mérésével végezhetjük el.

+15 V-ból -15 V

A 13. ábra áramköre az 555-ös, ún. timer IC-re épül, és ez itt mint egy szabadon járó relaxációs oszcillátor működik. Frekvenciáját az R_A-R_B-C_T elemek határozzák meg. Kimenete feszültségtöbbszörözőt (D₁-D₄, C₁-C₄) táplál.

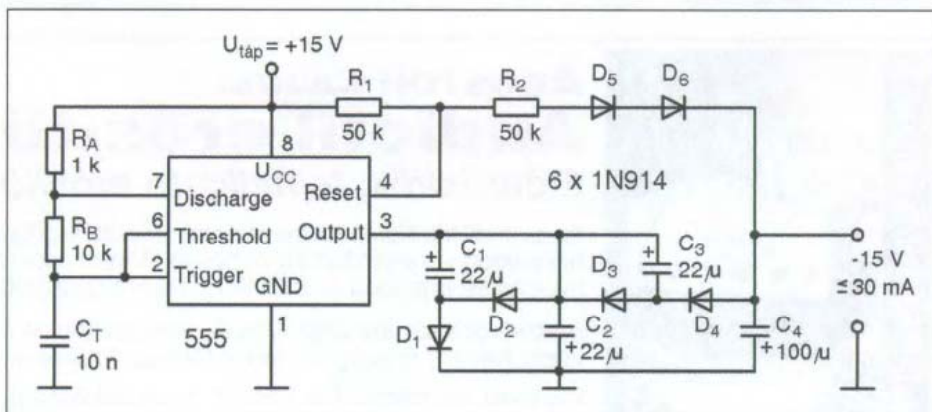
Az áramkör kimeneti pontja az R₁/R₂-D₅-D₆ osztón keresztül vissza van csatolva az IC Reset bemenetére. Ez a hurok biztosítja a -15 V-os kimeneti feszültséget, illetve annak stabilizálását (visszacsatolás nélkül a terheletlen kimeneti feszültség kb. 28 V). Ha a kimenet eléri a -15 V-ot, akkor az IC Reset bemenete leállítja a relaxációs rezgést. Tehát a szabályozást tekintve kapcsolóüzeműnek nevezhető a tápegység.

Az R₁ és R₂ helyén egy kb. 100 kohmos potenciométert használva, akár 0-tól folyamatosan szabályozható kimeneti feszültségű konvertert is készíthetünk. Ha R₂ helyett egy kb. 6,8 V-os Z-diódát használunk, akkor csökkentjük a kimeneti feszültség függését a bemeneti feszültségtől.

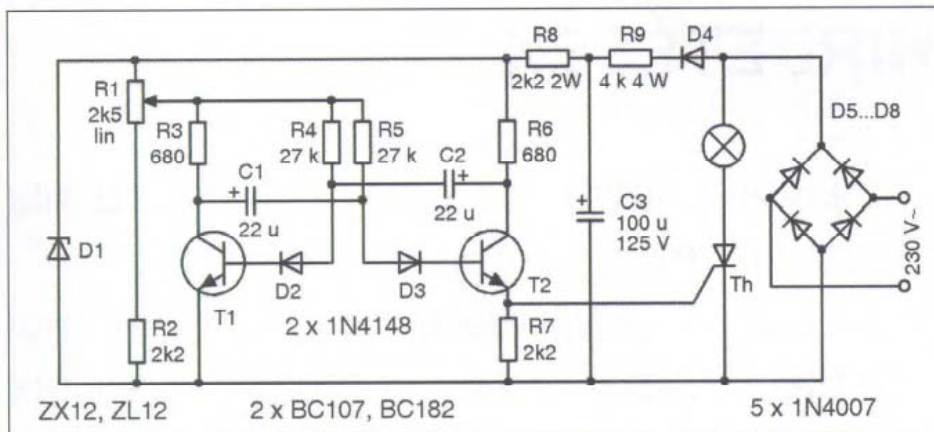
Detektoros vevőkészülék keret-antennával

Külön élvezetet nyújthat a rádióműsorok hallgatása, ha ehhez saját építésű vevőkészülék áll a rendelkezésünkre. A 14. ábrán egy egyszerű keretantenna, detektoros, egytranzisztoros erősítős vevő kapcsolási rajza látható.

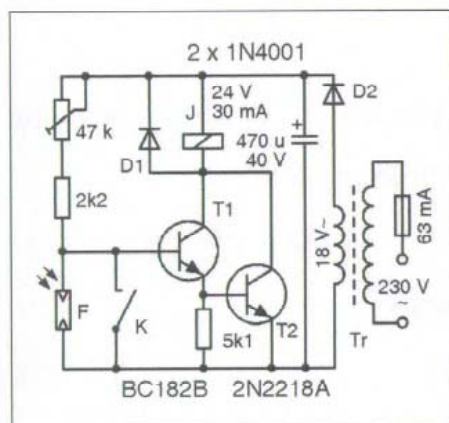
A keretantenna nagyobbik, kb. 13-menetes tekercse a C_f forgókondenzátorral hangolható rezgőkört alkot, amely a középhullámú, közeli állomá-



13. ábra



21. ábra



22. ábra

A motorra jutó feszültséget az azzal soros T1 bázisfeszültsége határozza meg. A bázisfeszültséget a P1 fordulatszám-szabályozó potenciométer állításával változtatjuk. Ha a csúszkát a testpont felé csavarjuk, akkor a T1 mind jobban nyit, így a motor gyorsabban forog.

T1 bázisáramának egy része a T2 kollektorában folyik. A P2 potenciométer beállítása olyan, hogy az ezen átfolyó motoráram, ill. az így fellépő feszültségesés kezdi nyitni a T2-t. A P1-gyel beállítjuk a kívánt fordulatszámot. Ha a motort terheljük, akkor annak árama növekedni kezd, a fordulatszám pedig csökken. A növekvő áram nagyobb feszültséget ejt a P2 trimmeren, így a T2 tranzisztor is jobban kezd vezetni.

Mindez T1 további nyitását eredményezi, tehát jó közelítéssel helyreáll a motor eredeti forgási sebessége.

A D dióda a félvezetők védelmét látja el a motorból eredő esetleges induktív feszültséglökésekkel szemben. A T1-et szereljük hűtőlemezre!

Nagyteljesítményű villogó

Fényreklámokhoz, zenés-táncos rendezvények hangulatvilágításához egy-

szerű áramkört készíthetünk a 21. ábra segítségével. Az izzólámpa a T1 és a T2 tranzisztorral felépített multivibrátor által periodikusan be- és kikapcsolatott tirisztoron, valamint a Graetz-hídon keresztül, kétoldalasan egyenirányított félhullámú táplálást kap a 230 V-os hálózathoz. A multivibrátor részére a D4-R9- -C3-R8 lánc útján a D1 stabilizátor szolgáltató tápfeszültséget. A multivibrátor rezgési (tehát az izzó villogási) frekvenciáját az R1 potenciométerrel finoman változtathatjuk; „durva” beavatkozás C1 és/vagy C2 cseréjével lehetséges.

A tirisztor legalább 400 V-os típus legyen, az izzólámpához igazodó áramterhelhetőséggel. Figyelem! A kapcsolás megépítésénél igen fontos érintésvédelmi szempont, hogy az elektronikai rész is galvanikus kapcsolatban áll a hálózattal!

Szűrőküveti kapcsoló

Akváriumok, fényreklámok, helyiségek stb. világítását a külső fényviszonyok függvényében be-, ill. kikapcsolhatja az 22. ábra áramköre.

Nappal, azaz a kellő külső fény esetén az F fotoellenállás rövidre zárja a Darlington-pár EB-körét. A lezárt tranzisztorok kollektorágában a J jelfogó nem húz meg. Szűrőküvetkor F ellenállása megnövekszik, T1 és így T2 is bázisáramot kap, J meghúz.

A trimmer-potenciométerrel az átkapcsolás szinthatárát állíthatjuk be. A K kapcsolóval úgy mond „felülbíráhatjuk” az F fotoellenállás megvilágított-sági értékét.

„AKCIÓ-223”
ÉVKÖNYVRENDELÉS

4500 Ft helyett CSAK 3500 Ft-ért!

(plusz postaköltség)

Már most megrendelheti és megveheti a 2014-es

RÁDIÓTECHNIKA
ÉVKÖNYVÉ-t

(Szállítása 2013 novemberében.)

Ajánlatunk (rendelésre/befizetésre)
2013. június 30-ig érvényes!

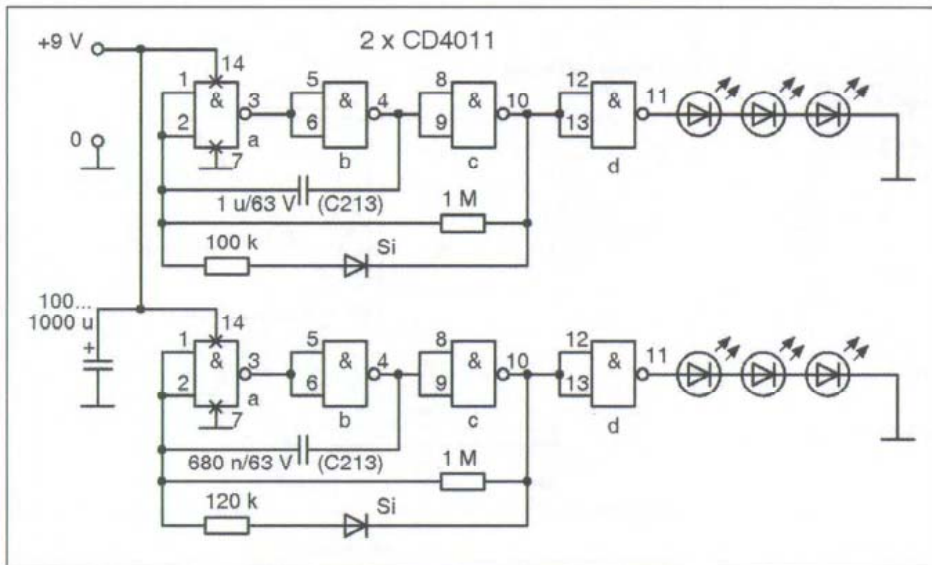
Rendelek: db-ot.

Név:

Cím:

Ezen OLVASHATÓAN kitöltött megrendelés beérkezte után küldjük a csekket.
Címünk: Rádióvilág Kft., 1374 Budapest, Pf. 603.

Akciós megrendelést csak ezen az eredeti megrendelőszelvényen fogadunk el!



17. ábra

LED-sorok praktikusán különböző színűek. A multivibrátorok időzítő kondenzátora kb. 220 nF...2,2 μF közötti, a diódákkal soros ellenállás pedig kb. 10...220 kohm közötti lehet. Ezekkel állítható be kívánság szerint az említett gyakoriság és időtartam.

Keretantennás rádió erősítővel

Egy keretantennás, detektoros, egytranzistoros hangerősítővel működő középhullámú, ún. egyenesvevő kapcsolási rajzát mutattuk be a korábbiakban. Ezúttal a készülék kibővített, további kettő tranzisztorral „megerősített” változatát szemléltetjük a 18. ábrán.

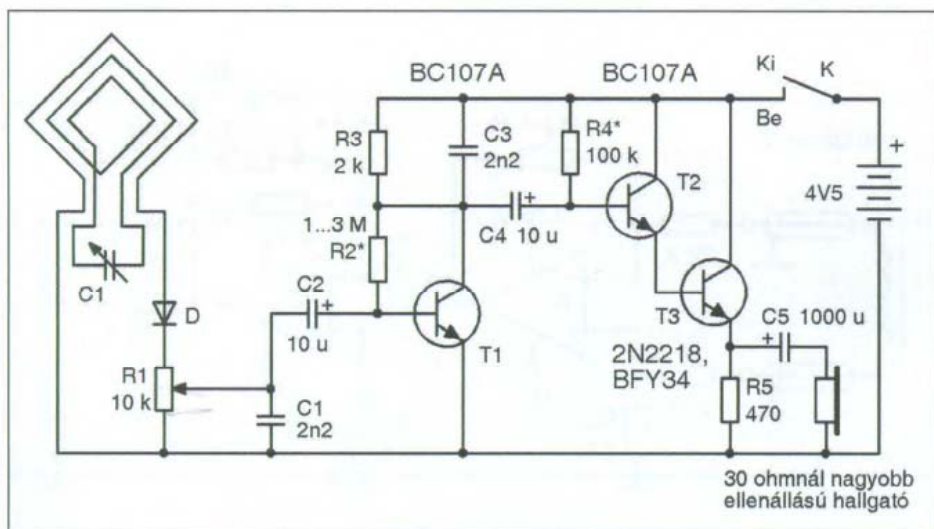
A keretantennától az első tranzisztorig bezárólag terjedő részt már ismerjük. Utóbbi kollektorában a fejhallgató helyett egy 2 kohmos vagy 2,2 kohmos

ellenállás (munkaellenállás) található. E viszonylag nagy impedancián fellépő, már kellő feszültségű jelet a T2 és a T3 tranzisztorral, ún. Darlington-kapcsolásban, impedanciában illesztjük az ábrázolt, viszonylag kisohmos fej-, vagy fülhallgatóhoz (emitter-követő kimenet).

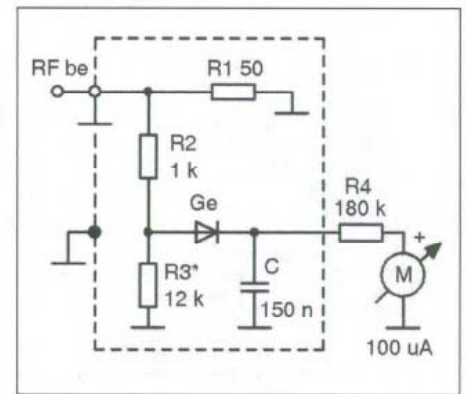
R2 értékét a megadott határokon belül úgy változtassuk, hogy a T1 kollektorán az áramköri közös ponthoz képest a tápfeszültség kb. felét mérjük. T3 kollektoráramát az R4-gyel állítjuk be durván 40 mA-re.

Kimenetindikátor CB-adóhoz

CB-rádiók rádiófrekvenciás kimeneteljesítményét célszerű időnként ellenőrizni. Amennyiben megelégszünk az egyszer már bemért adó további, csak összehasonlító ellenőrzésével, úgy erre



18. ábra



19. ábra

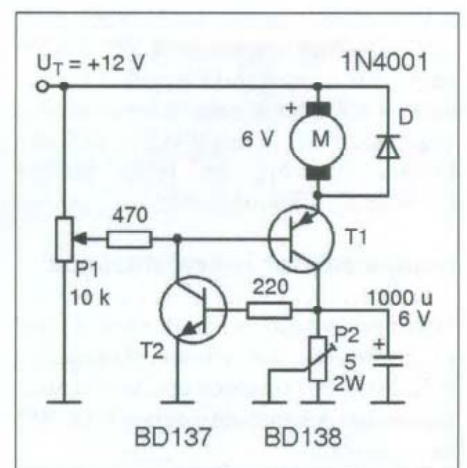
a célra egy egyszerű indikátor is megfelel (19. ábra).

A koaxális csatlakozót követő R1 4 db 200 ohmos vagy pl. 6 db 300 ohmos, 2 W-os ellenállásból készülhet. Ezek lehetőleg hosszában, azaz nem csavarvonalszerűen köszörült, indukciómentes példányok legyenek. (Jobb híján normál 220 ohmos és 330 ohmos 2 W-os ellenállásokat is használhatunk.) A csillaggal jelzett R3 értékét úgy állítjuk be, hogy a műszer mutatója a névleges adóteljesítmény esetén kb. a skála 60...90%-áig térjen ki. A későbbi ellenőrzéseink során ez lesz az „etalon” érték.

Figyelem! A harmonikusok elnyomására szolgáló szűrők hangolásához az ilyen elvű műszerek nem alkalmasak!

Stabilizált fordulatszám-szabályozó

Egyenáramú kismotoros gépek, pl. ventilátor, minifúró stb. fordulatszámát széles határok között változtathatjuk a 20. ábra szerinti kapcsolás segítségével. A beállított fordulatszámot az áramkör stabilizálni igyekszik.



20. ábra



Az ELMŰ Nyrt. – igazodva fogyasztói igényeihez – fokozatosan átalakítja ügyfélszolgálati rendszerét és áttér a telefonos és internetes ügyintézésre. A számlabefizetések kivételével gyakorlatilag ma már nincs olyan ügy, amit ne lehetne telefonon, otthonról elintézni.

Egyre népszerűbb az ELMŰ telefonos ügyfélszolgálat, amely helyi tarifával hívható és az ügyek nagyobb részét már ott intézik. A

Telecentrum

munkatársai a

06-40-38-38-38

számon készséggel állnak rendelkezésre bármilyen, számlázással, számlafizetéssel, szerződéskötéssel, hibabejelentéssel kapcsolatos ügyben.

elmű
a pozitív energia

4500 Ft

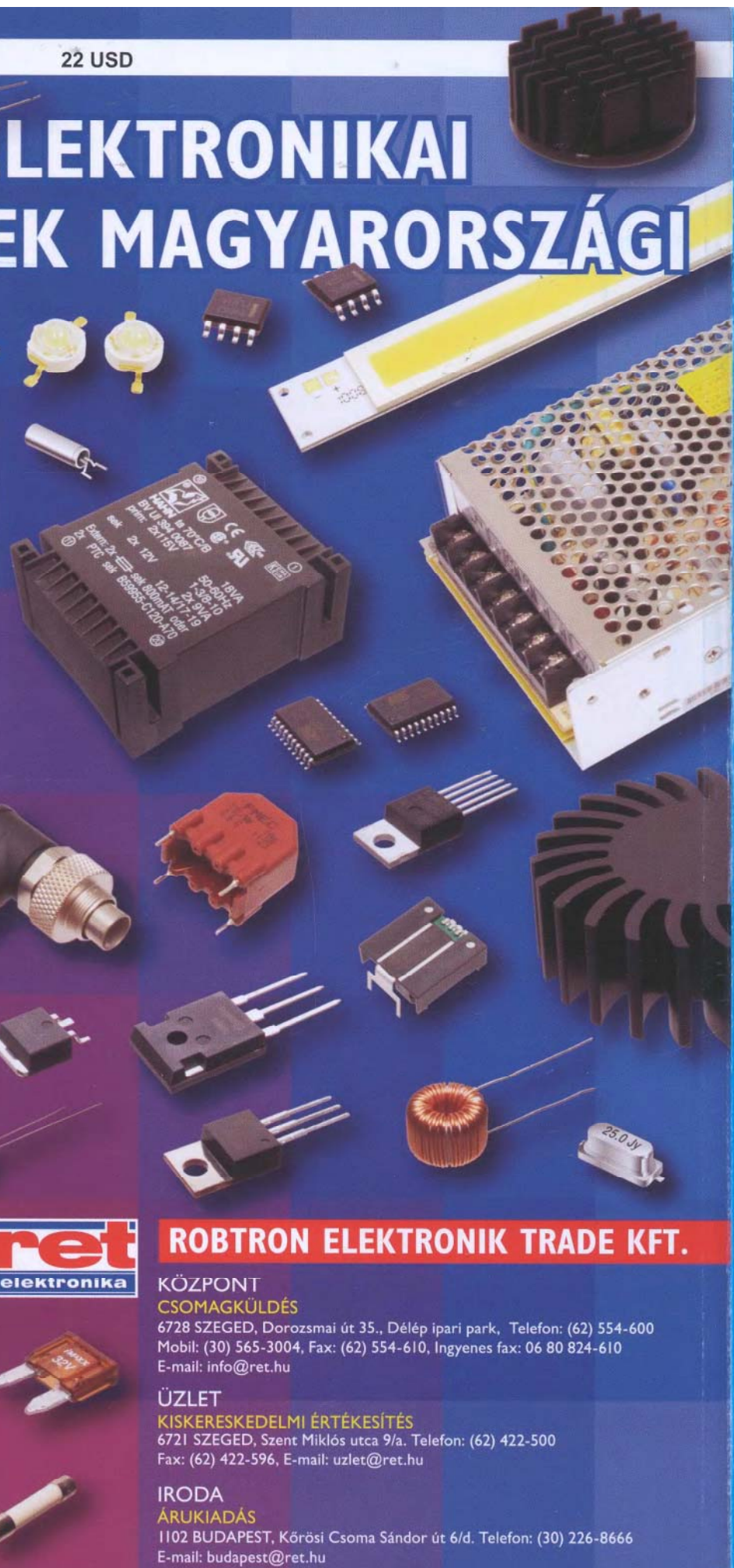
17 €

22 USD

MINŐSÉGI ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK MAGYARORSZÁGI RAKTÁRBÓL

13

RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE



ROBTRON ELEKTRONIK TRADE KFT.

KÖZPONT
CSOMAGKÜLDÉS
 6728 SZEGED, Dorozsmai út 35., Délép ipari park, Telefon: (62) 554-600
 Mobil: (30) 565-3004, Fax: (62) 554-610, Ingyenes fax: 06 80 824-610
 E-mail: info@ret.hu

ÜZLET
KISKERESKEDELMI ÉRTÉKESÍTÉS
 6721 SZEGED, Szent Miklós utca 9/a. Telefon: (62) 422-500
 Fax: (62) 422-596, E-mail: uzlet@ret.hu

IRODA
ÁRUKIADÁS
 1102 BUDAPEST, Körösi Csoma Sándor út 6/d. Telefon: (30) 226-8666
 E-mail: budapest@ret.hu

www.ret.hu