

**A**  
**RÁDIÓTECHNIKA**  
**ÉVKÖNYVE**  
**1995**

**Szerkesztették:**

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. üzem mérnök, HASKU

Stefánik Pál ny. főszerkesztő

okl. villamosmérnök, HASBT

Sipos Gyula

okl. IC szakmérnök

**Írták:**

Békei Ferenc okl. villamos üzem mérnök, HASKU

Borbás István elektromérnök

Bucsay István okl. villamosmérnök, HA9RR

Bus László okl. villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Földi László HA6NL

dr. Harmath József docens

dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Horváth Lajos

Jutasi István okl. villamosmérnök

Kelemen László okl. autógépész üzem mérnök

Kiss Tibor HA6ZV

dr. Kövesdi István okl. fizikus

Kőhegyi József okl. villamosmérnök

dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László okl. hírtch. üzem mérnök, HA7VC

Morvay István okl. villamosmérnök

Nagymáté Csaba okl. villamos üzem mérnök

Németh Lajos tanár

Pálincás Tibor okl. üzem mérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Sipos Gyula okl. IC szakmérnök

Szabó László HA0HW

Urbán István okl. villamosmérnök

Vincze József HA3KW

Vörös Béla okl. villamosmérnök

**Tartalomjegyzék**

Előszó .....	3
Híradómúzeum – Katonai híradóeszközök a Bolyai főiskolán .....	4
A GSM/DCS rádiótelefon-rendszer felépítése és működése .....	19
Fémkeresők .....	25
Antimisztikológia .....	48
Dallamgenerátorok és egyéb érdekességek .....	51
Elektronika a gépipari hosszmeréstechikában 5. ....	64
A PIC16Cxx mikrovezérlő családok .....	70
Villamos hálózatok analízise számítógéppel 2. Nemlineáris hálózatok sztatikus analízise .....	93
RF-kapcsolások Innen-onnan .....	103
Airband Radio - vevőkészülék a légitforgalmi sávra ....	113
Amatőr kapcsolások .....	121
Lineáris fejkonverter 144/28 MHz-re .....	125
30 W-os lineáris végfokozat 144 MHz-re .....	134
RF-teljesítményerősítő az RH amatőrsávokra .....	138
XUØHW voltam .....	142
Krétán jártunk .....	144
CQ de HA... CQ de HG... 1994 .....	146
Érdekességek a DX-elés világából .....	150
Kis kézirádiók CB-seknek .....	155
Automata gyorstöltő és kisütő Ni-Cd akkukhoz .....	159
Műsorszóró tv- és rádióállomások Magyarországon ...	167
Technikatörténet – évszámokban .....	171
Előerősítő és keverő dinamikus és CD lemezjátszóhoz	172
2 x 10 W-os elektroncsöves végerősítő .....	178
Sugárszint-Indikátor .....	186
Mechanikai órák vizsgálata IBM PC-vel .....	193
Sok kis kapcsolás .....	206
Az EMG Type 1568 sorozatú oszcilloszkópjai .....	209
Autósok, figyelem! .....	225
Bevált kapcsolások .....	234
Védő-, felügyelő és riasztóberendezések .....	246

Kiadja:

*Rádióvilág Kft.*

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató



Nyomás: Athenaeum Nyomda, 94.0927 Budapest, 1994

Felelős vezető: Vida József vezérigazgató

HU-ISSN 0557-6229



# Előszó

A „Rádiótechnika” folyóirat évkönyveinek 28. kötetét ajánljuk jó szívvel a kedves Olvasónak. Hagyományainkhoz híven ezen újabb kötetünkben is a rádiótechnika, az elektronika és a számítástechnika területéről kívánunk elméleti, de főként gyakorlati jellegű cikk-összeállítást adni. Reméljük, sikerrel.

Amikor három évvel ezelőtt új arculattal jelent meg lapunk, fejlécében az „Elektronikai folyóirat” megnevezéssel, néhány régi olvasónk félreértette szándékainkat. A szerkesztőség ugyanis úgy vélte, hogy a több, mint fél évszázados *márkás* lapcímet őriznünk kell, de az utóbbi három-négy évtized szédületes technikai fejlődésére – és ezért a sok irányban bővülő lapprofilra – is utalnunk kell valamiképpen. És ekkor még a számítástechnikáról nem is szóltunk! (Tény viszont, hogy a „Rádiótechnika” jelenleg az egyetlen magyar nyelvű „hardveres szaklap”.) Pedig mindez, ugye, a rádiózástól kissé távol eső terület... De, ugyan ki állítja azt manapság, hogy egy korszerű rádió – legyen az adó, vevő, avagy adó-vevő – processzoros vezérlés nélkül elképzelhető?

Igen, dehát akkor hol vonható meg az a határ, hogy milyen témakörökkel foglalkozhat lapunk, illetve évkönyvünk? Véljük, hogy ez csupán a kedves Olvasó „szakmai türelmében”, helyesebben a mind jobban szélesedő érdeklődési körében létezik. Nos, belátjuk, ez így nem túl konkrét, de továbbra is legjobb meggyőződésünk szerint állítjuk, hogy a gyengeáramok technikájának mindezen szédületes fejlődését, terebélyesedését annak idején a rádiózás, illetve annak alkatrész-fejlesztési vonzatai indították el! Hogy ezen alkatrészeket (és elveket) azonnal elkezdték „másra és máshol” is felhasználni?...

Idei évkönyvünkben ismét jelentkeznek a korábbiól már jól bevált állandó rovatok. A cikkek közül e helyütt csupán egyet, a *Híradómúzeum* címűt emelnénk ki. A magyar hadsereg egykori híradóeszközeiből jó néhányat bemutató írásunkat, amely téma a maga élvezetes és hiánypótló volta okán bizony megérdemelne legalább egy teljes könyvnyi terjedelmet.

A fenti gondolatok jegyében kívánunk kellemes és hasznos időtöltést az 1995-ös évkönyvünk társaságában. Kívánjuk, hogy szakember és amatőr Olvasóink minél több működő áramkört építsenek meg, ötletet nyerjenek cikkeinkből. Kellemesen hasznos évkönyvlapozgatást!

A szerkesztőség

## Vállalkozók figyelem!

### Itt az RT-BANKÁR programcsalád!

Lapunk számos olvasója nemcsak hobby szinten műveli az elektronikát, de vállalkozó is: elektronikus készülékek gyártásával, javításával vagy készülékek, alkatrészek forgalmazásával foglalkozik. Közismert, hogy az érvényben lévő rendelkezések a kisiparosok, kft-k, bt-k és egyéb vállalkozások számára igen szigorú bizonylatolási rendet írnak elő. Ezeket a követelményeket szinte csak pénzügyi képesítéssel is rendelkezők tudják teljesíteni – ha idejük jelentős részét nem alaptevékenyséjükkel, hanem a könyveléssel töltik.

A Rádiótechnika Software Service által forgalmazott új programcsalád ezt az „inproduktív” időt igyekszik lerövidíteni, miközben a könyvelési hibákat is kiküszöböli.

Az IBM PC-ken futtatható programcsaládot (8 különböző programcsomag) egy-egy 5,25"-os DD-s lemezen árusítjuk tömörített, öninstalláló formában. Ebből ki-ki a vállalkozása jellegének megfelelőt választhatja ki.

A korszerű menürendszerrel felvértezett programok installálása és kezelése semmiféle számítástechnikai, vagy mélyebb pénzügyi ismeretet nem igényel. Ennek ellenére igen komfortosak; például alkalmasak különböző – egyedi igényeknek is megfelelő – analitikák készítésére, számlák, bizonylatok rendezésére, analitikák szerinti csoportosítások elvégzésére, szállítók, megrendelők, költséghelyek nyilvántartására stb. A nyomtatandó bizonylat fájlba menthető, így aki nem rendelkezik printerrel, azt máshol is kinyomtathatja.

### Kedves Olvasóink!

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

Programnév	Jellemző	Bruttó ár
RTBANKÁR-P1	egyfelhasználós PÉNZTÁRKÖNYV .....	1.200 Ft
RTBANKÁR-PT	többfelhasználós PÉNZTÁRKÖNYV .....	2.400 Ft
RTBANKÁR-N1	egyfelhasználós NAPLÓFŐKÖNYV .....	2.400 Ft
RTBANKÁR-NT	többfelhasználós NAPLÓFŐKÖNYV .....	4.800 Ft
RTBANKÁR-F1	egyfelhasználós FŐKÖNYV .....	4.800 Ft
RTBANKÁR-FT	többfelhasználós FŐKÖNYV .....	9.600 Ft
RTBANKÁR-KN	kiegészítő nyilvántartások .....	600 Ft
RTBANKÁR-RK	raktárkészlet-nyilvántartó és számlakészítő program .....	3.600 Ft



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

Címünk: Budapest IX., Lónyay u. 44. 5. emelet. (9-14 óráig fogadjuk az érdeklődőket.)

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

Tel./fax: 217-0262

# HÍRADÓMÚZEUM

## Katonai híradástechnikai eszközgyűjtemény a Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolán

Vörös Béla okl. villamosmérnök, nyugállományú híradó alezredes

Éppen 20 évvel ezelőtt, 1974. május hatodikán – a távírások napján – adták át az akkori Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskolán azt a katonai híradástechnikai gyűjteményt, mely napjainkban is látogatható.

Külföldi minta alapján merült fel a gondolat 1973-ban, hogy meg kellene őrizni az utókor számára azokat a katonai híradóberendezéseket, amelyek kikerültek a hadrendből. A híradótanszék akkori vezetője, *Susa István* ezredes előadta elképzelését *Molnár János* híradófőnöknek. A gondolat tetszett, megvalósításával megbízták a tanszékét. Egy éven át folyt az anyaggyűjtés, megkezdődött a régi híradóeszközök felkutatása. Az előkészítő munkában mintegy 60 fő vett részt. Jelentkeztek az aktív és ny. tisztek, tiszthelyettesek. Hozták féltve őrzött dokumentumukat, eldugott fényképeiket, megírták visszaemlékezéseiket. Megkezdődött a padlások kutatása. A gyűjtésben részt vettek az akkori MHSZ rádiósai, raktárosai, ugyanis a rádiókészülékek hadseregből történő kivonása után a működőképeseket a klubok kapták meg. Név szerint ki kell emelnem a segítő munkából *Kovács Ernő* ny. alezredest, *Bottyán István* ny. alezredest, akik már nincsenek közöttünk, *Kiss József* alezredest, az akkori anyagok szállítóját, *Fenyvesi Károly* mk. alezredest, a második világháborús szabályzatok megőrzőjét. Kijelölték a kiállítás helyszínét, meghatározták az avatás napját. Az átadási ünnepséget összekötötték a „szocialista tisztképzés” megindulásának 25. évfordulójával.

Az átadásra mintegy 70 vendég érkezett. Itt voltak a katonai híradás régi és új vezetői, nyugállományú híradótisztek, a rádióamatőr mozgalom meghívottjai, hozzátartozók.

A kiállításnak az adott különleges jelentőséget, hogy a Várpalotán levő tüzérmúzeum után ez volt a második fegyvernemi gyűjtemény. Önállóan eddig senki nem gyűjtötte össze technikai eszközeit, s nyújtotta át kiállítás formájában. Jelentős volt azért is, mert lökést adott a többi híradó alakulatnak

a saját gyűjteményük megvalósítására. Ekkor indult meg a „rokon fegyvernemek” anyagának gyűjtése. Így lett saját múzeuma a rádiófelderítőknek, a titkosítóknak, a rádiózavaróknak.

Az első kiállítás három szobából állt. Feldolgozásra került falitablókon az elektromosság története az ókortól napjainkig, a katonai híradás története a fáklyástávírótól a fényszáloptikáig. Külön szemléltettük a híradócsapatok történetét a kiegészítéstől napjainkig.

A rendelkezésre álló dokumentumok és kutatási anyagok megismerése közben jött az ötlet, hogy a tisztképzés történetét is dolgozzuk fel. Ebben az időben először nyílt mód az akkori hallgatóknak, hogy áttekinthessék az Osztrák-Magyar Monarchia és a Magyar Királyi Honvédség nevelőintézményeinek szervezetét, képzési rendszerét, követelményeit. Tabló készült a Ludovikán, a Bolyain, a Kossuth Akadémián, a „Zalka” híradótiszti iskolán folyt híradótisztképzésről.

A kiállítás magvát azonban a híradóberendezések adták. Megtekinthetővé vált az első világháborúból megőr-

zött távíró és távbeszélőkészülék, a II. világháborúból főleg a vezetékes és távbeszélőeszközök néhány típusa.

A háború után gyártott magyar termékek már jelentősebb számban kerültek a gyűjteménybe. Természetes, hogy a legtöbb eszköz az 1960-as években bevezetett szovjet híradástechnika eszközeiből maradt. Van ezek között eredeti darab is, de többségük licencia alapján magyar híradástechnikai üzemekben gyártott, kissé korszerűsített változat.

Kuriózumként őrzünk egy-egy külföldi katonai eszközt is. Így található angol, amerikai, bolgár, német, volt jugoszláv, román, sőt, Vietnamból megjárt termék is.

A kiállítást az új helyén 1985-ben nyitottuk meg. Jelenleg is itt, ám a helyszűke miatt csak 2 nagyteremben és a folyosón látható. Az összegyűjtött anyag nagy része raktárban van.

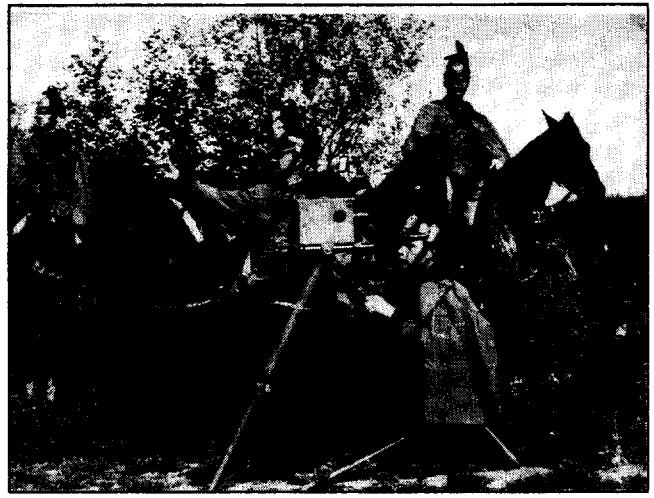
A múzeum, bár laktanyai körülmények között működik, az elmúlt 20 évben nagy népszerűsége tett szert. Neves látogatói közül megemlíthetjük például a szíriai elnököt, több ország



A múzeum készítői 1985-ben. (Középen a szerző)



*Huszárok építik a távíróvezetékét (1910-es évek, Budapest)*



*Ulánusok a fénytávíróval, 1912*

honvédelmi miniszterét, vagy amire különösen büszkék vagyunk, hogy az átalakulás előtt nálunk járt a Bercsényi Miklósról elnevezett francia deszant ezred küldöttsége és elismeréssel nyilatkozott a múzeumról, amit emlékkönyvbe történő beírás is igazol. Szorgalmasan hozták a sorköteleseket és a fiatal rádióamatőröket az akkori vezetők. Főiskolánkon nem volt olyan összejövetel, gyűlés vagy látogatás, melyben nem szerepelt volna a múzeum megtekintése. Nemrégiben magam vezettem végig nagy örömmel az Old Timer Kör közgyűlésének résztvevőit, akik többségükben tartalékos híradótisztek, tiszthelyettesek.

Öröm volt rájuk nézni, mikor ráismertek egy-egy régi készülékre, és rögtön tekergetni, simogatni kezdték.

A gyűjtemény lassan, de szaporodik. Van néhány olyan amatőr gyűjtő, akinek a birtokában van még dokumentum, vagy régi készülék – sokszor nem is katonai. Megöregedvén úgy gondolják, hogy a múzeumban megmarad kedvenc rádiójuk, és az utánuk következő nemzedék is megláthatja.

A gyűjteménynek elsősorban a híradó-szaktisztek és tiszthelyettesek nevelésében van nagyobb szerepe. A szakma szeretete elképzelhetetlen a múlt eszközeinek, rendszereinek a megismerése nélkül. Az sem haszontalan, ha megismerkednek a régi híradó dicsőséggel, esetleg olyan személyekkel, akikről példát is vehetnek.

A továbbiakban részletesebben szeretném megismertetni az olvasót a katonai híradással, annak történetével, a múzeum eszközeivel. Néhány rádióberendezést a rádióamatőrök kedvéért

bővebben ismertetek, különös súllyal a világhírű magyar híradástechnikai ipar emlékére.

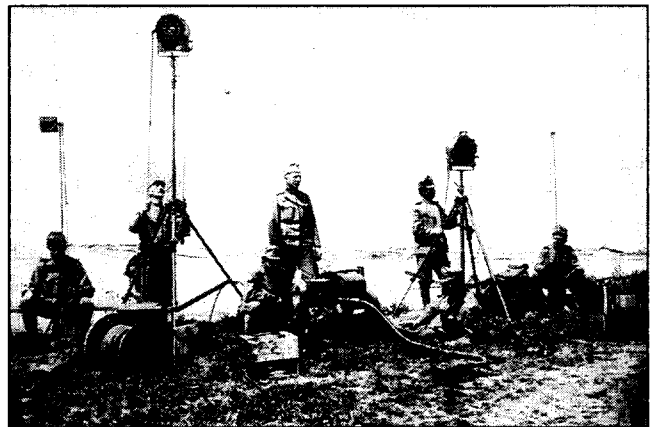
### **A Magyar Királyi Honvédség híradásának kezdetei**

Az Osztrák-Magyar Monarchia közösen felállított császári és királyi hadseregének vezetői – néhány vereség hatására – felismerték, hogy a seregek vezetésében milyen nagy jelentősége van a híradásnak. 1883-ban felállították az első önálló vasúti és távíróezredet. Ettől az időtől kezdve lehet számítani a híradócsapatok történetét.

A távírárszok és a vasutasok együttesen szerepeltek a hadrendben. Ennek az volt az oka, hogy távíróvonalak a vasútvonalak mentén kerültek kiépítésre, így közös szolgálatot lehetett szervezni. A távíróezred törzse az ausztriai Korneuburgban, zászlóaljainak egy része pedig Boszniában volt elhelyezve. Kezdetben a posta által üzemben tartott berendezéseket vették át, majd önálló

katonai fejlesztésekbe kezdtek. 1877-ben alkalmaztak először tábortávírókészüléket. Később még további távírókat készítettek, sőt megjelent az első tábortávírbeszélőkészülék is 1890-ben. A távíró és távbeszélő mellett használták még a fénytávírókat is, mint az elektromos híradás eszközeit. A műszaki anyagokat (akkor nem volt önálló híradócsapat, a híradók csak 1938-ban lettek önállóak, addig a műszakikhoz tartoztak) fogatolt tábortávíróanyagkocsikban szállították. (négylovas zárt felépítményű kocsik). A rádióval történő kísérletek 1903-tól folytak Császár Jenő hadnagy vezetésével. A közlekedéstől 1912-ben választották el és lett önálló.

A közös hadsereg mellett az 1867-es kiegyezés lehetővé tette a magyar honvédség felállítását is. A Magyar Királyi Honvédségnek békében az első világháborút megelőzően nem voltak távírársz alakulatai. A távírársz beosztásba kerülő tiszteket, altiszteket az 1910-ben felállított m. kir. Honvéd



*Munkában a fénytávírársz raj, az I. világháborúban*

Központi Távíróiskolában, 9 hónapos tanfolyamon képezték ki. Az iskola – jellemzően – a központi lovasiskola alá tartozott.

A honvéd gyalogezred egy távbeszélőjárórt, a hadosztály egy távbeszélőosztágot állított ki a nyári gyakorlatokra. A katonai híradás igazán az első világháború után fejlődött. Az „összekötő szolgálatnak” nevezett híradás az alábbi területekből tevődött össze: távíró, távbeszélő, rádiótávíró, földtávíró, fényjelző, postagalamb és jelentőkutya hálózat. Alakulatonként tagolva: távíró századok, rádiótávíró-alakulatok, távíró-építőszázadok és távíró-szerszázadok. Különleges híradók is voltak, például a lovas távjelző járőrök, a „várhíradók” vagy a haditengerészetnél besorozott „hajótávírások”. A gyalogságon kívül külön híradása volt a tüzérségnek, az utászoknak, hidászoknak és a vasúti századnak. A kezdetleges híradás a háború folyamán sokszor csődöt mondott például az olaszországi Isonzó folyó melletti harcokban, de a várhíradás például a galíciai fronton jól működött. Összességében a korabeli irodalom elismeréssel számol be a távírászok hőtetteiről és megemlíti számtalan kiténtetéseiket.

A híradás korszerűsítése a két világháború között kezdődött. A vesztes háború után sem a hadsereget, sem az ipart fejleszteni nem lehetett. 1928-tól ismét fellendült a hadiipar, azon belül a híradástechnikai ipar.

Katonai rádióberendezések fejlesztésére és gyártására két gyár, az újpesti Standard és a TERTA kapott katonai megrendeléseket. A mobil rádióállomások kialakítására benzinmotoros aggregátorokat a Csonka János Gépgyártól, mérőműszereket a Fehér Ferenc Elektromos Finommechanikai Készülékek Gyárától, az elektroncsöveket az Egyesült Izzótól, a kondenzátorokat a svéd Ericsson cégtől, az ellenállásokat az olasz Carbone cégtől vásárolták. Kábeleket, vezetéseket a Magyar Siemens Művek szállított a honvédségnek. A katonai készülékek fejlesztését és a gyártás irányítását a Haditechnikai Intézet beosztottjai végezték. Korszerű, hordozható, elektroncsöves rádiókkal 1938-tól látták el a csapatokat.

Továbbra is megmaradtak a régi eszköztípusok a távíró és távbeszélő forgalom területén, de itt is korszerűsítettek. Magyarországon legrégebben katonai készüléket a budapesti Tele-



30-vonalas távbeszélő központ

fongyár készít, 1906-tól rendezkedett be telefon és más gyengeáramú cikkek gyártására. Másik nagy távbeszélő-készülékeket és központokat fejlesztő üzem a Standard Rt., amely az első világháború után kezdte meg tevékenységét.

A magyar híradócsapatokat tehát a háború megkezdése előtt korszerű magyar, német és olasz híradástechnikai eszközökkel látták el. A németek főleg repülőrádiókat, míg az olaszok a harcokirádiókat szállítottak. A gyártmányokat az újonnan megalakult honvédség is alkalmazta a háború után.

Az újra felépített híradástechnikai ipar lehetővé tette a háborús generáció leváltását. Az 50-es években teljesen kicserélődött a rádió, a távbeszélőközpont állomány. Néhány készülék azonban megmaradt a 80-as évekig.

Már a II. világháborúban bekerült a híradásba a géptávíró. Kezdetben ritmikus, később aritmikus változatát német gyártásból rendszeresítettük. Kezdetben ugyancsak német vivőfrekvenciás berendezéseink voltak.

1960-tól főleg a rádióhíradásban szovjet gyártmányú berendezéseket rendszeresítettek a magyar híradócsapatoknál. Annak ellenére, hogy a magyar híradástechnikai ipar sokkal korszerűbb volt, mint a szovjet, mégis az „egységesítés” jelszavával ezeket rendszeresítették. Arról nem is beszélve, hogy nekünk mindig egy-egy generációval öregebb fejlesztésű készüléket adtak el. Magyar fejlesztést csak a távbeszélőtechnikában, vegyes fejlesztést pedig a géptávírótechnikában engedélyeztek. Így a néphadseregben volt szovjet rádió, német géptávíró, bolgár távbeszélőközpont, csehszlovák géptávíró, lengyel távbeszélő, román kisközpont, hogy csak a fontosabbakat említsem. És ami legszomorúbb, ezt a híradást tartjuk fenn napjainkban. Némi korszerűsítést megvalósítottunk, főleg a béke híradás terén. Rendelkezünk

korszerű zavaró rendszerekkel, adatóváltató berendezésekkel, számítógépekkel, de az átviteli rendszer megmaradt a régienél.

Még egy eszköztől nem emlékeztem meg, ez a rádiórelé. Elterjedésének a fő időszaka a 60-as évekre esik. Frekvenciatarományában több sávon működtethető, távbeszélő, távíró, képtávíró, és adatátviteli üzemmódban alkalmazható berendezés. Legutóbbi változata is öszvér, a vivőberendezést a magyarok, a rádióberendezést a csehek készítették.

A múzeum gazdái – a helyszűke ellenére – örömmel vennék, ha a közeli jövőben az eddigi híradástechnikai berendezések begyűjthetők lennének, és megjelenne a híradók öröme a korszerű híradástechnika.

## A katonai híradástechnikai gyűjtemény jellemzői

Már a gyűjtemény létrehozásakor gondot jelentett, hogy az összegyűjtött eszközöket kor vagy típus szerint rendszerezzük. A kor szerinti kialakításban döntöttünk. Ez némi zavart okoz a látogatónak, mert egy-egy berendezés a fejlődésnek megfelelően kétszer, háromszor is előfordul. Ismertetésemben először röviden összefoglalom egy-egy eseményhez kötve a kor fontosabb híradását, lényeges eszközeit. A rádióamatőrök kedvéért a megengedett terjedelemhez mérten leírom a magyar gyártmányú katonai rádiók fontosabb adatait.

## I. világháború

Az első világháború 1914. június 28-án Ferenc Ferdinánd osztrák-magyar trónörökös meggyilkolásával kezdődött és az 1918. november 3-án aláírt fegyverszüneti szerződéssel ért véget. Ebben a háborúban Magyarország 52 gyalog- és 11 lovashadosztállyal vett részt induláskor. Szervezetileg a magyar hadsereg a hadtest, hadosztály, dandár, ezred felosztást alkalmazta. A hadtestnél híradóosztály, a hadosztálynál század, a dandárnál szakasz nagyságú híradóerőket rendszeresítettek. Egy hadosztály például az alábbi híradóerőket tartalmazta: századparancsnokság, 5 távírószakasz (szakaszonként 4 rajjal), 1 kisközpont, 1 rádióvevő csoport, 1 lehallgató raj, 1 földtávíró raj, 1 jelentőkutya raj, 1 postagalamb dúc, 4 figyelőállomás. A szá-

zad létszáma: 12 tiszt, altiszt, 280 fő legénység. E csapatok által létesített híradás vezetékes rendszereken alapult.

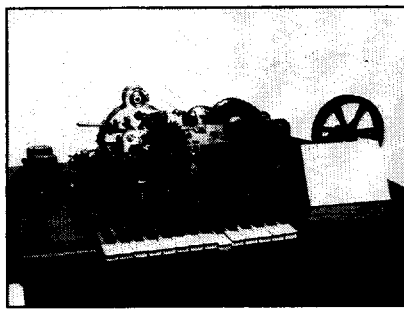
Megjelentek azonban a „drótnélküli” táviróberendezések is. Az olasz Marconi által kifejlesztett szikratávírókat a monarchia távoli helyőrségeiben már békében is üzemeltették. Például 1912-ben már összeköttetésben volt Bécs Krakkóval, Przemyslvel, Trieszttel, Rivával, Budapesttel, Pétervárral, Szarajevóval, Mostaral, Treblinjével és Bilekkel. 1914-ben települt rádióállomás Lembergben. A csepeli rádióállomás 1914. november 1-jén készült el és a háború alatt katonai irányítás alatt állt. A mobilizált híradóalakulatok részére később kifejlesztették a hordozható rádióállomásokat. A rádióállomások táviró üzemmódban dolgoztak, de a háború utolsó éveire már elkészítették a rádió-távbeszélő állomásokat is.

A vezetékes forgalomban a táviró és a távbeszélő-berendezések voltak többségben. A távirók vezetéken és a légtéren keresztül működtek. Előbbi betűnyomatós rendszerben és morzejeleket nyomtató rendszerben működött.

Alaptípusa a Hughes-féle betűnyomatós táviróállomás volt, amit magasabb parancsnokságokon használtak. Ez a berendezés az információt egy keskeny szalagra, olvasható formában biztosította. Percenként 60 szót továbbított. Épületben, vasúti kocsikban üzemeltették. Öntöttvas állványzata és szerkezete nem tette hordozhatóvá.

A távirók többségét a morzerendszerű táviró alkotta. Ezt a magyar honvédség már 1850-től alkalmazta. Hordozható változatát 1877-ben rendszeresítették. Itt a vett információt nyomtatott formában kapták, de a rövid és hosszú jeleket tartalmazó szalagról a kódoknak megfelelően át kellett írni. Ezt kézzel vagy írógéppel távirati űrlapokra írták át.

A táviratozás másik formája a fénytávírozás, amely optikai rendszerekkel a fény szaggatásán alapult. A fényt már időszámításunk előtt is felhasználták hír továbbítására. Magyarországon például 1598-ban Győr vára török alóli felszabadulásának hírért a huszárok által létesített tükrös fénytávíróval továbbították Prágába. A monarchia hadseregében 1903-ban rendszeresítették az acetilénlámpás, 1907-ben a „Zeiss-féle” fénytávírókat. A lovas járőrök pet-



*Hughes géptávíró*

róleumlámpás fénytávíróval voltak el látva.

A távbeszélő-készülékek a távirók után terjedtek el. Az első használható telefon az amerikai Graham Bell nevéhez fűződik, aki 1875-ben szabadalmaztatta. Európában is kísérleteztek a hang továbbításával, például a német származású Reiss. A világon elsőnek megalakult porosz távbeszélő-alakulatok után hamarosan a monarchia is rendszeresítette a fadobozos távbeszélő-készülékeket. A magyar honvédség 1890-ben kapott telefont. Feltétlenül meg kell említeni a telefon készülék mellett a magyar Puskás Tivadar felfedezését, a telefonközpontot, amelyet a hadsereg is alkalmazott. Típus szerint a legelterjedtebb távbeszélő-készülék a nyitható fedelű, fadobozba épített, lemezváltós 07.K és az 1916-ban rendszeresített 16 M távbeszélő-készülék. A készülékek és központok között a kapcsolatot vezetékek látták el. Külön táviró- és távbeszélő-kábeleket alkalmaztak. Típus szerint az 1890 M, 1897 M táviró, 1903 M távbeszélő-kábel és az 1910-ben rendszeresített távbeszélő-huzal.

Az elektromos híradó eszközökön kívül szerepet játszottak a hagyományos híradó eszközök is. Raj, szakasz, század szinten zászlójelekkel, fényjelekkel, rakétákkal valamint a karjelekkel vezettek. Hírközlésre felhasználták a kutyákat, galambokat. A hadosztály híradószázadában volt egy jelentőku tyra raj és egy postagalamb szakasz. Az írásos információt kutyáknál a nyakukba, galamboknál a lábukra rögzítették. (Érdekességként megjegyzem, hogy az osztrák hadseregben ma is alkalmaznak főleg a hegyvidéki hírváltásban kutyákat, ugyancsak vannak galambok például a mai olasz hadseregben.)

A híradó eszközök szállítása lovon, öszvéren, kocsin vagy emberek hátán történt. Az eszközök javítását már külön szolgálati ág végezte: a táviró-szer-

század. 1 műhely, 3 anyag és 1 vonat szakaszból állott. (A „vonat” a szállítással foglalkozott.) Az anyagszállítók a háború kezdetén fogatolt járművel (lovaskocsi), később gépjárművel történtek.

A híradógyűjteményben a jelképként kiállított zászlón, galambon kívül korabeli távbeszélőkészülék és a Hughes táviró látható.

## II. világháború

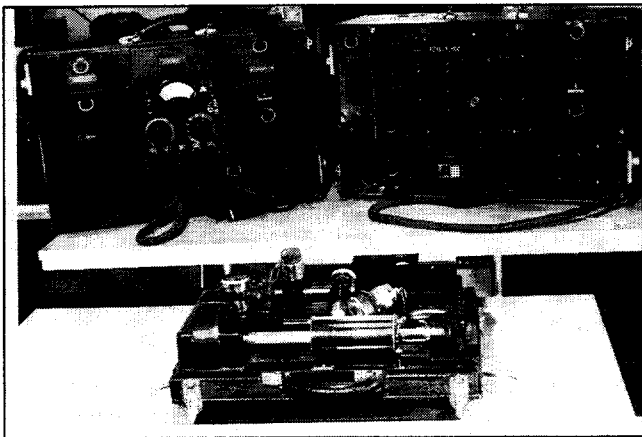
Az első világháborút elvesztettük. Az 1920-ban aláírt békeszerződés teljes katasztrófa volt az egész nemzetre. Az antant hatalmak meghatározták a haderő létszámát, a fegyverzet minőségét és mennyiségét, elrendelték a felesleges fegyverek és lőszer leadását.

A hadsereget teljes elsorvasztásra ítélték. A fejlesztés csak 1927-ben indulhatott. 1928-tól már nyíltan hangoztattuk, hogy Trianon részünkre igazságtalan volt. Megkezdtük a haderőnk fejlesztését. Partnereink a németek és az olaszok lettek, de folyt kereskedelem a semleges államokkal is. Az ipar fejlődésnek indult, fellendült a híradástechnikai ipar is.

Újabb kisüzemek alakultak a régiék mellé és megindult a magyar alkatrészgyártás is. Híradástechnikai cikkeinkre külföldi megrendeléseket is kaptunk. Különösen fejlődésnek indult a rádiógyártás. Megkezdődött a speciális igényeket támasztó repülő- és harckocsi-rádiók tervezése, gyártása. A tervezést a Haditechnikai Intézet mérnökei végezték, akik ellenőrizték a gyártást is. Egyébként a hadiüzemekben katonai parancsnok felelt a termelésért. Híradásipari termékekért cserébe olyan alkatrészeket kaptunk, amelyeket a magyar ipar anyagihiány miatt nem tudott előállítani.

1938-ra a csapatok korszerű híradó eszközzel történő ellátása megtörtént. Magyarország Románia és Szlovákia hadba lépése után 1941. június 27-én belépett a háborúba. A Szovjetunió elleni hadműveletekben mint a hadsereg egyes csoportjainak szerves részei, a híradók is részt vettek. Feladataikat egy korabeli szabályzat az alábbiak szerint határozta meg:

A híradócsapat a vezetés nélkülözhetetlen eszköze. Telepíti és üzemben tartja a magasabb parancsnokságok hírendszereit. Feladata még az ellenséges hírendszerek felderítése, a saját hírváltás leplezése.



Német képtávíró a II. világháborúból

Tágabb értelemben a híradócsapat látja el a tábori postaszolgálatot is. Munkáját akkor végzi eredményesen, ha a szükséges hírhálózatot idejekorán telepíti, annak üzemét folyamatosan ellátja, a továbbításra váró jelentéseket, parancsokat gyorsan és pontosan juttatja el rendeltetési helyére.

Ennek a nélkülözhetetlen feladatnak az ellátására a hadtesteknél híradózászlóaljkat állítottak hadrendbe. A fővezérség híradását önálló híradózászlóalj biztosították. A hadtest híradását 4 századból: vegyes század (vezetékes és rádiós), vezetékes század, távíró építő század és távíró üzemeltető század állományából állt. A dandárok híradását önálló híradószázadok – azokon belül szakaszok – biztosították.

A hírrendszert vezetékes és központoszközök, rádiók, géptávírók s távírók biztosították. Továbbra is megmaradt a postagalamb híradás. Új elemként jelentkezett a tábori posta mellett a futárszolgálat. Feladata a minősített okmányok továbbítása gyalog, járművön vagy repülőn. A tábori postaszolgálat bonyolította a hadbavonult sereg és az otthon közötti levelezést, csomagküldést. A javítást és a híradóanyag utánpótlást a híradóanyag szolgálat szerszlopa biztosította. A szolgálat ellátását mintegy 50 féle híradó eszköz biztosította. Ennek java része magyar gyártmány, de előfordultak német, olasz, sőt zsákmányolt híreszközök is.

A II. világháborúban alkalmazott távbeszélő-berendezéseket feloszthatjuk katonai és postai berendezésekre. Főleg a távbeszélő-készülékek, központkapcsolók, vivőáramú berendezések, transzlátorok és más kisegítő eszközök tartoztak ebbe a csoportba.

Néhány nevezetes típus, mely a múzeumban is megtalálható: 1939-ben

és 1941-ben rendszeresített, bakelit dobozba épített, csepegő víz ellen jól védett, több üzemmódban dolgozó távbeszélő-készülék katonai fejlesztésből. Postai berendezések közül az LB I fali, LB 24, LB 37 asztali helyitelepes készülékek, CB rendszerű CB-24, CB-35, valamint postai vonalvizsgáló telefonok. A hordozható távbeszélő-központokat a honvédség maga fejlesztette ki. Kapacitásuk szerint voltak 10-vonalas, 30-vonalas hordozható, 40-, 80-, 100-vonalas postai beépített központok. Az elektroncsövek alkalmazásával egyidőben megkezdődött a távbeszélő vonalak erősítése. A mobil és a stabil vezetékes hálózatot egyaránt erősítették. Hordozható erősítő készülék volt a 40 mintájú egységes tábori erősítő. A háborúban ideiglenesen kiépített és az állandó vonalakon igyekeztek a távbeszélő-csatornák számát növelni. Ezt transzformátor elvén működő átvivőcsévével, majd elektroncsöves felépítésű vivőáramú berendezésekkel érték el. Négycsatornás változat a 41 M, hatcsatornás változat a 42 M elnevezésű tábori vivőberendezés, négyeres táborkábeleken biztosították a kívánt csatornaszámot. A negyvenes évekre kialakultak a géptávíros híradás kellékei is. A német gyártmányú Siemens gépeket alkalmazta a magyar hadsereg. Típus szerint az STG-1 és STG-2 aritmikus rendszerűket. Megmaradt a kisebb teljesítményű, de üzembiztosabb HELL géptávíró is.

A géptávírócsatornák mennyiségének fokozására szintén kifejlesztettek készülékeket. Ezek a frekvenciasávnak a teljes, vagy a távbeszélésre nem használt sávjában működtek. Feladatuk a géptávíró-csatorna és a távbeszélő csatorna egyidejű biztosítása. A már említett 4 és 6 csatornás géptávíró változat mellett alkalmaztak német távbeszélő

vivőrendszereket is. H 1 – H 4 berendezéssel egy távbeszélő-vezetékpáron adtak, a másikon vettek. Erre a célra külön kábelt fejlesztettek ki, amely nehézvezeték elnevezéssel került a köztudatba.

A vezetékeket a katonák vezetéképítő felszerelések segítségével építették. Könnyű és nehéz változata a múzeumban látható. Az építés gyalog, a szállítás járművel történt. A háborúban különös jelentősége volt az ellenség területén már kiépített postai összeköttetéseknek. Ezt újjáépítés után rövidesen alkalmazták. Abban az időben a vezetékrendszer oszlopokra épített légvezeték volt. A táborképeket csak a leágazásokra, kisebb alakulatok közötti összeköttetésekre, valamint hiányzó vezetékek pótlására alkalmazták.

A második világháborúban előtérbe kerültek a rádiók. Minden repülőgép, harckocsi, páncélozott jármű rádióval volt ellátva. A gyalogságnál és a gépesített csapatoknál is megjelentek a hordozható és járműbe épített, vagy járművön szállítható rádiók. A vevőkkel együtt a háborúban mintegy 20 típust alkalmaztak. Fontosabb adataikat az alábbiakban ismertetem.

Az R/1 rádiókészülék hordozható, elektroncsöves, közös dobozba épített adó-vevő. Távbeszélőüzemben működött, de távírójelek vételére is alkalmas volt. Az adónak és a vevőnek már voltak közösen használt alkatrészei. A skálakalibrálás hullámfolyószámokban történt, mint minden katonai készüléknél. Ez azt jelentette, hogy a skálára frekvencia helyett folyószámokat



R/1: az első elektroncsöves adó-vevő



írtak, részben a titkosság, részben az egyszerűbb feliratozás miatt. Frekvenciatérjedelme 980 kHz-től 7550 kHz-ig terjedt. (611-től 677 folyószámig). Áramforrása egy 4,5/120 V-os száraztelep volt. Az adás és vétel időaránya esetén a telep 75 órás üzemidőt biztosított. Antennája: keretantenna. Kristály ellenőrzése nem volt, így keresés nélküli összeköttetésre nem volt alkalmas. Szállítása háton történt, 1 fő kezelte. Telepítési illetve bontási ideje 2 perc volt. Hatótávolsága attól függött, hogy milyen típusú készülék volt az ellenállomás. Saját típusal, sík terepen 600 méter, R/2 típusú rádióval 1 km. A készülék tömege 10,9 kg, a tartozékoké és tartalékanyagé 1 kg. Készletébe tartozott egy 1935 mintájú beszélőszelence, egy 1930 M szerszámtáska, 7 db elektroncső, 4 db izzólámpa, egyes fejhallgató, hívójel-hívónév táblázat és a kivethető keretantenna.

Az adókészülék egy elektroncsővel, öngerjesztéses üzembn, rácsmodulációval dolgozott. Adócsöve G407 típusú, amely vételnél a vevő egyik erősítőjeként dolgozott. A vevő 4 elektroncsöves audion kapcsolású. Csövei KF-4 jelölésű pentódák voltak. A rádiót 1942-ben továbbfejlesztették.

A továbbfejlesztett változat 8 elektroncsőre felépített, távbeszélő és távíró üzemmódban dolgozó készülék volt. R/1-a megnevezéssel rendszeresítették.

Az R/2 rádiókészülék távíró és távbeszélő üzembn dolgozó, hordozható, elektroncsöves felépítésű adó-vevő egy közös dobozba volt beépítve. Kis teljesítményű rádió, 1937-ben rendszeresítették. Gyakrabban az R/1 rádióval dolgozott egy forgalmi rendszerben, hullámterjedelme is megegyezett vele. Kezelő személyzete 1 fő, üzembn helyezési ideje 1 perc. Szállítása háton történt hevederek segítségével. Tömege 16,5 kg. Hatótávolsága függött a terepviszonyoktól. Távíró üzemmódban 2 – 3 km, távbeszélő üzemmódban 0,5 – 1,5 km. Áramforrása egy fűtő- és egy anódtelpepből áll, melyeket egybeépítettek. Üzemideje az adás és vétel arányától függött, átlagban 100 óra. Antennája keretantenna. A frekvencia ellenőrzése „koppanó kvarccal” történt, a helyesbítése pedig kiegyenlítő kondenzátorral. Ez lényegében megfelelt a kvarc hitelesítés fogalmának. Ha a beállított és a kvarc felharmonikusainak frekvenciája megegyezett, akkor a távírász a fejhallgató-



Telepített R/3 a 40-es években

ban egy „koppanó” hangot hallott. Amennyiben a frekvencia eltért, a hangolható oszcillátort kapacitívan utánhangolták. Frekvenciatérjedelme 4980 kHz-től 7250 kHz-ig terjedt. (611 – 677 hfsz.)

Az adó egy LO-410 típusú ikercsőre volt felépítve. A cső egyik fele mint oszcillátor, másik fele mint modulátor működött, fűtőfeszültsége 4 V, anódfeszültsége 120 V. Tápegységként az egyszerű és a gyors telepcsere érdekében a katonai rádiókhöz külön telepeket készítettek, még az ötvenes években is. A készülékben a billentyűző üzemmódban az anódfeszültséget szagatták. A kimenőteljesítmény ellenőrzésére glimmlámpát alkalmaztak. Távbeszélő üzembn a mikrofon rezgéseit egy transzformátoron keresztül a modulátorcső rácsára juttatták. A négycsöves vevő már szuperheterodin elven működött (az R/1 egyenesvevő volt). Fokozatai: nagyfrekvenciás erősítő, önrezgő keverő, középfrekvenciás erősítő és hangfrekvenciás erősítő. Kimenetén transzformátoros csatolásban a fejhallgató szólaltatta meg a távbeszélő vagy hangzótávíró jeleket. A vevő szelektivitásának növelésére hangolt sávszűrőket alkalmaztak. A frekvencia hitelesítésére két kvarckristály szolgált, egyik a sáv elején, a másik a közepén.

Az R/3 rádióállomás közepes hatótávolságú, hordozható, illetve szállítható, egy dobozba épített, elektroncsöves felépítésű adó-vevő készülék. Szükség esetén 3 folyószámon kapcsolatot tudott teremteni az R/1 és R/2 készülékekkel, 6 folyószámon pedig az R/6 készülékekkel. Az átfedésnek hadrendi okai voltak. A rádióval középvezetői szinten kapcsolatot tarthattak az alárendeltekkel (R/1 és R/2) és az elől-

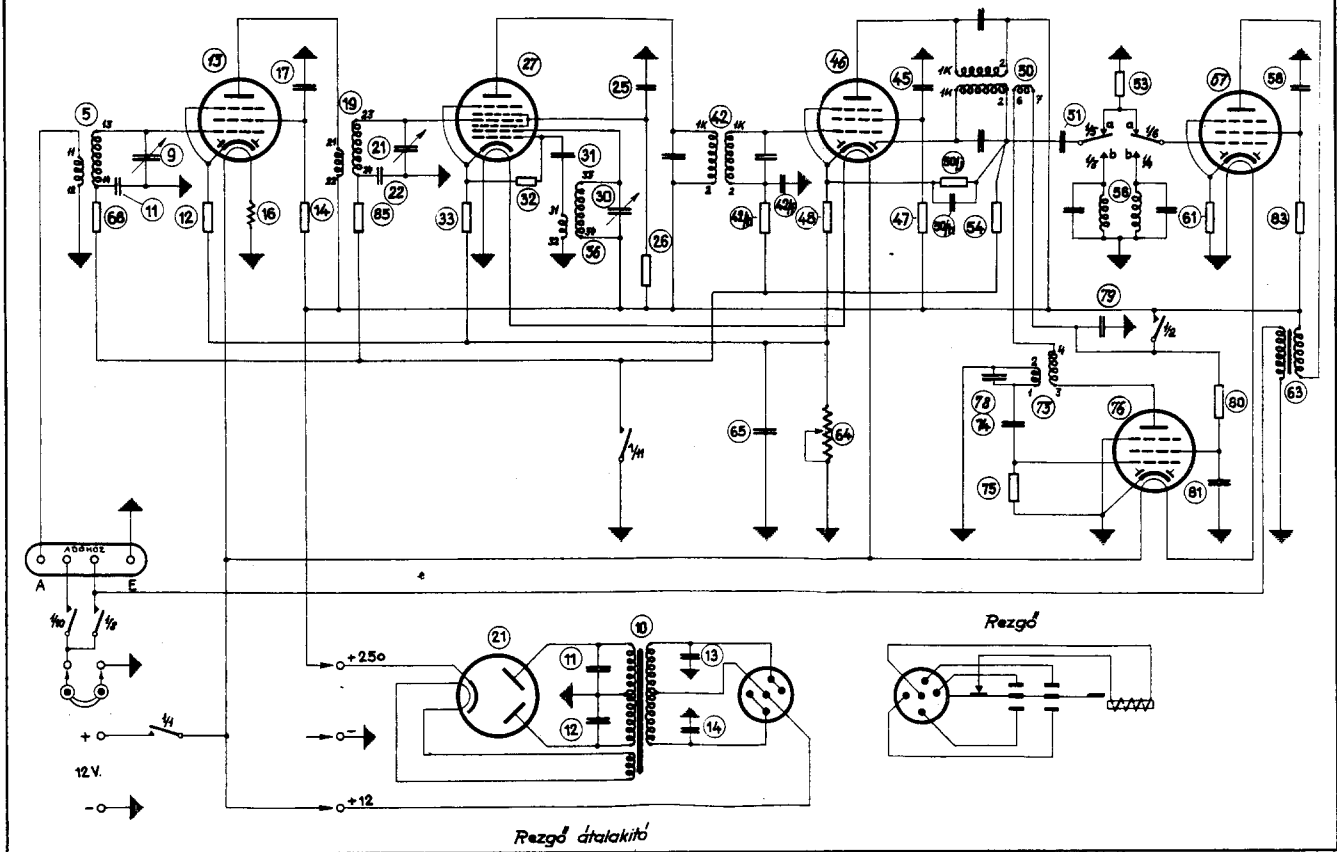
járóval (R/6). Frekvenciatérjedelme 2570 kHz-től 5010 kHz-ig terjedt. Folyószámokban 293 – 613-ig. Fő üzemmódja a távbeszélő, kiegészítő üzemmódja a távíró. Közbeszélési lehetőség az ellenállomás részéről csak távíró üzembn volt. Az állomás egységei: adó-vevő, áramforrásszekrény, magasantenna. Hatótávolsága keretantennával, sík terepen, távíró üzembn 10 km, magasantennával 40 km. A vevő érzékenysége 1-2  $\mu$ V. Az adó táplálását egy kézi hajtású áramfejlesztő szolgáltatta, mely egyfolytában 15 percig működhetett. A vevőt akkumulátorról és száraztelepről lehetett táplálni. A fűtőfeszültséget 3 cellás lúgos akkumulátor, az anódfeszültséget 135 V-os száraztelep biztosította. A rádióállomáshoz két távírászt rendeltek. Települési ideje az antennától függően: keretantennával 5 perc, magasantennával 10 perc. Az állomás teljes tömege 48,5 kg. Lovon, öszvéren, szekéren vagy gépkocsin szállították. Az adó-vevő frekvenciáját közös hangológommbal lehetett beállítani. A kezelőszerveket a könnyebb kezelés érdekében színezték, az adóé piros, a vevőé kék színnel, a közös kezelőszerveket fehérrel.

Az adó három elektroncsőre felépített, amplitúdómodulált. Fokozatai: oszcillátor, modulátor és az erősítő. Heising modulációval dolgozott. A frekvenciasávot három kvarccal hitelesítették. A vevő öt elektroncsőre felépített, szuperheterodin rendszerű, távíró és távbeszélő üzembn vételére alkalmas. Felépítése az ismert klasszikus szupervevő: nagyfrekvenciás erősítő, hangfrekvenciás erősítő-demodulátor, helyi oszcillátor és keverő, középfrekvenciás erősítő. A bemenőkörök már biztosították a tükröszelektivitást, fix hangolási sávszűrői pedig a közelszelektivitást.

Érdekessége a külön áramfejlesztő gép volt. Kézi hajtással működött, az egyik katona állandóan tekerte. A gerjesztést állandó mágnesek biztosították. Forgórésze kis- és nagyfeszültségű tekercsekből állt, melyhez két áramszedő csatlakozott. A leadott egyenáramú feszültség 5,2 V és 260 V. Fűtésre 1,1 A, anódtérhelésre 30 mA áramot biztosított. Ha a fordulatszámot növelték, a dinamó a vevő akkumulátorát is töltötte. A szükséges hajtási sebességeket a kezelő részére a „csillagjelzőn” megjelölték.

A magasantenna egymásba dugaszolható, 0,75 m hosszú Al csövekből

*R/4. és R/7-a. vevő elvi kapcsolása.*



*Az R/4 és R/7-a vevő elvi kapcsolása*

összerakható 3 méteres tartószerkezetből és a 10 m hosszú dipólantennából állt. A rádióállomáshoz még távrabeszélő készüléket is rendszeresítettek, ami lehetővé tette az állomás 60 méterről történő távvezérlését. Kétféle egység tartozott hozzá, az egyik a parancsnok mellett, a másik a készülék mellett települt. A kettőt kábel kötötte össze. Tömege 10 kg. Később kifejlesztett változatával a vezérlési távolságot 1 km-re növelték.

Az R/4 és R/4-T harcckocsirádiók voltak az első magyar gyártmányú berendezések. (A vásárolt, például német gyártmányú harcckocsikban az eredeti rádiókat meghagyták.) Az R/4 rádióállomást a „Csaba” páncélosgépkocsin, az R/4-T rádióállomást a „Turán” parancsnoki harcckocsiban rendszeresítették. Mozgás közben korlátantennával, álló helyzetben kitolható 6 m magas botantennával dolgozhatott.

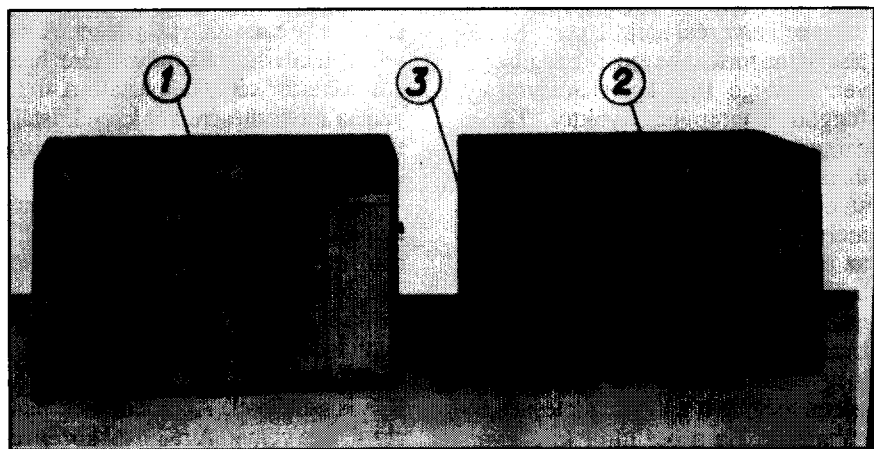
Frekvenciaterjedelme 340 kHz-től 2270 kHz-ig terjedt. Folyószámokban 120 – 263 hfsz-ig. Skálabeállítási pon-

tossága 0,5 kHz. Teljesítménye táviró üzemben 20 W.

A vevő szelektivitása  $\pm 6$  kHz/20 dB, tükröselektivitása 55 dB. Ha a vevő első csövének rácsára 25  $\mu$ V nagyságú, 30%-osan modulált jelet adtak, akkor a 4 k $\Omega$ -os fejhallgató kime-

neten 10 V hangfrekvenciás feszültséget mérhettek.

Fő egységei: az adó, a vevő, az áramátalakító, 12 V-os akkumulátor, töltődinamó, rádiózavarszűrő és az antennák. Az adó teljesítménye átkapcsolhatóan 10 és 20 W. Három elekt-



*Az R/4-T adó és vevő*



roncsőre felépített, fékezőrács modulációjú, amplitúdómodulált, távbeszélő és táviróüzemben dolgozó egység. Vevője négycsöves, szuperrendszerű. A távirójelek vételére külön cső szolgált. A frekvenciabeállítás mindkét egységnél mechanikusan programozható volt a könnyebb és gyorsabb frekvenciaváltás érdekében. Az adónál az antennát is programozni lehetett. A frekvenciapontosság 500 Hz, beállítása a már ismert kvarc hitelesítési módszerrel. Utánhangolás: kondenzátorral.

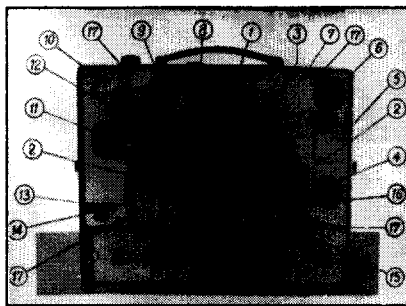
A forgó áramátalakító a 12 V-os akkumulátor feszültségét felhasználva 500 V anódfeszültséget biztosított. Teljesítménye 125 W, optimális fordultszáma 4000/perc. Savas akkumulátorának kapacitása 180 Aó.

Az adó tömege 23,5 kg, a vevő tömege 18,5 kg. Hatótávolsága függött a terepviszonyoktól, az antennától és az üzemmódtól. Például korlátantennával, táviróüzemmódban 20 km-re, botantennával 30 km-re, 9 méteres T antennával 160 km-re tudott összeköttetést biztosítani.

Összeköttetést tudott teremteni a gyalogságnál és a gépesített csapatoknál rendszeresített R/7-a típusú rádióval vezetés vagy együttműködés céljából. A harcokcsi személyzete kezelte a védősisakba épített fejhallgató, átkapcsoló és gégemikrofon segítségével.

A harcokcsirádió R/4-T változata hasonló volt az R/4-hez. Csak 20 W-os változata volt, és áramszükségletét 2 db párhuzamosan kapcsolt 12 V-os, 150 Aó kapacitású akkumulátor biztosította.

Az R/5 és az R/5-a rádiókészülékek voltak a harcokcsik alapvető rádiótípusai. A „Toldi” és a „Turán” harcokcsikba építették be. Távbeszélő, táviró és hangzótávíró üzemmódban forgalmazhatott. Áramszükségletét a harcokcsik akkumulátora biztosította. Az akkumulátort a harcokcsi motorjáról meghajtott dinamóval töltötték. Az adó anódfeszültségét forgó áramátalakító, a vevő feszültségét rezgőátalakító szolgáltatta. Az adót és a vevőt közös dobozba építették. Néhány fokozata adáskor és vételkor azonos volt. A frekvenciát két folyószámra előre be lehetett állítani, váltáskor csak egy kart kellett elfordítani. Kezelőszerve a szokásos sisakhallgató a gégemikrofonnal. A vevő távbeszélő üzemből automatikus hangerőszabályzással rendelkezett. Másik újdonsága, hogy az adott távirójeleket a vevőben is hallani lehetett,



Az R/5-a adó-vevő

ami a kezelő számára megkönnyítette a táviratozást.

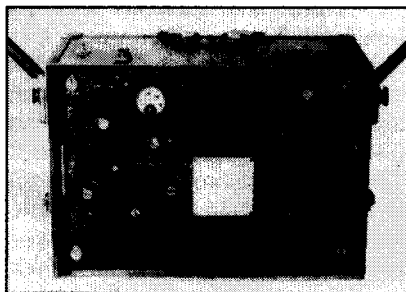
Frekvenciaterjedelme 2570 kHz-től 2760 kHz-ig terjedt. Hatótávolsága például távbeszélő üzemből, mozgás közben, sík terepen, korlátantennával 5–7 km, álló helyzetben, irányított keretantennával 20–30 km.

Az adó-vevő tömege 26 kg volt. Az adó OS 12/500 típusú pentódára és ECH3 trióda-hexódára épült. A vevő 4 csöves, szuperrendszerű, táviró és távbeszélőjelek vételére alkalmas. Az ECH3 összetett csövet az adóban mikrofonerősítőként és oszcillátorként, a vevőben oszcillátorként és keverőként használták. A demodulálást és a hangfrekvenciás erősítést EBF2 típusú csővel oldották meg. Ez a cső végezte az automatikus hangerőszabályozást is.

A forgó áramátalakító az adó anódáramát biztosította, a rezgőátalakító (vibrátor) a vevőt. A dinamót a harcokcsi motorjáról hajtották, feladata az akkumulátorok töltése. A töltési rendszerben alkalmaztak túláram és túltöltés védelmet. Az akkumulátorok típusa ólomakkumulátor, elektrolitként kén-savat alkalmaztak.

A harcokcsi keretantennája egy bőrrel bevont acélkengyel, melynek egyik végét a harcokcsikhoz, másik végét a rádiókészülékhez csatlakoztatták.

Az R/6 rádiókészülék közös fémdobozba épített, táviró és távbeszélő üzemből dolgozó, amplitúdómodulált



Az R/6 gyalogsági rádióállomás

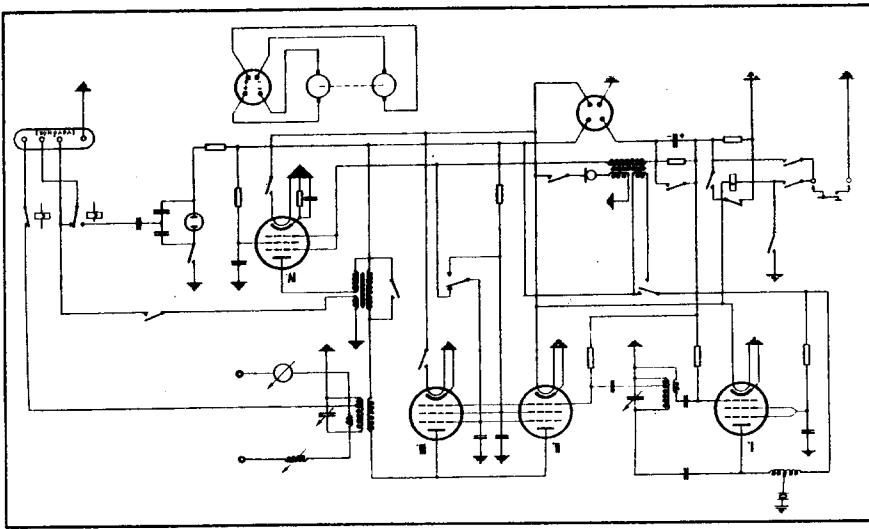
rádió adó-vevő. Alkalmazhatóságát több készletezett antennával biztosították. Gépkocsin, szekéren vagy alkalmi járművön szállíthatták.

Keretantennával 247-300, magasantennával 148 – 192 hullámfolyószámra dolgozott. Frekvenciában meghatározva 2110 – 2640 kHz és 1120 – 1560 kHz. Hatótávolsága 10 – 30 km. A rádióval menet közben is lehetett forgalmazni.

A rádióállomás készletét úgy alakították ki, hogy lovaskocsira az ún. „kocsibetéttel” volt rögzíthető, míg hegyekben alkalmazva több málfhaegységben lovakra vagy öszvérekre is málfházhatók. A rádióállomás teljes tömege áramforrással, antennákkal, állomással 244 kg. A rádió különlegessége a közbelépési lehetőség volt, ami az adásközbeni belépési lehetőséget biztosította. Rendszeresített állománya 3 fő, telepítés után a kezelést 2 távirász végezte. Telepítési ideje keretantennával 5, magasantennával 11 perc normaidő volt. Az adó 3 fokozatú: oszcillátor, modulátor, erősítő. A vevő szintén 3: nagyfrekvenciás erősítő, egyenirányító (audion), hangfrekvenciás végerősítő. Az adóban P430 típusú triódákat, a vevőben HP212 típusú tetródákat alkalmaztak. A kimenőteljesítményt glimmlámpa indikálta.

Áramforrásuk adásnál akkumulátor és kézi hajtású áramfejlesztő, vételnél akkumulátor és 132 V-os szárazelem. Az akkumulátort a kézi áramfejlesztőről tölthették. Keretantennája bőrrel bevont, ívalakú fém cső, magasantennája 3 méteres árbocra akasztott 20 m hosszú réz sodrony, két 10 m-es ellensúlyal és 2,4 méteres bevezető kábelrel. Tartozékai között volt egy sokszögű sátorponyva, C-1 típusú rejtjelező eszköz, HIR feliratú állomás-zászló, akkumulátoros lámpa, szerelések táskák, okmányok az állomás munkájának dokumentálásához. Főként a dandárnál alkalmazták.

Az R/7 rádió-család 3 változata: az R/7 alapkészülék, az R/7-a és az R/7-L változatai túléltek a második világháborút, és a megalakult új honvédségnél is szolgáltak, kiegészítve a fejlesztéseket. Az alapkészüléktől az eltérések az alábbiak voltak: frekvenciaterjedelemből az L típus 3750 – 8600 kHz volt, míg az alaptípus 840 – 2270 kHz (120 – 263 folyószám). Az „a” változat 10 és 20 W kimenőteljesítményt biztosított, míg az alapkészülék 1 W-os volt. Eltérés volt az áramszolgáltatásban is. Az



Az R/7-a adó elvi kapcsolása

alapkészüléket kézimeghajtású generátorral szerelték fel, az „a” és L változatokat lábhajtású áramfejlesztővel látták el. A készülékek hatótávolságai változóak voltak, nemcsak a teljesítmény eltérés, hanem a különböző antennák miatt is. Mindhárom típusnál az adó-vevő közös dobozba került, közösen működtetett fokozatokkal.

Az R/7-a rádiókészüléket 1939-ben kezdték gyártani. Külön adó és vevő egységből állt. Korszerű kapcsolási elveket valósítottak meg építésében. Az eddigi rádiók teljesítményének a 10-szeresét tudta. Gépkocsiba épített változatban gyorsan telepíthető, megbízható, mostoha időjárási viszonyok között is kényelmes elhelyezést biztosító rádióállomás volt. A híradócsapatok kedvelt állomása. Frekvenciaterjedelme megegyezett az R/4 rádióállomásával. Két üzemi frekvenciát lehetett rögzíteni, ami gyorsította az áthangolást. Hatótávolságai: tetőantennával, táviró üzemben 40 – 120 km, tábeszélő üzemben 20 – 60 km, 9 m-es T antennával 150 – 250 km. Táviró üzemnél közbelépési lehetőség, távbeszélő üzemben párbeszéd volt lehetséges. A háttérzaj csökkentésére gégemikrofont is rendszeresítettek. Két változatban alkalmazták: beépítve és mobilizáltan.

Az adó 4 db OS 12/500 típusú, közvetett fűtésű pentódára épült. A kimenőteljesítmény átkapcsolóval 10 és 20 W-ra volt beállítható. A teljesítményerősítőt a fékezőrácsán modulálták távbeszélő üzemmódban. A billentyűzés jelfogó segítségével a rácsban történt. A végfokozatot forgókondenzátorral, az antennakört variométerrel hangol-

ták. Az üzemi frekvencia pontos beállítására koppanó kvarccal történt.

A vevőt külön dobozba építették, ami lehetővé tette a kétirányú forgalmat, ha szükséges volt. A korszerű készülék kétszer transzponált, superheterodin, külön táviróoszillátorral ellátott, hétfokozatú elektroncsöves felépítésű. Csövei: ECH3, EBF2 és EZ2 típusúak voltak. Szelektivitása 6 kHz elhangolásnál 20 dB, tükröselektivitása 55 dB. A vevő tápáramellátása 12 V-os vibrátorral történt.

Az adó 500 V-os anódfeszültségét forgó áramátalakító szolgáltatta. Leadott teljesítménye 4000/p fordulatonál 125 W. A lábhajtású generátor fordulatszáma a pedáltengelyen 52/p, a generátor tengelyén ez 3500/p. Az adó fűtő és anódáram szükségletét látta el 10 W-os üzemben.

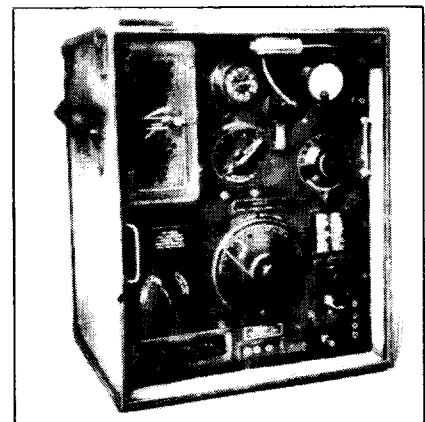
Gépkocsiba épített változatnál a töltőáramot Bosch RKC 200/12 típusú, 200 W-ig terhelhető dinamó látta el. Fordulatszáma 950/p. Feszültség szabályozóval volt ellátva. Legnagyobb töltőfeszültsége 15 V. Az akkumulátorok töltését biztosította. Az állomás teljes tömege 120 kg volt.

Az R/8 rádiókészüléket 1932-ben rendszeresítették a Magyar Királyi Honvédség híradócsapatainál. A külön adóval és -vevővel rendelkező készülékcsoportot 32 M Rába-Krupp zárt felépítményű gépkocsikba építették. Távbeszélő és táviró üzemmódban dolgozó rövidhullámú állomás volt. Állóhelyben adásra és vételre, menet közben csak vételre volt alkalmas. Frekvenciaterjedelme: 0,15 – 1,5 MHz (1 – 186 folyószám). Hatótávolsága anten-

nától függően változott. Sík terepen, 17,5 m magas ernyőantennával, táviró üzemben 500 km; távbeszélő üzemben a fele; 9 méteres T antennával, sík terepen, táviróban 250 km. A hatótávolságok hegyes terepen 30%-kal csökkentek. Az áramellátást aggregátor biztosította, amely egy 30 M benzomotorból és egy 32 M generátorból állt. Tartozékként szerepelt egy 32 M hullámmérő, kapcsolótábla, antennahangoló pótkerecs, szerszám- és világító készlet, tartalékanyag készlet, C-1 típusú rejtjelző eszköz és állomásokmányok. Az adó 31 kg, a vevő 19,5 kg tömegű, az állomás teljes felszerelése 450 kg.

A készülék korának megfelelően kezdetlegesebb volt, mint utódai. Az adó három elektroncsőre épült: az oszcillátor O40/1000, az erősítő és a modulátor O75/1000 típusú triódákra. Fűtőfeszültségük 10 V, anódfeszültségük 800 V. A berendezést egy vízhatlan vászonnal bevont fadobozba építették. A modulátorfokozat csak távbeszélő üzemet tett lehetővé. A billentyűzés a végfokozatban történt. A vevő 7 elektroncsöves, superheterodin felépítésű, táviró és távbeszélő üzemmódban dolgozó, G407, LO-410 és G405 csövekkel működő, 50 V-os anód- és 6 V-os fűtőteletet igénylő készülék volt.

A rádiókészüléket később továbbfejlesztették és R/8-a megnevezéssel került a forgalomba. Az adó frekvencia pontosságának ellenőrzésére hullámmérő helyett kvarckristályt építettek be. Lehetővé tették az oszcillátor utánhangolását, az anódfeszültség mérésére külön műszert építettek be. A vevőt kicserélték. A 6 elektroncsőre felépített, superheterodin rendszerű, korszerű kapcsolású, 0,1 – 3 MHz frekvenciaterjedelmű vevő már jobban alkalmazkodott a növekvő igényekhez. A tápfe-



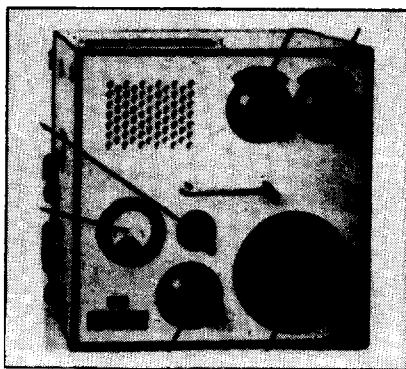
Az R/8 adója

szültséget vibrátor állította elő 6 V-os akkumulátor segítségével. Már hálózatról is működött, ilyenkor a tápfeszültséget a vevő részére egy anódpótló biztosította. Tömege 24 kg. A csövei a korszerű E sorozatiak voltak: nagyfrekvenciás erősítő és keverő EF4 pentóda, az oszcillátor EBF2, kf-erősítő EBF2, ECH3 további erősítő és egyenirányító, EBF2 hangfrekvenciás erősítő. Újdonság volt még a fém doboz, az előlap megvilágítása, a háton történő szállítás megoldása, két rögzíthető frekvencia, technikailag a táviró-zavarcsűrés. 1939-ben rendszeresítették.

Az R/9 rádióállomás a nagy teljesítményű rádiók csoportjába tartozott. Külön adóból és vevőből állt. Frekvenciaterjedelme 150 – 600 kHz-ig terjedt. A gépkocsiba épített, távbeszélő és táviró üzemmódban dolgozó korszerű rádióállomást a hadtest és hadsereg vezetési szintjén alkalmazták. Hatótávolsága az antennától függően változott. 17,5 m magas T antennájával, táviró üzemben 500 km, távbeszélő üzemben 200 km, 9 m magas T antennával, kedvező terepviszonyok között (sík terepen) ugyanezeket a távolságokat biztosította. Vevője szuperheterodin, korszerű elektroncsövekkel megépített, jó érzékenységű, táviró és távbeszélő-jelek vételére alkalmas. Az állomást zárt gépkocsiba építették. Áramellátását 3 × 380 V-os országos hálózatról, vagy a hozzá rendszeresített, benzín üzemű aggregátorról biztosították. A menetközbeni vételhez akkumulátorokkal látták el, amit a gépkocsi motorjáról meghajtott dinamó által előállított, egyenirányított feszültséggel töltöttek. Az állomás által felvett összteljesítmény 2,5 kW. Az áramforrás üzemanyagfogyasztása 4 liter/óra. Telepítési ideje 20 perc. A vevő frekvenciaterjedelme jóval szélesebb mint az adóé: 100 – 3000 kHz.

Az R/10 rádióállomás külön adót és vevőt tartalmazó, folyamatosan üzemelő, gépkocsiba épített, korszerű, nagy teljesítményű rádióállomás volt. Itt már tapasztalható a magasabb frekvenciák felé az eltolódás. Adója 3,33 MHz – 20 MHz frekvenciaterjedelmű, vevője 0,075 – 20 MHz. A frekvencia eltolódott az átmeneti tartomány felé. Fő antennája 23 m hosszú, L alakú. Távbeszélő, táviró és hangzótávíró üzemmódban működött.

Hatótávolságai: állóhelyben, sík terepen, felületi hullámokkal 40 km-ig, térhullámokkal 200 – 10000 km-ig bizo-



Az R/11 adója

tosított összeköttetést. Táparamellátása 3 × 380 V-os országos hálózatról vagy az állomáshoz rendszeresített aggregátorról. Az állomás által felvett teljesítmény 6 kW. Az áramforrás üzemanyagfogyasztása 10 liter/óra. Állománya 10 fő. Telepítési ideje 50 perc. A második világháborúban a harcoló csapatok és a fővezérség között használták.

### Repülőrádiók

A rádiótípusok között a legkorszerűbbek voltak. Kis méretük, egyszerű kezelésük, több rögzített frekvenciájuk lehetővé tette a repülőgépeink egymás közötti és a repülőtér közötti üzembiztos összeköttetést. Általában hosszúhullámon dolgoztak, fő üzemmódjuk a távbeszélő. A feszültséget a működtetéshez a repülőgép motorjáról meghajtott dinamóról vették. Összeköttetésben lehettek az R/6 repülőirányító és az R/7-a vezetési rádióállomásokkal. Külön adójuk és vevőjük volt.

Antennájuk általában a szárny- és uszályantenna volt. Típusai: R/11, R/11-a, R/12 hosszú- és rövidhullámon, R/13, Fu.Gx hosszú és rövidhullámú változatban, Fu.G 16 szintén két változatban. Vevőként a légierőnél a 42 M típusú irányvevőt (Peil G VI.) alkalmazták.

Az R/11 repülőrádiót a kétülékes felderítő repülőgépekben rendszeresítették. Nagy frekvenciaterjedelem, viszonylag kis tömeg, nagy teljesítmény jellemezte. Kezelése egyszerű volt, adásról vételre átkapcsolni a mikrofon beszélőváltójával lehetett. Távbeszélő és táviró üzemben tartotta a repülőtérrel a kapcsolatot. Belső beszélgetésre is alkalmas volt. Frekvenciaterjedelme: adó 0,15 – 1,5 MHz, vevő 0,25 – 5,97 MHz. A kimenőtelje-

sítménye 35 W. Hatótávolsága tiszta légkörben, távbeszélő üzemben 50 – 80 km, táviró üzemben 200 – 300 km. Az összeköttetés távolsága a földi állomás típusától is függött. R/7-a rádióval 300, R/6 rádióval 100 kilométerre létesíthető kapcsolatot. Együttműködhetett még az R/8 és R/9 állomásokkal, valamint a bombázókban rendszeresített R/12 rádióállomással is.

Áramforrása a légcsvár által hajtott generátor és egy kétcellás ólomakkumulátor. A generátor az akkumulátort kb. 15 A-rel töltötte. Az állomás teljes tömege: 52,66 kg.

Antennája 70 m hosszú uszályantenna és egy segédantenna, amelyet költékreplés alatt és ködös időben a leszállásnál használtak. Az állomás részei: adó, vevő, generátor, kapcsolószekrény, billentyűszekrény, beszélőszekrény, antenna.

Az adó oszcillátora és kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítője O15/400 típusú. Tungram gyártmányú, közvetett fűtésű triódára épült. Kimenetét kapacitívan hangolták.

Távíró üzemben az oszcillátort billentyűzték, távbeszélő üzemben APP 4120 típusú csőre felépített modulátor fokozat is működött. Az adó hangzótávíróban 1000 Hz-cel modulálva tette hallhatóvá a távirójeleket. A nagy zaj miatt differenciál mikrofont használtak.

A vevőt három körzetre osztották a nagyobb frekvenciaterjedelem miatt. Három fokozata: HP4106 típusú pentóda NF erősítő, HP4101 csővel működő egyenirányító, és a HP4105 típusra felépített HF erősítő. A hangerőt a pilóta kézzel szabályozhatta. A vevő érzékenysége 20  $\mu$ V, 1200 méteren, ami akkor ilyen vevőnél jónak számított.

A repülőgép okozta zavarokat a vevő csöveinek és tekercseinek az árnyékolásával csökkentették. Ugyancsak árnyékolták a gyújtógyertyát is. A vevő állóhelyben is tudott működni, szárazzelemről biztosított 120 V anód- és akkumulátorról kapott 4 V fűtőfeszültség segítségével. 1936-ban rendszeresítették.

A Standard Villamos Rt., a Telefunken és a HTI még további rádiókészülékeket is kifejlesztett. Még a háború idején elkészült az R/14, R/15, R/16 és az R/17 elnevezésű rádióállomás. Távbeszélő, táviró és hangzótávíró üzemben dolgoztak. A nagy teljesítményű, nagy hatótávolságú rádiók közé tartoztak. 150 – 1000 km között bizto-

síttottak összeköttetést. Külön adóval és külön vevővel rendelkeztek. Antennájuk: 17,5 m magas ernyőantenna, 9 m magasra kifeszített T antenna, 25 m hosszú L alakú antenna, és 5 m-es botantenna. Minden állomást gépkocsiba építettek. Áramellátását aggregátor biztosította. Feszültségüksége:  $3 \times 380$  V, teljesítményfelvételük 15 kW körül volt. A vezetés felső szintjén alkalmazták őket.

Az adó-vevő készülékeken kívül a hadrendben alkalmaztak csak vevőkészülékeket is. Legelterjedtebb a 41 mintájú egységes és a 41 M hegyi vevő.

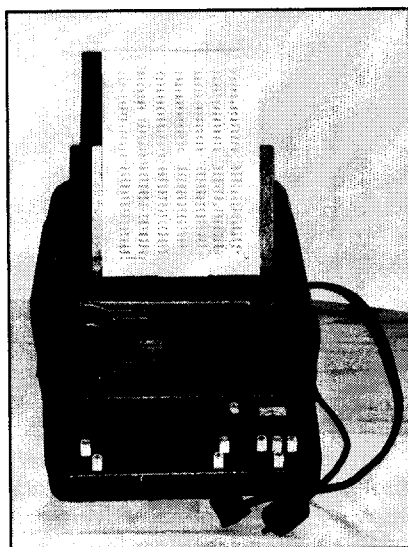
A 41 M vevőkészülék szuperheterodin, 9 fokozatú, távbeszélő és távirőjelek vételére alkalmas, elektroncsöves felépítésű készülék. Frekvenciatarományja: 100 – 1000 kHz. Antennaként 10 m-es bot, vagy 3 m hosszú szálanmennát használtak. Táplálását akkumulátor biztosította. A készüléket továbbfejlesztve Nehéz Egységes Vevő elnevezéssel még a háború után is alkalmazták a 60-as évekig.

A 41 M hegyi vevő 840 – 2270 kHz frekvencián dolgozott. Üzemmodjai: távbeszélő, keménytávíró, hangzótávíró. Antennája 3 tagú botantenna. Száraztelepről működött, feszültségei: 1,5 V/130 V, előbbi a csövek fűtésére, míg az utóbbi a csövek anódfeszültségének a biztosítására szolgált.

Megállapíthatjuk, hogy a második világháború végére a magyar híradástechnikai ipar megteremtette az akkori harcászati és technikai követelményeknek megfelelő katonai híradóberendezéseket. A rádiókészülékeket fokozatosan fejlesztették, méreteik egyre csökkentek, hatásosan alkalmazták a továbbfejlesztett magyar elektroncsöveket. Szuperheterodin, kisebb méretű csövekkel rendelkező vevőket gyártottak. A frekvenciaterjedelmet tágították a rövidhullám felső tartományába, biztosították a folyamatos áramellátást, növelték a teljesítményeket.

A háború befejezése után a megmaradt készülékekkel egészen az ötvenes évekig forgalmazhattak.

Sajnos a gyűjteménynek ezek a legszegényesebb területei. Már a háború elején kivontak néhány készüléket. A háború folyamán a harcokcsikkal együtt a harcokcsirádiók, a repülőkkel együtt a repülő rádiók többsége megsemmisült. Leginkább a gyalogsági kisebb rádiók maradtak meg, a nagyobb teljesítményű, gépkocsiba építettek vagy elpusztultak, vagy hadizsák-



*Csehszlovák gyártmányú géptávíró; 1962-től rendszeresítették*

mányként kikerültek a Szovjetunióba. A háború előtti vezetékes felszerelés a többségében viszont megmaradt.

### **Híradóeszközök a Magyar Néphadsereg első időszakában**

Amikor a II. világháború harci cselekményei elérték Magyarországot, 1944-ben megalakult Debrecenben az Ideiglenes Nemzeti Kormány. Ez vállalta, hogy alakulatot állít a még harcoló magyar és német csapatokkal szemben. Három hadosztály felállítását tervezték a háborús hadrendben levő szervezéssel. Így a hadosztály szervezésében híradó századok alakultak. A századhoz távbeszélő, rádiós és vezetékpítő szakasz tartozott. Technikai felszerelésük megegyezett a m. kir. Honvédség híradótechnikájával. Az elsőnek megalakult 6. önálló híradószázad felszerelését nehezen szedték össze. A rádiós szakasznak kezdetben például



*Rádióállomások távvezérlésre is alkalmas telefonkészülék a 70-es évekből*

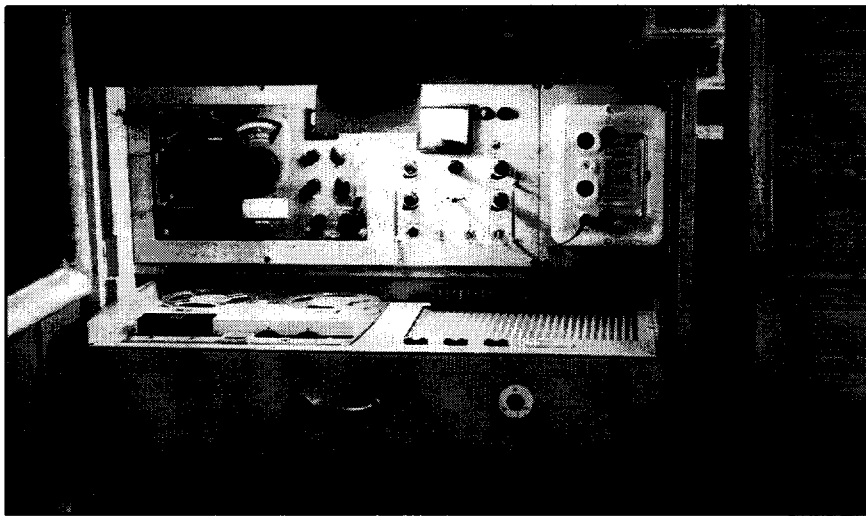
csak távbeszélőkészüléke és tábori könnyűvezetéke volt. A híradó katonák többsége, hasonlóan a többi fegyvernem katonáihoz, hadifogolytáborból került az alakulathoz. Néhány hazafias szellemű munkásférfi és nő is csatlakozott az új honvédséghez a felhívások hatására.

Az összegyűjtött híradóeszközökön kívül a frontra indulók szovjet rádiókat is kaptak. A magyar eszközök közül alkalmazták a 41 M távbeszélőkészüléket, a 39 M és 30 M mintájú 10 és 30 vonalas távbeszélő-központot, a 41 M építőfelszerelést, a rádiók közül az R/3, R/6, R/7, R/7-a és R/7-L típusokat. Két hadosztály kijutott ugyan Ausztriába, de harcokban már nem vettek részt. Hazaérkezésük után az 1. Ukrán Front alárendeltségében a hidak, vasutak, utak helyreállításában dolgoztak. A híradók a postai hírhálózat és objektumok újjáépítését végezték 1946-ig. Ezután, hasonlóan, mint az első világháború befejezése után, megindult a nagyarányú létszámcsökkenés. A hadsereg fejlesztésére és létszámának növelésére már csak akkor került sor, mikor biztossá vált, hogy a kommunista párt megszerezte a hadsereg feletti uralmat. Az 1948. novemberi katonai konferenciával lezárult a demokratikus honvédség korszaka és megkezdődött a néphadsereg története.

1948-ban egy önálló híradó zászlóaljnal az alábbi híradó eszközök voltak rendszeresítve: 39 M 10-es, 39 M 30-as távbeszélő-központ, H1 és H2 vívőfrekvenciás berendezés, 40 M géptávíró, könnyű és nehézvezeték, R/3, R/6, R/7 és R/14 rádióállomás. Az eszközök szállításához lovaskocsik, 12 db tehergépkocsi, 4 db személykocsi, 1 motorkerékpár, 9 db kerékpár állt rendelkezésre. A híradást a Honvédelmi Minisztériumban a Híradó osztály szervezte, ellenőrizte. Az anyagellátást, javítást a Honvéd Híradó Szertár állománya végezte. Külön híradása volt a határőrségnek, és önálló volt a rádiófelderítő század is.

### **A híradócsapatok átfegyverzése**

A Magyar Néphadsereg szovjet mintára történő átalakítása, létszámának nagyarányú növelése, tisztikárának teljes lecserélése, az új hadrend bevezetése az 1950-es párthatározatok hatására indult el. Az új hadrend meghatározta a híradóerők és -eszközök számát. Az újjáépített magyar hadiipar



Lengyel gyártmányú hangolvasó a 60-as évekből

megkezdte a hadianyagok és hadieszközök gyártását.

A híradócsapatok technikájában jelentős változás állt be. Teljesen lecserélték a rádiókat, a hordozható és szállítható távbeszélő-központokat. Megmaradt a távbeszélő-készülék, a géptávíró, a vezetékanyag, a vezetéképítő felszerelés. Az eszközök között külföldi gyártmányok is előfordultak, például német géptávírók, csehszlovák harcoksrádiók.

A rendszeresített rádióállomások fontosabb típusait és jellemzőit az alábbiakban ismertetem.

Az *R-10 rádiókészülék* távbeszélő üzemi, frekvenciamodulált, egy közös dobozba épített hordozható berendezés. Rövidhullámú, frekvenciaterjedelme 20 – 32 MHz. Század és zászlóalj viszonylatban alkalmazták. Adóteljesítménye 0,8 W. Hatótávolsága 10 – 15 km. Antennája bot és rombusz. Tömege 17,6 kg. 1 fő kezelte, telepítési ideje 5 perc. Szállítása háton, heveder segítségével. A vevő érzékenysége 2  $\mu$ V. Kiosztható frekvencia 240 darab. Táparamellátása: 2 db anódtelleppel és 1 db fűtőteleppel.

A szükséges feszültségeket a telepről leágazásokkal biztosították: az adó részére 150 V, a vevő részére 70, 80, 90 V. A fűtőtelep 1,5 V-os. A adó 4 fokozatú, FM jelek előállítására alkalmas 1T4T és 1L4 típusú telepes csövekre volt felépítve, a vevője 9 fokozatú, távbeszélőjelek vételére alkalmas, 1T4T és 3A4 telepes csövekre felépített, három középfrekvenciás erősítővel és két hangfrekvenciás erősítővel készült. Az antenna-ellensúlyként a készülék váza

szolgált. A közös bemenőkör miatt egyidőben csak adni, vagy csak venni tudott. Áramfelvétele a telepből adáskor: 50 mA anódáram, 450 mA fűtőáram, vételkor 25 mA illetve 225 mA. Az első katonai FM rádióállomás. Egyetlen hátránya a viszonylag rövid működési idő a telepes üzemmód miatt.

Az *R/20 rádiókészülék* amplitúdómodulált, távbeszélő és távíró üzemmódban dolgozó, átmeneti hullámsávban hangolható, hordozható, fémdobozba épített adó-vevő. Zászlóalj és hadosztály szinten alkalmazták. Frekvenciaterjedelme 1,5 – 5 MHz két körzetben előállítva. Adóteljesítménye 0,8 W. A adó-vevő közös frekvenciaskálán állítható, kalibrációja 50 kHz. A vevő érzékenysége távbeszélő üzemben 2-4, távíró üzemben 1,5  $\mu$ V. Hatótávolsága az antennától függően: sík terepen, távbeszélő üzemben, nappal, bottal 10 km, dipólanntennával 20 km, ugyanezekkel a feltételekkel távíróban 30 és 50 km. Éjjel a hatótávolság csökken. Áramellátása 2 db száraz anódtelep 150, 90, 60 V leágazásokkal, 1,5 V fűtőtelep.

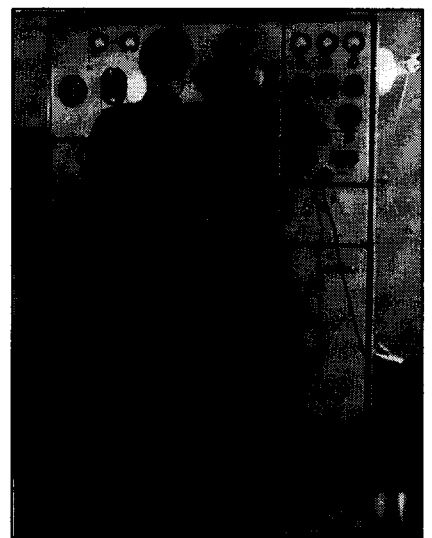
Két málhaegységet képezett, szállítása háton történt. Személyzete: 2 fő távírász. A készülék tömege 16,5 kg, a tartalék és tartozékanyagé a málhaláddal együtt 15 kg. Telepítési ideje: 10 perc. Kis frekvenciastabilitású AM készülék. Adója: rezgéskeltető, teljesítményerősítő, modulátor és a kvarc ellenőrző fokozatból épült fel. Vevője 9 fokozatú, szupervevő, második távíró oszcillátorral a távírójelek vételére. Kimenetén fejhallgatót működtetett. Elektroncsövei: 1-1 db DLL 101, 3A4, 3S4T, 1R5T és 6 db 1T4T. Áramfelvé-

tele: adó anódáram 35 mA, vevő 9 mA; fűtőáram: adó 450 mA, vevő 150 mA. Utánhangolás: kristállyal. Szűkített sávú távíró vételt is biztosított.

Az *R/30 rádióállomás* Csepel-130 típusú gépkocsiba épített, korszerű, mozgékony, rövidhullámú, folyamatosan üzemelő állomás. 1964-ig az első lépcsőben, majd a hetvenes évekig a hátszági alakulatoknál alkalmazták. Kivonására nem a rádió, hanem a gépkocsi előregedése miatt került sor. Beépítve is alkalmazták, évekig szolgált mint „karhatalmi rádióállomás”, ezredig bezárólag. Átmeneti hullámsávban dolgozott, távbeszélő és távírójelek adására és vételére képes, amplitúdómodulált, közepes teljesítményű, külön adót és vevőt tartalmazó, fűthető, kezelőnek kényelmes elhelyezést biztosító állomás volt. Hadtest, hadosztály alkalmazta, de megtalálható volt a légierők földi összeköttetéseihez biztosításában is.

Az adó 3 körzetben 1,5 – 12 MHz-ig, a vevő 6 körzetben 1,5 – 12,5 MHz-ig működött.

Átmeneti és rövidhullámú tartományban távíró, hangzótávíró, távbeszélő és Hell géptávíró üzemben biztosított összeköttetést. Adóteljesítménye: távbeszélő üzemben min. 14 W, távíró üzemben 40 W, vevőérzékenysége az üzemmódtól függően 1,5 – 10  $\mu$ V. Hatótávolsága 10 – 100 km, üzemmódtól, antennától, napszaktól változó. Állóhelyben és menetközben is összeköttetést tudott biztosítani. Antennái: osztorantenna 4 m, teleszkópanntenna 12 m, dipólanntenna 2  $\times$  20 m.



Az R/50 adó



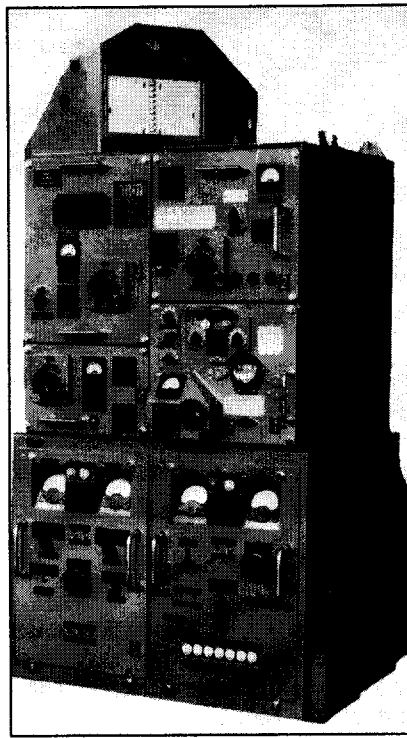
Táparamellátása állóhelyben 1,5 kVA benzinmotoros aggregátorról, menetben akkumulátorról meghajtott forgó áramátalakítóról. 2 akkucsoportja felváltva működött, összesen 6 db 6 V, 105 Aó kapacitású lúgos akkumulátorral rendelkezett. Az állomás tömege: 406 kg. Kezelőszemélyzet: 1 gépkocsivezető, 1 állomásparancsnok tiszthelyettes, 2 távirász. Telepítési ideje botantennával 4, teleszkóppal 8 perc. Az áramforrás 136 kg, benzinfogyasztása 1,5 l/6, olajfogyasztása 0,08 l/6. Feladata: az anódpótlón keresztül az állomás táplálása és az akkumulátorok töltése az akkutöltőn keresztül.

Az R/40 rádióállomás Csepel 350 típusú zárt felépítményű gépkocsiba volt beépítve. Az állomás az R/40 típusú adóról volt elnevezve. Az adó amplitúdómodulált, távbeszélő, táviró, hangzótáviró és géptáviró üzemmódban dolgozó nehéz rádióállomás. Frekvenciatérjedelme 2,5 – 20 MHz, amit 3 körzetben állított elő. Teljesítménye 25 – 100 W. Felületi és térhullámú antennáival 300 km-ig képes összeköttetést teremteni. Áramellátását 1,65 kVA-es aggregátor biztosítja. Az adó tömege 47 kg, a tápegység 66 kg, az antenna 300 kg, az áramforrás 120 kg.

Az állomás vevője az *Egységes Nehéz Vevő* (NEV) amely több rádióállomás vevője is volt. Széles frekvenciasávban dolgozó, távbeszélő, táviró jelek vételére alkalmas I. osztályú vevőkészülék. Hullámterjedelme 100 kHz – 30 MHz-ig terjedt. 8 körzete volt. Érzékenysége 8-10  $\mu$ V. 220 V-os hálózatról, vagy 12 V-os akkumulátorról működött. Tömege: 27,8 kg, kezelője 1 fő, telepítési ideje 5 perc. Az állomás személyzete: 1 fő tiszthelyettes állomás parancsnok, 1 fő gépkocsivezető, 2 fő távirász, 1 fő géptávirász. Az áramforrást a gépkocsivezető kezelte.

A géptáviró üzemmód biztosítására kifejlesztettek a készülékhez egy nagy pontosságú vezérosszcillátort, amit külön egységben helyeztek el. Segítségével lehetővé vált, hogy aritmikus távirógéppel is lehessen rádióon keresztül forgalmazni.

A vezérosszcillátor elektroncsöves, nagy frekvenciastabilitású géptáviró adapter, amely az adó frekvenciáját stabilizálta. Frekvenciatérjedelme: 1 – 3 MHz. Frekvenciastabilitása:  $\pm 10$  Hz, 15% feszültség-ingadozás és  $-10/+40$  °C hőmérséklet-ingadozás mellett. Előkészítési ideje 2,5 óra, de akkumulátorról menet közben már előre fűthető



Az R/118BM típusú AM-FM adó

volt. Ugyanezt az R/50 rádióadóhoz is alkalmazták.

Az R/50 típusú rádióállomás gépkocsiba épített, nagy teljesítményű, távbeszélő, táviró, hangzótáviró és géptáviró üzemben forgalmazó adó. Amplitúdómodulált, manipulációs rendszerű, átmeneti hullámsávban működő, külön vevővel rendelkező készü-

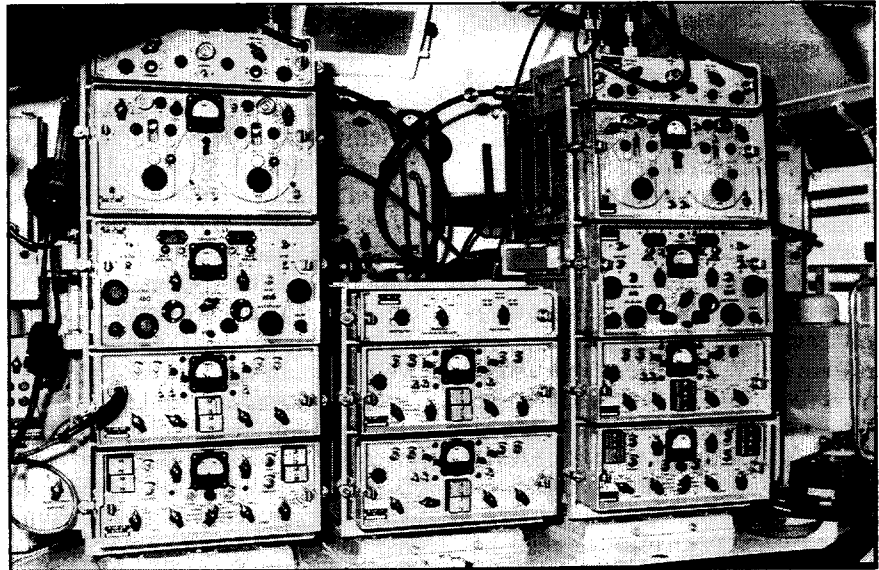
lék. Front, hadsereg, főparancsnokság, a légierő és a flottilla alkalmazta.

Frekvenciatérjedelme: 2,75 – 15 MHz. Frekvenciastabilitása:  $40 \times 10^{-6}$ , hitelesítése: varázsszemes, ikerkvarc-al. Körzetek közötti átlapolás 20 kHz. Üzem módjai: TB, Ti, HTi és hangbilentyűzéses géptáviró (Hell gt.). Vezérosszcillátor segítségével STG1 és STG2 géptávirókkal is üzemelt. Kimenőteljesítménye: hangolási üzemmódban 50 W, távbeszélőben 250 W, táviróban 1 kW. Áramellátása: országos hálózatról  $3 \times 380$  V, utánfutóra szerelt 15 kVA-es gépcsoportról. A generátor csillagkapcsolású, nullapont kivezetéssel, a meghajtó motor 22,8 LE dízel vagy benzin, 4 hengeres, 4 ütemű. Az adó tömege: 700 kg, antenna 100 kg, utánfutó 1680 kg. Áramfelvétele 7-8 A.

Csepel 350 típusú, 3 tonnás, zárt fémfelépítésű (EZF) benzinüzemű gépkocsiba volt beépítve. Személyzete 1 rádiós raj, amely állt az állomásparancsnokból (tiszt), 2 főtávirász (tiszt.), 1 főmechanikus (tts.), 2 mechanikus (h), 2 géptávirász és a gépkocsivezetőből. Az állomás adójának antennája 17,5 m magas dipól és 12 m magas teleszkóppantenna. A vevő részére állóhelyben 10 m dipól- és 4 m osztorantenna. Telepítési ideje: 30 perc.

### Harcokcsi- és repülőrádiók

A külföldről vásárolt harci technikákon az eredeti híradóberendezéseket alkalmazták. Így a szovjet harcokcsikon



R405X, a 2 x 6 csatornás relé



Kiállításrészlet; rádióállomások (balról jobbra): R/7-a, R/10, R/20, R/30, TRB-1 távbeszélő készülék

és repülőgépekben, valamint a repülés-irányító rendszerekben alkalmaztak először szovjet rádiókat. Harckocsikban a 9RSZ, 10RT-12, RM-31T rögzített frekvenciájú, távbeszélő és távíró-üzemben dolgozó 5 – 10 W teljesítményű, elektroncsöves felépítésű, akkumulátorról dolgozó készülékek voltak a leggyakoribbak.

A földi irányító rendszerekben jelentek meg először az előre programozható, majd programozás után automatikusan hangolódó rádiók, amelyek nagy újdonságot jelentettek. Régebbi híradó berendezések közé sorolható az RSZBF repirányító, RSZi fedélzeti rádió, ARP-5 pelengátor, PAR-3b irányadó. A 60-as években a már említett földi állomás az R-824.

Szerencsére a háború utáni rádióállomások többsége a múzeum rendelkezésére áll, megtekinthető.

### A rádiótechnika teljes lecserélése

Bár hazánk már 1955-ben belépett a Varsói Szerződésbe, a teljes asszimiláció csak az 1960-as évektől indult. Az 1962-es kubai válság idején létrehozott hadseregnyi erőt alárendelték a szovjet irányítás alatt álló Déli-hadseregcsoporthoz. Az egységes vezétri rendszer bevezetése a híradó technika szovjet berendezésekkel történő ellátá-

sát vonta maga után. A kezdeti időben ez eredeti szovjet ellátmányt takart. Később a kapott licenc alapján a magyar ipar gyártotta a berendezéseket olyan jól, hogy a környező hadseregeket is ellátta. A rádióhíradás területén rendszeresítették az R 104, R 105, R 106, R 107, R 108, R 109, R 114 gyalográdiókat. Az R 104 AM, R 118 BM, R 102, R 110 gépkocsiba épített közepes és nagy teljesítményű rádiókat, az R 112 és R 113 harckocsirádiókat, R 125 parancsnoki gépkocsit. A teljes frekvenciasávot átfogó 5 szovjet, 1 csehszlovák és 1 magyar vevő szolgált az RH és URH sávok figyelésére.

A 60-as évek újdonsága volt a híradásban megjelent rádiórelé állomások nagy száma. Bár az 1950-es évek közepén volt magyar gyártmányú mikrohullámú relé a hírendszerben (MH-10), de csak a legfelsőbb híradásban. Az R-403, R-405 kevés csatornaszámú és az R-400, R-404 közepes csatornaszámú rádiórelékkel ezredig bezárólag behálózták a vezétri rendszert. Másik nagy ugrásnak tekinthető, hogy megjelentek a híradásban a rendszergépkocsik, ezáltal megszűnt a híradóeszközök szükségtelepítése, például fedezékekben, sátrakban. A gépkocsikba beépített híradóberendezésekkel a hírendszer mobilizálták, a célbaérést gyorsították, az üzemeltetést állandósí-

tották. Ezt a rendszert szintén ezred szintig rendszeresítették. 1970-ben már 12 rendszergépkocsi állt a híradócsapatok rendelkezésére.

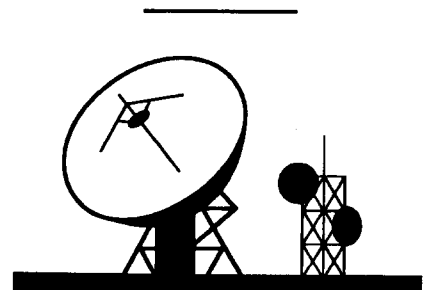
A vezetékes hírendszerben megengedték a magyar eszközök alkalmazását, mert akkorra már az oroszok áttértek az európai szabványokra, de nem minden eszköznél. Eltérések főleg a ki-és bemenőszintek szabványosításánál mutatkoztak. Megmaradtak a régi készülékek közül a távbeszélők (mind a katonai, mind a postai), a géptávírók, a távbeszélők, a távolsági csatlakozók, vivők, vezetékek, az építő felszerelések. A távbeszélő-központok közül alkalmazták a K-10, K-20, K-40 és K-80 megnevezésű, kézikapcsolású, több üzemmódban dolgozó, általában zsinóros megoldású központokat. A laktnyákban 50 – 100 – 200 vonalas postai típusú kézikapcsolású központokat használtak.

A híradásban a *harmadik nagyobb átalakítás* a 80-as években következett be. A rádiótechnikát ismét lecserélték. Az „első lépcsőtől” átvett technikát a hátszág kapta meg.

A híradó csoportfőnökség és a híradó anyagi szolgálat odafigyelő személyeinek köszönhetően az elmúlt 20 év híradástechnikája, – főleg a szárazföldi csapatoknál használt, – szinte teljes egészében a múzeumba került. Nagy kár, hogy a gépkocsiba épített komplett híradóeszközök nem állnak a múzeum rendelkezésére. Ennek fő oka, hogy a híradógépkocsinak két gazdája volt és van ma is.

\*

Ebben a múzeumlátogatásra és híradóberendezések gyűjtésére invitáló összefoglalóban természetesen csak a híradó berendezéseknek egy részét tudtam ismertetni. Talán egy későbbi évkönyvben a szerkesztőség még módot ad annak a főleg szovjet technikának a részletesebb ismertetésére, amit napjainkban is használnak és sajnos még hosszú ideig használni fognak.





## Elektronikai alkatrész szaküzlet

Robtron Elektronik Trade KFT

6721 Szeged, Szent Miklós u. 9/a, Tel.: (62) 325-981, Fax: (62) 310-348

Nyitvatartási idő: Hétfő-péntek: 9.00-17.00, Szombat: 9.00-12.00

**Több mint 8500 árucikk raktárról azonnal!**

### PASSZÍV ALKATRÉSZEK

Rétegel ellenállások: 0.125W, 0.25W, 0.5W és 1W 5%(szénréteg), 0.25W 1%(fémréteg), 2W 5%(fémréteg)

Huzalellenállások: 2W, 5W, 9W, 11W, 17W 10%

SMD ellenállások: 1206-os típusú értéksor

NTC ellenállások: 15R-470K RM1

Varisztorok: 30V-460V, 0.25W-os és 0.6W-os

Kerámia kondenzátorok: 0.5pF-1 $\mu$ F (NPO, X7R, Z5U anyagú)

Fólia rétegekondenzátorok: 1nF-2.2 $\mu$ F RM3-RM6

WIMA kondenzátorok: 100pF-22 $\mu$ F, FKS2, FKC2, FKP1, MKS2, MKS4...stb

PHILIPS kondenzátorok: 10nF-1 $\mu$ F, 250Vac RM6-RM11

SMD kondenzátorok: 1206-os típusú értéksor

Elektrolit kondenzátorok: 0.47 $\mu$ F-41000 $\mu$ F, álló és fekvő kivitelben

Tantál kondenzátorok: 0.1 $\mu$ F-150 $\mu$ F, 6.3V-35V

PIHER trimmerpotencióméterek: 50R-10M, PT6, PT10 és PT15 típusú

RADIOHM potencióméterek: 1K-1M, forgó- és tolopotméterek

Fólia trimmerkondenzátorok: 1.2-6pF, 5.0-110pF

Induktivitások: 0.68 $\mu$ H-3.9mH, axiális és radiális kivitelben

### AKTÍV ALKATRÉSZEK

Diódák: egyenirányítók, kapcsoló diódák, Schottky diódák

Zener diódák 0.4W és 1.3W, 1.5V-200V teljes sor

Tranzisztorok: bipoláris, FET, power FET, UJT és SMD tranzisztorok,

Kapcsoló elemek: triakok, tirisztorok, IGBT-k és diakok

Analóg IC-k: műveleti erősítők, stabilizátorok, ADC-k, DAC-k...stb.

Digitális IC-k: CMOS IC-k, TTL IC-k, EEPROM-ok, RAM-ok

Mikroprocesszorok, mikrokontrollerek: 8-bitesek és 16-bitesek

Programozható IC-k: PROM-ok, EPROM-ok, PAL-ok, GAL-ok

LED-ek: profil LED-ek, extra fényerejű (3,5,8mm), villogó LED-ek...stb.

Kijelzők: LED és LCD; numerikus és alfanumerikus

PHILIPS pontmátrix kijelzők: 1x16 és 2x16 karakteres, háttérmegvilágítással is

Optoalkatrészek: optócsatlók, infra LED-ek, fototranzisztorok, fotodiódák

Távolkeleti tranzisztorok: 2SA, 2SB, 2SC, 2SD és 2SK család

Távolkeleti IC-k: AN, BA, CXA, HA, KA, LA, LB, M, MB, STK, STR, TA,  $\mu$ PC család

Egyenirányító hidak: 40V-600V, 0.8A-35A

Kvarcok és oszcillátorok: 1MHz-66MHz, HC-18/U és DIL tokban

### EGYÉB ALKATRÉSZEK

NYÁK-ba ültethető TAKAMISAWA és SCHRACK relék

Foglalatok: különféle DIL, PLCC és sűrűsávos IC foglalatok, LED foglalatok, kijelzőkeretek

Csatlakozók: NYÁK-os, szalagkábeles, SUB-D(CANON), EURO csatlakozók, sorkapcsok, stb.

Audio csatlakozók: RCA, TUCHEL, XLR(CANON) és hangszórócsatlakozók

Kapcsolók és nyomógombok széles választékban

Kábelek: szalagkábelek 10-64 eres, árnyékoló kábelek 1-18 eres

NYÁK lapok: fényérzékeny bevonattal ellátott és hagyományos, több méretben

Digitális kéziműszerek: 3.5 digit, METEX, MAXCOM...stb.

Szerszámok: fogók, ónszippantók és különféle kéziszerszámok

Forpákák és forrasztási anyagok

NYÁK-ba ültethető transzformátorok 1.5VA-24VA

Próbapanelek több méretben és kivitelben

Audio- és videokészülékekhez szíjak és szíjkomplettek

TV sorkimenők és sokszorozók

Olvadóbiztosítékok (5x20mm és 6.3x32mm) és hőbiztosítékok

**Vásároljon alkatrészeket postai utánvétellel!**

**Rendelhet telefonon is!**

**Csomagküldő szolgálat az egész ország területére! Válaszbélyegért árlistát küldünk!**

**AT 286/386/486 számítógépen futó részletes árlista-katalógust is árusítunk a forgalmazott alkatrészekről!**



# A GSM/DCS rádiótelefon-rendszer felépítése és működése

Jutasi István okl. villamosmérnök

A *Rádiótelefon napjainkban* címmel a RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE 1992 tartalmazza mindazokat az előzményeket, amelyek elvezetnek az alapokhoz, vagyis összefoglalja a legfontosabb alapfogalmakat és ismerteti a mobil rádiótelefon rendszer működését.

A GSM/DCS rádiótelefon teljesen digitális, cellás megoldású; páneurópai használatra alkalmas, azaz a kontinensre kiterjedő bolyongást lehetővé tevő, második generációs rendszer. A betűrövidítés jelentése: GSM (Global System for Mobile Communication), azaz mobil kommunikációs világrendszer, míg a DCS (Digital Cellular System), azaz digitális cellás rendszer.

A közismert, világhálózattá terebélyesedett Közcélú Kapcsolt Távbeszélő Hálózat (PSTN: Public Switched Telephone Network) mellett egyre nagyobb teret hódítanak a gyorsan szaporodó, különböző műszaki megoldásokat alkalmazó Közcélú Szárazföldi Mobil Hálózatok (PLMN: Public Land Mobile Network).

Az *első generációs* (analóg) PLMN rendszerek FDMA (Frequency Division Multiple Access) technikát alkalmaznak, amely egy duplex frekvenciapáron egy hívás felépítését teszi lehetővé. A felhasznált frekvenciasáv 450 MHz vagy 900 MHz.

A *második generációs* (digitális) PLMN rendszer kidolgozására Európában 1982-ben létrehoztak egy munkacsoportot, a Group Special Mobile-t (GSM munkacsoport). A GSM munkacsoportnak sikerült átfogó módon egyetemesíteni a GSM fejlesztések műszaki megoldásait úgy, hogy egy kompatibilis, szabványosítható rendszer jöhetett létre. A GSM szabvány a TDMA (Time Division Multiple Access) technika használatát írja elő, amely időosztással vivőfrekvenciánként egyidejűleg több hívásfelépítést tesz lehetővé. A felhasznált frekvenciasáv a 900 MHz-es.

## A GSM rendszer felépítése

A GSM rendszer három alrendszerből tevődik össze:

- hálózat alrendszer (NSS: Network Subsystem),
- bázis állomás alrendszer (BSS: Base Station Subsystem),
- üzemeltetést támogató rendszer (OSS: Operations Support System).

A GSM rendszer része az előfizetőnél lévő Mobil Állomás (MS: Mobile Station).

### Hálózat alrendszer (NSS)

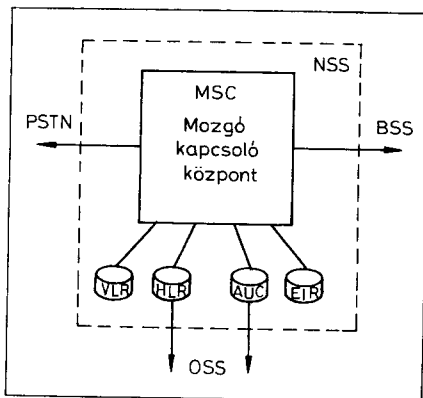
A hálózat alrendszer (NSS) végzi az összekapcsolásokat és az adatbázis funkciókat a mobil állomás azonosításához, a helyzetmeghatározásához és a kapcsolatfelépítéshez más mobil és állandóhelyű állomással.

### Mozgó kapcsoló központ (MSC)

A Mozgó kapcsoló központ (MSC: Mobil Switching Center, helyesebben a mozgó állomásokat kapcsoló központ, mivel a központ nem mozog) végzi a PLMN-hez tartozó mobil állomások és a PSTN-hez tartozó állandóhelyű állomások közötti hívásfelépítést. Az MSC a PSTN-ben alkalmazott digitális, tárolt program vezérlésű (TPV) kapcsoló központ speciális kivitele, amely a GSM ajánlásainak megfelelő tulajdonságokkal rendelkezik.

### Adatbázisok

Az adatbázis funkciók ellátása megoszlik az alábbiak szerint:



1. ábra. A Hálózat alrendszer felépítése

- honos helyzetmeghatározó regiszter (HLR: Home Location Register), amely valamennyi, az adott hálózathoz tartozó mobil előfizetőtől származó, minden állandó adatot tartalmaz,

- látogató helyzetmeghatározó regiszter (VLR: Visitor Location Register), tartalmazza átmenetileg mindazokat az adatokat, amelyeket a hálózatban tartózkodó, idegen, az adott időpontban aktív, mobil előfizetőktől származnak,

- illetékességet megállapító központ (AUC: Authentication Center), amely a biztonsági és a titkosítási célokat szolgáló kódokat kezeli,

- berendezés azonosító regiszter (EIR: Equipment Identity Register), amely információval rendelkezik valamennyi legálisan regisztrált mobil állomásról.

A Hálózat alrendszer felépítése az 1. ábrán látható.

### Bázis állomás alrendszer (BSS)

A Bázis állomás alrendszert a Bázis adó-vevő állomás (BTS: Base Transceiver Station) és a Bázis állomás vezérlő (BSC: Base Station Controller) képezi.

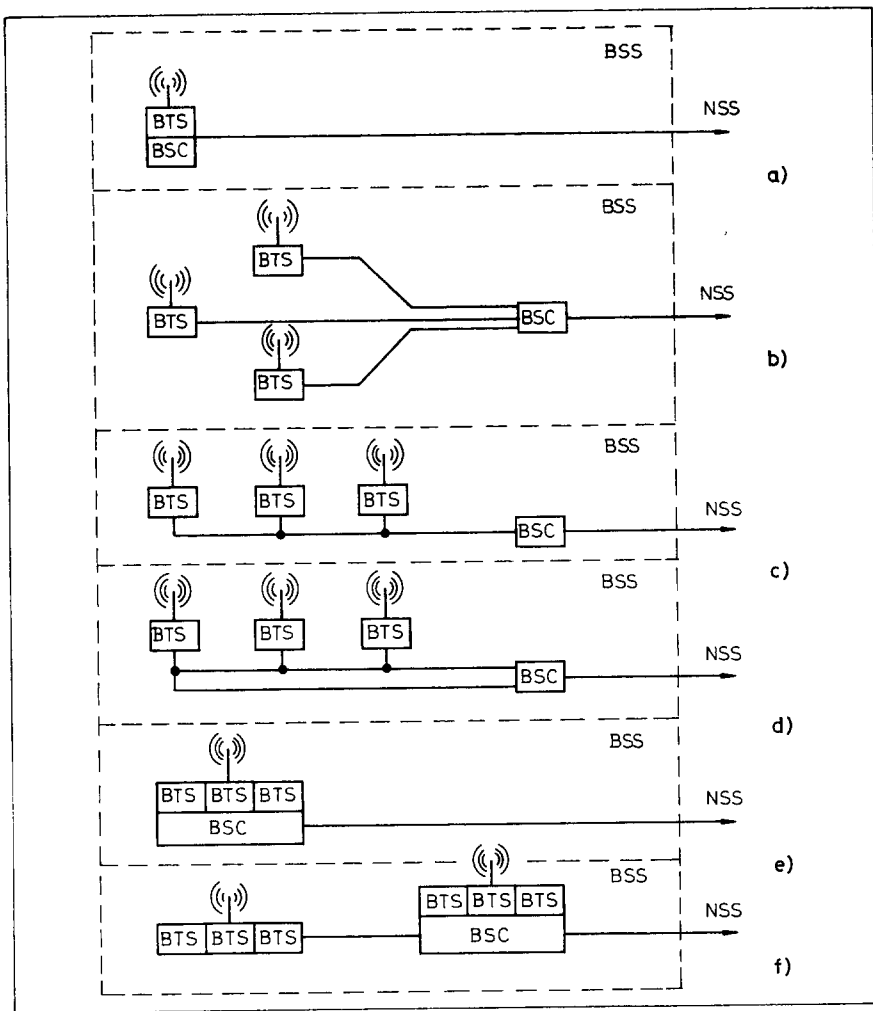
### Bázis adó-vevő állomás (BTS)

A bázis adó-vevő állomás a BSS azon része, amely egyetlen cella kiszolgálását látja el és amit a BSC vezérel. A BTS egy vagy több adó-vevő berendezést (TRX) tartalmaz.

A TRX a GSM ajánlásnak megfelelően 3 teljes sebességű forgalmi csatorna duplex kommunikációjának kiszolgálására alkalmas. A BTS látja el az alkalmazott csatorna-jelzéssel összefüggő funkciókat, továbbá a frekvenciaugratást (hopping), amely két úton történhet:

- a szintetizált vivőfrekvencia közvetlen vezérlése útján valamennyi rádió vevő készülékben;

- valamennyi adó-vevő vivőfrekvenciájának állandó értéken tartásával és a demodulált jel, valamint a kisugárzott jel átkapcsolásával.



2. ábra. A Bázis állomás vezérlő és a Bázis állomások különböző elrendezései: a., közvetlen vezérlés; b., csillag elrendezésű vezérlés; c., busz elrendezésű vezérlés; d., gyűrű elrendezésű vezérlés; e., megosztott vezérlés; f., megosztott és leágaztatott vezérlés

### Bázis állomás vezérlő (BSC)

A Bázis állomás vezérlő egy vagy több BTS-t szolgál ki és a következő feladatokat látja el:

- vezérli a BTS és az MSC közötti összeköttetéseket,
- döntést hoz, amikor egy mobil állomás elmozdult és ennek következtében az egyik celláról egy másikra kell átkapcsolni,
- submultiplexálást hajt végre (16-ról 64 kbit/s-ra),
- átkódolást végez (transcoding),
- a BTS szoftver feltöltését végzi és más fenntartási funkciókat lát el,
- a BTS újra konfigurálását végzi.

Egyetlen Bázis állomás vezérlő különböző felépítésben, több Bázis adó-vevő állomást vezérelhet, amint ez a 2. ábrán látható.

### Üzemeltetést támogató rendszer (QSS)

Az Üzemeltetést támogató rendszer (3. ábra) valamennyi protokolljának és az alkalmazásoknak meg kell felelniük a távközlést menedzselő hálózat (TMN: Telecommunications Management Network) követelményeinek és lehetővé kell tenniük a különböző gyártmányok együttműködését. Az Üzemeltetést támogató rendszernek része az Üzemeltetési és fenntartási központ (OMC: Operation and Maintenance Center) és a Hálózati irányító központ (NMC: Network Management Center).

### Üzemeltetési és fenntartási központ (OMC)

Az OMC a következő funkciókkal rendelkezik:

- a közbelső eszközök és a távoli kezelő számára lehetővé teszi a hozzáférést valamennyi hálózati elemhez;
- felügyelet: riasztási állapot és vizsgálati menedzsment;
- forgalmi és számlázási adatok gyűjtése;
- hálózatkonfiguráció megjelenítése és változtatása, megfelelően vagy az operátortól, vagy a hálózati irányító központtól kapott instrukcióknak;
- az előfizető adminisztrálása és nyomon követése.

### GSM Hálózat felügyelet

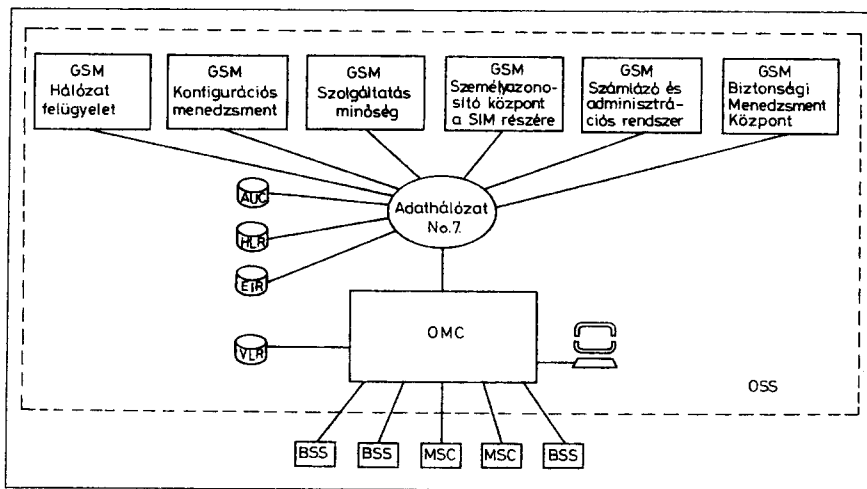
Ez a hálózat felügyeleti rendszer gyűjti össze a riasztásadatokat a hálózat valamennyi berendezéséről és mutatja be azokat az operátor számára, az interaktív grafikus kijelzőn. A riasztásokat megfelelően a szigorúságuknak, különböző színűnek mutatja a hierarchikus földrajzi térképeken, amelyek között az operátorok mozogni tudnak, kiindulva az áttekinthető hálózatképből és ráállva a hibás berendezésre a sematikus tömbvázlatban. Transzparens operátor hozzáférést tesz lehetővé a hálózatban lévő valamennyi OMC-hez.

### GSM Konfigurációs menedzsment

Egy új konfigurációs terv végrehajtása nem egyszerű feladat; több száz vagy ezer parancsot kell adni megadott sorrendben a különböző hálózatelemek számainak, mind ezt egy korlátozott időtartamon belül. Erre a célra szolgál a GSM konfigurációs menedzsment rendszer, amely a tervező központtól egy tervet kap és kiadja valamennyi szükséges parancsot a hálózatelemeknek szabályos rendben és fegyelmezett úton, úgy, hogy a hálózat sohasem kerülhet instabil feltételek közé. Ezenkívül a konfigurációs menedzsment időszakonként lehívja a hálózatból az aktuális konfigurációs adatokat, kijelzi azokat a konfigurációs menedzsment operátorainak, és kérésre elküldi azokat a tervező központnak.

### GSM Szolgáltatás minőség

Az OSS egy off-line rendszer, amely összegyűjti az információkat a hálózatból és analizálja azokat, tekintettel a szolgáltatás gyenge pontjaira, műszaki adatokban kifejezve és a hálózatba beillesztve. Részletesen bemutatja a kikapcsolt készülékek számát, az



3. ábra. Az Üzemeltetést támogató rendszer felépítése

elvesztett hívásokat; minden egyes vonalon a forgalmi terhelést, a forgalmis órai hívásokat (BHCA: Busy Hour Calls) és az eredménytelen híváskísérleteket, hogy készítsen egy összesített értékelést a szolgáltatás rendelkezésre állására vonatkozóan.

#### GSM Személyazonosító központ a SIM részére

Az Előfizető azonosító kártyák (SIM: Subscriber Identity Modules) a GSM hálózat kulcs elemei. Ezek tartalmazzák a személyre szóló előfizetői adatokat, úgy mint az egyéni titkos jelszavakat és a titkosítási kulcsokat. Ezeket a kártyákat védett környezetben töltik fel adatokkal, hogy kiküszöböljék ezáltal a csalás lehetőségét. A SIM kártyák információi alapján a Személyazonosító központ végzi az előfizető személyének igazolását.

#### GSM Számlázó és Adminisztrációs Rendszer

Végrehajtva minden információs folyamatot, célszerű követelmény a mobil távközlő hálózatok üzemeltetőitől: a potenciálisan új előfizetők azonosításától kezdve egészen a meglévő előfizetők adminisztrációjáig, hogy az MSC-ktől kapott, forgalmi adatokat rögzítő bizonylatokból számlát állítson elő és a komplett SIM életciklusát végig kísérelje.

#### GSM Biztonsági Menedzsment Központ

Az előfizetők és a hálózat-üzemeltetők egyaránt megkívánják a megbíz-

hatóságot egy GSM hálózatban: nem tűnnek el bármiféle, a személyes adatokkal (pl. azok megszerzése) vagy a hálózat belső adataival (pl. az illetéktelen hozzáférés) való visszaélést. A Biztonsági Menedzsment Központ a teljes hálózat biztonsági rendszerének a központi szerve: ez látja el a titkosítási kulcs menedzsmentjét, garantálja a biztonságos kommunikációt a hálózat összetevői között és ellátja a feladatokat a biztonsággal összefüggő hálózatelemek meghibásodása esetén azok helyreállításáig.

#### A mobil állomás készülékei

A mobil állomásokat a szabvány öt osztályba sorolja az adóteljesítmény szerint:

Típus	Adóteljesítmény [W]	Osztály (MS class)
Gépkocsiba szerelt	20	1
	8	2
Hordozható	20	1
	8	2
Kézi	5	3
	2	4
	0,8	5

#### A GSM rendszer területi felépítése

##### Rendszer terület

A rendszer terület többet fed le, mint a nemzetközi GSM szolgáltatási terület; a rendszer terület úgy van meghatározva, mint az a terület, amely tel-

jesen csereszabatos (compatible) interfészekkel rendelkezik mobil állomás(MS)/bázis állomás alrendszer (BBS) viszonylatban.

##### Nemzetközi GSM terület

Egy nemzetközi GSM terület többet fed le, mint egy ország területe; a nemzetközi GSM területet egynél több nemzeti GSM szolgáltató látja el.

##### Nemzeti GSM terület

A nemzeti GSM terület egy országot fed le; a nemzeti GSM területet egy vagy több szolgáltató látja el; ha több, mint egy szolgáltató van jelen, több mint egy PLMN területet lehet lefedni úgy, hogy ezek versenyeznek egymással.

##### PLMN terület

A PLMN terület az, amit egyetlen szolgáltató látja el; a PLMN terület egy vagy kivételesen egynél több Honos helymeghatározó regiszter (HLR) területtel rendelkezik; kettő vagy több PLMN terület átlapolhatja egymást.

##### Honos helymeghatározó regiszter (HLR) terület

A HLR terület az, amit egyetlen HLR szolgál ki; a HLR területen belül egy mobil állomást elérhet másik előfizető anélkül, hogy ismerné a mobil állomás tartózkodási helyét; a HLR területet ezért szolgáltatási területnek is hívják.

##### Mozgó kapcsoló központ (MSC) terület

Egy MSC területet egyetlen MSC szolgál ki; az MSC terület kiterjedhet egy városrésztől egészen egy teljes orszáig; az MSC terület egy vagy több meghatározott területből tevődik össze.

##### Látogató helyzetmeghatározó regiszter (VLR) terület

Egy VLR területet egyetlen VLR szolgál ki.

##### Meghatározott terület

A meghatározott terület méretét a szolgáltató dönti el, hogy eleget tegyen annak az igénynek, amelyet a népsűrű-

ségtől is függő forgalmi sűrűség, valamint az előfizetői mobilitás megkíván. A meghatározott terület egy vagy több bázis állomás területből tevődik össze. Amikor a mobil állomás elhagyja a meghatározott területet, egy aktuális helyzetmeghatározás kezdődik.

#### Bázis állomás (BSS) terület

A Bázis állomás területet egyetlen Bázis adó-vevő állomás (BTS) szolgál ki. A BSS területet egy vagy több cella alkotja; egyetlen cella van, ha a BSS antenna körsugárzó, s egynél több cella kell, ha a BSS antenna irányított.

#### Cella

A cellát egy körsugárzó vagy egy irányított antenna szolgálja ki. A cella a legkisebb szolgáltatási terület, ahol saját rádiócsatornájú berendezést használnak minden egyes rádió hívásnál és ahol meghatározott minőségű vételről gondoskodnak.

Amikor a mobil állomás elhagyja a cellát, egy átadás (handover) történik a legközelebbi cellához. Ha az antenna

körsugárzó, egy cella azonos a BSS területtel.

#### Átadás (handover)

Az átadás egy olyan művelet, amikor hívás közben, illetve a folyamatban lévő beszélgetés alatt az egyik rádiócsatornáról egy másik rádiócsatornára történik átkapcsolás. Átadás történik, amikor a felépített hívás másik rádió készletre történő átkapcsolás révén folytatódik, például amikor a mobil állomás mozog, és egyik bázis állomás területéről átlép a másikra. Az átadás végrehajtásának folyamatát egy algoritmus írja el, például átadás egy olyan cellára, amely jobb jelerősséget nyújt; vagy átadás egy olyan cellára, amely lehetővé teszi a kommunikációt kisebb teljesítménnyel.

#### Számozás

A számozási terv határozza meg a közcélú kapcsolt távbeszélő hálózatban (PSTN) alkalmazott számstruktúrát, a belföldi rendeltetésű számok és a speciális számok kiosztását, valamint a

választási eljárásokat. A közcélú mobil rádiótelefon hálózatokat (PLMN) a számozási terv különálló számozási körzetekként foglalja magában.

A nemzetközi szám felépítése: OS+BRS+ES, ahol:

OS országhívószám

BRS belföldi rendeltetési szám

ES előfizetői szám

A belföldi szám felépítése: BRS+ES

A belföldi számstruktúra zárt számozási rendszerű. A belföldi szám hossza egységesen 8 számjegy. A belföldi rendeltetési szám (BRS) egy vagy két számjegyből áll. Körzetkijelölő vagy szolgáltatás-, illetve hálózatválasztó funkciója van. BRS a számozási terv szerint, mobil szolgáltatás esetén:

20 GSM-1 (Pannon GSM Rt.)

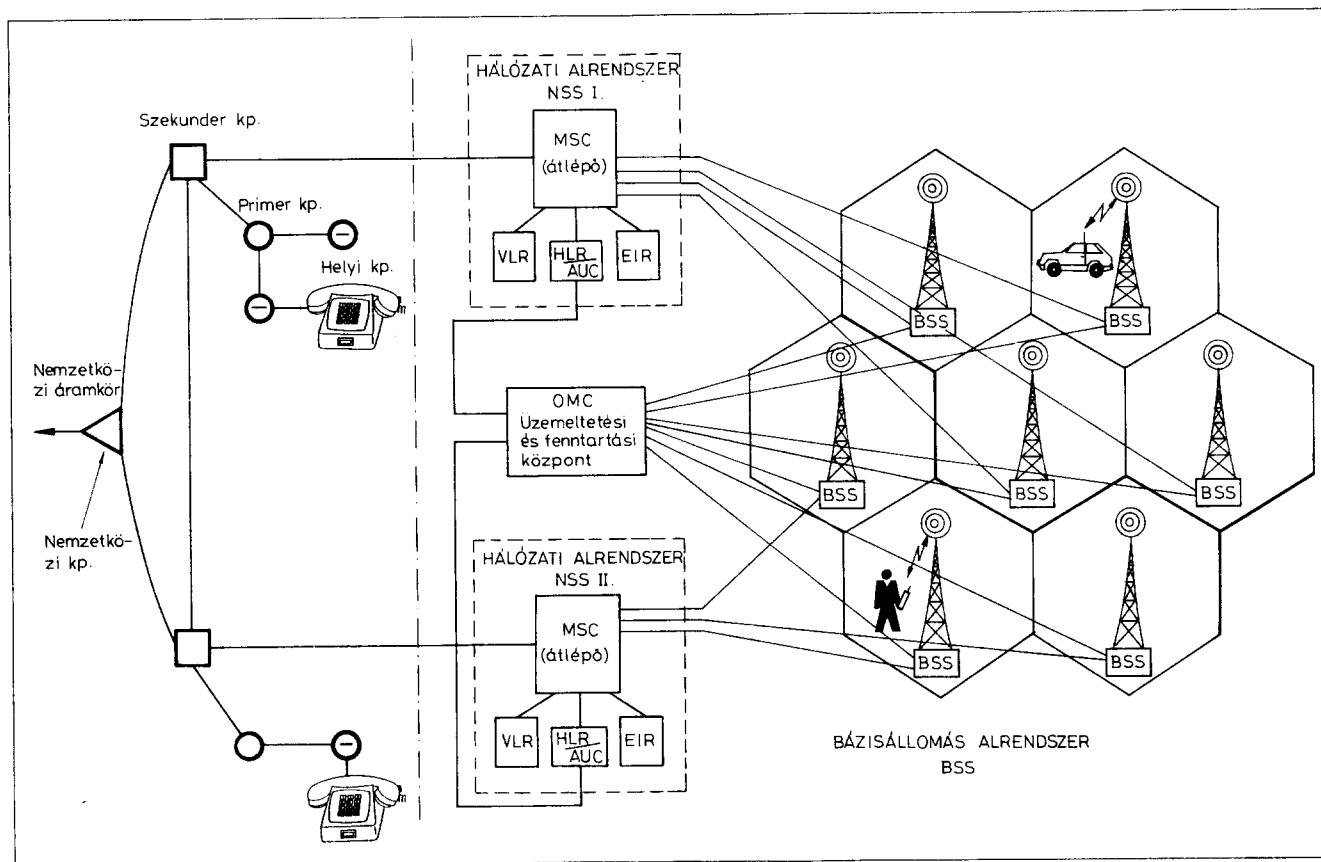
30 GSM-2 (Westel 900 Rt.)

60 NMT (Westel Kft., 450 MHz)

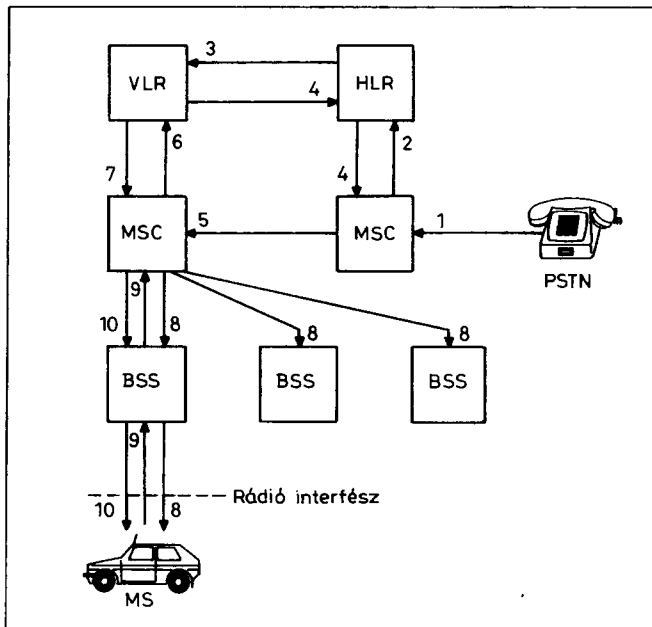
ES (előfizetői szám) meghatározása a szolgáltató feladata.

#### A GSM rendszer működése

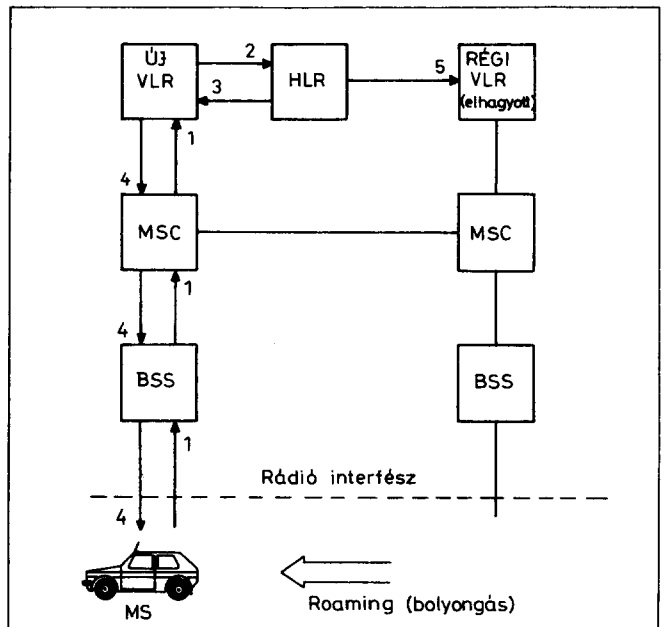
A mobil rádiótelefonnal ellátandó területet méhsejtszerűen cellák tagol-



4. ábra. A PSTN és a PLMN hálózatok közötti hívásfelépítés struktúrája



5. ábra. A PSTN hálózattól induló és a mobil előfizető felé irányuló hívás felépítése



6. ábra. A bolyongó mobil állomás helyzetmeghatározása

ják, amelyek középpontjában helyezkednek el a Bázis adó-vevő állomások (BTS).

A Bázis adó-vevő állomás üzembiztos rádiókapcsolatot tart fenn a cella területén lévő mozgó (MS) állomásokkal, illetve a Bázis állomás vezérlőn (BSC) keresztül vezetékes, vagy vezeték nélküli kapcsolatot tart fenn a Mozgó kapcsoló központtal (MSC).

A cellás technika lényege, hogy a cellákban felhasznált URH frekvenciák ismételtlen felhasználhatók, egymás zavarása nélkül. Az ellátandó területen belül a cellákból – amelyek más-más csatornákat használnak – csoportokat, úgynevezett klusztereket (cluster) képeznek, amelyek a felhasznált frekvenciákat illetően azonos felépítésűek. A cellás elv alkalmazása az adóteljesítmények szigorú korlátozásával jár együtt.

Minden rádiótelefon készülék egy meghatározott Mozgó kapcsoló központhoz, az úgynevezett honos MSC-hez tartozik. Ebben a központban lévő adatbázis, vagyis a Honos helyzetmeghatározó regiszter (HLR) tartósan tárolja az előfizetőre vonatkozó valamennyi azonosító és számlázási adatot. A Látogató helyzetmeghatározó regiszter (VLR) átmenetileg tárolja mindazokat az adatokat, amelyek idegen MSC-hez tartozó, aktív látogató mobil előfizetőktől származnak.

### Hívásfelépítés

A GSM rendszerhez mindenféle hívásfelépítés és felhasználói helyzetmeghatározás céljára egységesen a CCITT No.7. jelzésrendszert alkalmazzák. A No.7. jelzésrendszer fő jellemzője, hogy elválasztja egymástól a hálózat azon részeit, amelyek a jelzésadatokat, illetve a hívások forgalmát hordozzák. A korábbi, a csatornához rendelt jelzésátvitel a beszédutak csatornáit használta a hívás felépítéséhez szükséges jelzésinformációk átvitelére is. Így a jelzésadatok hálózata és a forgalmi hálózatok ugyanazok voltak.

A No.7. jelzésrendszerrel egy különálló, a beszédúttól független jelzőhálózat áll rendelkezésre, valamennyi felépítendő hívást tekintve. Ez számos előnnyel jár: gyorsabb a hívás felépítése, a beszédcsatornákat addig nem kell lefoglalni, amíg a hívott fél nem válaszol.

Sokkal több információ vihető át, így sokféle új szolgáltatás válik lehetségessé, a jelzésberendezéseket több csatorna közösen használja (innen ered a közös csatornás jelzésrendszer elnevezés), ezáltal csökkentve a költségeket.

A Közélcélú Kapcsolt Távbeszélő Hálózat (PSTN) és a Közélcélú Szárazföldi Mobil Hálózat (PLMN) összekapcsolását hazánkban a Közélcélú táv-

beszélő-hálózat struktúra terve tartalmazza. E terv szerint a PLMN-ben kijelölendők azok az MSC-k, amelyek a PSTN-hez kapcsolódhatnak. Ezek a PLMN átlépő (Gateway) MSC-i. Minden egyes átlépő MSC-hez a PSTN egy szekunder központja rendelendő.

A hívásfelépítés struktúrája a 4. ábrán látható.

Egy, a PSTN hálózattól induló és a mobil előfizető felé irányuló hívás felépítése az 5. ábrán követhető. A hívás a PSTN hálózattól az ábrán az 1. jelzésű útvonalon jut el a PLMN hálózatban a hívott mobil állomás honos MSC-jéhez. A honos MSC a 2. útvonalon lekérdezi a Honos helyzetmeghatározó regisztert (HLR), és ez megállapítja, hogy a hívott mobil állomás nem tartózkodik a körzetében. A keresés folytatódik a 3. útvonalon addig, amíg egy Látogató helyzetmeghatározó regiszter (VLR) nem jelzi, hogy a keresett mobil állomás a területén van. A VLR a 4. útvonalon visszajelent a honos MSC-nek, ahonnan a hívást az 5. útvonalon átkapcsolja a látogatott terület MSC-jére. Az MSC-ből a 8. útvonalon megkeresik azt a Bázis állomást (BSS), amelyik területén tartózkodik az adott időpontban a Mozgó állomás (MS). A megtalált MS a 9. útvonalon visszajelent a BSS-en át az MSC-nek, amely ezt követően a 10. útvonalon kapcsolja a hívást.

A No.7. jelzésrendszer szerepe a fenti folyamatban az, hogy a hívott állomás keresése az adathálózaton át történjen; a beszédcsatorna igénybevétele csak az összeköttetés felépítése után, az 1., 5. és 10. útvonalon kerüljön sor.

### Bolyongás (roaming)

Az előfizetők különböző országok, illetve hálózatok közötti mozgását nevezik bolyongásnak (roaming). Az országok közötti bolyongásnak műszaki, kereskedelmi és jogi előfeltételei vannak.

A bolyongás alapvető *műszaki előfeltétele* a GSM rendszer kiépítettsége. Szükséges ezen kívül, hogy az előfizető rendelkezzen a GSM szabványnak megfelelő készülékkel, valamint szabványos és érvényes Előfizető azonosító (SIM) kártyával. A bolyongás alapvető *kereskedelmi és jogi előfeltétele*, hogy a honos és a látogatott PLMN szolgáltató között legyen érvényes megállapodás, valamint az előfizetőnek legyen a bolyongásra érvényes SIM kártyája.

A mobil állomás szempontjából csak a saját PLMN-en belül mozgó állomás érhető el egyszerű, azaz bolyongás nélküli módon. A bolyongás két forgalmi esete különböztethető meg:

- a vendég mobil állomás hív,
- a vendég mobil állomást hívják.

A mobilitás vendégségben is biztosított, de nem lehet a fennálló hívás (beszélgetés) közben hálózatot váltani. A mobil állomás szempontjából csak a saját PLMN-ben lévő előfizetőt lehet egyszerű módon elérni. Minden egyéb előfizetőt a saját PLMN hálózatán kívül, jelenleg a PSTN hálózat közvetíti, illetve képviseli.

A bolyongó mobil állomás helyzetmeghatározása a No.7. jelzésrendszer segítségével a 6. ábrán követhetően, az alábbi módon történik. A Mozgó állomás (MS) által kisugárzott azonosító jelet az 1. útvonalon veszi az a Bázis állomás (BSS), amelynek körzetébe jutott az MS; majd innen tovább az 1. útvonalon, a Mozgó kapcsoló központra (MSC-n) keresztül eljut az új Látogató helyzetmeghatározó regiszterbe (új VLR). Az új VLR a 2. útvonalon át

tájékoztítja az MS Honos helyzetmeghatározó regiszterét (HLR). A HLR az 5. útvonalon át törli a régi VLR-ben az MS régi helyzetét, mindezt visszajelzi a 3. útvonalon az új VLR-nek, aki ezek után a 4. útvonalon visszajelez az MSC-n és a BSS-en át az MS-nek.

### Előfizető- és készülékazonosítás

A GSM rendszer, eltérően a korábbi rádiótelefon rendszerektől, egy sereg biztonsági garanciát vezet be. Tekintettel arra, hogy egy mobil állomás a nemzetközi bolyongás folyamán igen jelentős hívásköltségekkel terhelheti meg az előfizetőt, ezt meg kell gátolni akkor, ha a mobil állomás illetéktelen kezekbe kerül. Ezért a hívás felépítéséhez szükséges egyrészt a SIM kártya, másrészt az előfizető titkos kódjának vagyis a személyi azonosító számnak (PIN: Personal Identification Number) az ismerete.

A SIM kártya alapvetően eltérő funkciókkal rendelkezik, mint a közismert telefonkártya. A telefonkártyával az előfizető előre kifizeti egy meghatározott értékű hívás díját. Ezzel szemben a SIM kártya annak az előfizetői szerződésnek a tartozéka, amelyben a PLMN szolgáltató lehetővé teszi a szolgáltatás meghatározott díjakon való igénybevitelét; az előfizető pedig kötelezi magát az igénybe vett szolgáltatások díjainak kifizetésére.

Az előzőekből következik, hogy a GSM mobil készülék és a SIM kártya tulajdonlása elválasztható. Az is vásárolhat SIM kártyát, akinek nincs mobil készüléke, de ismerősének készülékén vagy bérelt készüléken a szolgáltatást igénybe veheti. Például valaki külföldön gépkocsit bérel GSM rádiótelefon készülékkel együtt.

A használat feltétele, hogy az adott országban lévő PLMN szolgáltató és a SIM kártyát kibocsátó PLMN szolgáltató között legyen érvényes megállapodás, és a SIM kártya tulajdonosnak legyen érvényes előfizetése a bolyongásra.

A SIM kártyának a készülékbe helyezése és a személyi azonosító szám (PIN) beadása teszi hívásra alkalmassá a készüléket az illetékeséget megállá-

pító központ (AUC) engedélye alapján. A PIN négyjegyű szám, amelynek háromszori elrontása után az AUC letiltja a készüléket. Ezt követően – rendszertől függően – vagy a szerviz műhely, vagy egy újabb kód, a nyolcjegyű PUC beadása képes a készüléket működésbe hozni. A PUC tízszeres elrontása után, már csak szerviz műhely képes a készülék újraélesztésére.

A Berendezés azonosító regiszter (EIR) pedig azonosítja a mobil készüléket, mivel valamennyi készülék egyéni kódszámmal rendelkezik. Például az EIR segítségével kideríthető egy eltulajdonított mobil készülék, vagy akár egy mobil készülékkel rendelkező, eltulajdonított gépkocsi tartózkodási helye.

### Díjazás

*Belföldre* irányuló hívás esetén:

- egy PLMN-en belüli előfizetők közötti beszélgetésért fizetendő díj (C3): 1994. évben, csúcsidőben, maximálisan 22 Ft/perc;

- különböző PLMN-ekhez tartozó mobil előfizetők között, illetve PLMN-hez tartozó mobil előfizetők és a PSTN-hez tartozó előfizetők közötti beszélgetésért fizetendő díj (C4 és Y összege): 1994. évben, csúcsidőben, maximálisan 28 Ft/perc;

- belföldre irányuló hívás esetén a fenti beszélgetési díjat a hívó köteles megfizetni, amennyiben hívásátírányítás történt, a fenti díjakon kívül a hívott is fizet, mégpedig a PSTN szolgáltatót megillető Y továbbítási díjat, ami 1994. évben 6 Ft/perc.

*Külföldre* irányuló hívás esetén:

- amennyiben nem történik hívásátírányítás, a beszélgetésért fizetendő díj (C5), ami 1994. évben, csúcsidőben, maximálisan a PSTN nemzetközi beszélgetési díjának (N) és a (C3) felének az összege ( $C5=N+0,5 \times C3$ ); ebben az esetben a beszélgetési díjat a hívó fizeti.

- hívásátírányítás esetén, a hívó által a belföldre irányuló hívásért fizetendő díjon felül, a hívott által a beszélgetésért fizetendő díj, 1994. évben, csúcsidőben, maximálisan a PSTN nemzetközi beszélgetési díja (N).

Fizessen elő a  
**RÁDIÓTECHNIKA** és a

*hobby*

**elektronika**

folyóiratokra!

*gy biztosan  
hozzájut!*

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603. Tel./fax: 217-0262

A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyák-film melléklet.

# Fémkeresők

Nagymáté Csaba okl. vill. üzem-mérnök, műszaki tanár

*A fémkereső egy olyan téma, amely sokak fantáziáját megmozgatja. Talán azért, mert az újságok időnként fantasztikus leletekről tudósítanak. A szeméttelen, vagy a szántóföldben talált kincsek ifjúkori álmokat idéznek. Ugyanakkor lakásfelújítás vagy átépítés során ugyan ki tudná megmondani, mi rejtőzik a vakolat alatt; nincs-e például a vésésre, fűrésra kiszemelt helyen víz- vagy villanyvezeték? Sok költséggel járó roncsolás a víz vagy gázvezetékben, illetőleg súlyos baleset – villanyvezeték megsértése esetén – előzhető meg fémdetektor használatával.*

Az elektronikus fémkeresés eredete régebbi időre nyúlik vissza, mint azt a legtöbb ember képzelné. Tény, hogy az első „elektronikus” fémdetektort több mint száz évvel ezelőtt 1879-ben D. E. Hughes professzor tervezte. És amin talán még többen meglepődnek, hogy elvében az eredeti IB (lásd később) rendszerű fémkereső volt. Az is tény, hogy a legtöbb komplex detektor ma is ezt az elvet használja. Azt talán mondani sem kell, hogy a technikai fejlődés mennyit csiszolt, finomított az eredeti gondolatot, és mint látni fogjuk, ma számtalan detektortípus van használatban.

Miként az alkalmazott elektronika sok ágának a kifejlődését, így a fémkeresőkét is a katonai alkalmazás tette lehetővé. A maga idejében még kizárólag fémből készült aknákat tudták az akkoriban még elektroncsőből felépített berendezésekkel jól azonosítani és azután meghozni a megfelelő intézkedéseket. Civil alkalmazásban ezen készülékeket leginkább víz- gáz- és áramvezetékek felkutatására használják, amelyek vagy a talajban, vagy a falban „rejtőznek”.

Az utóbbi évtizedek újabb keletű hobbija a kincskeresés ezekkel a berendezésekkel az archeológusok nem kis bosszúságára. Ez a hobbi különösen a tengerparttal rendelkező angolszász országokban rendkívül népszerű. Egy 1980-as adat szerint az USA-ban már negyedmillió tagja volt a „Kincskereső Klubjának”. Az elektronikával foglalkozó homo ludens, azaz a játékos ember nem állja meg, hogy egyszer ne

próbálkozzék ilyen berendezés készítésével. Jelen sorok írója áttanulmányozta az e témában az utóbbi két évtizedben megjelent magyar nyelvű irodalmat és szomorú következtetésre jutott. Szinte ismeretlen amatőr berkekben a fémkeresők működési elvének nagy része, s a megvalósított kapcsolások is szinte azonosak és használatuk általában nem a várt eredményt hozza.

Jelen cikkünk hazai viszonylatban úttörő munkára vállalkozik. Egyrészt áttekintjük röviden az elméleti alapokat, amely az előzőekben vázoltak alapján főleg angol és német szakirodalomban lehetők fel, másrészt egy-egy gyakorlati megvalósítási lehetőséget is bemutatunk olyan kapcsolások segítségével, amelyeknél a kezdők és a profi áramkörépítők is a siker reményében vállalkozhatnak az utánépítésre. Nem minden készüléktípus készíthető el otthoni körülmények között, így áttekintésünk természetesen nem lehet teljes. Ugyanakkor a külföldön forgalomba hozott detektorokról elmondhatjuk, hogy az „olcsó” fémkeresők általában csalódást okoznak, míg a jók igen-igen drágák. Megéri hát az otthoni kísérletező munka, mert nélküle nemigen jutnánk ilyen berendezéshez, bár – mint majd kiderül – egy fémkereső háziilag kikísérletezése sokirányú szakembert igényel.

## 1. Elméleti ismeretek – röviden

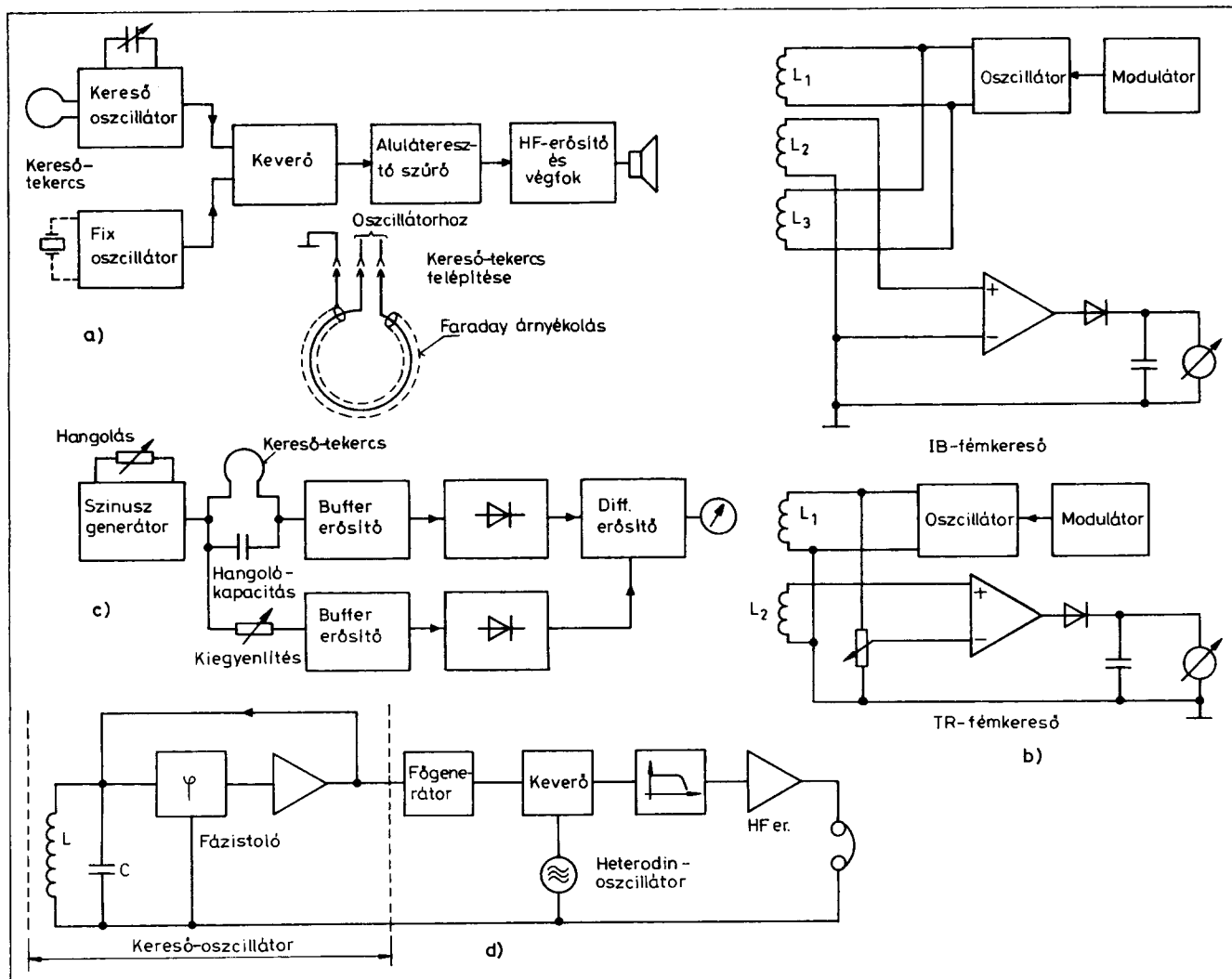
A keresett tárgy milyenségének eldöntéséhez és osztályozásához a mágneses tulajdonságai adnak segítséget. Így az altalajban levő fémek kereséséhez két lényeges dolgot kell tudni. Az egyik, hogy a fémtárgyak befolyásolják egy adott keresőtekercs önindukcióját. Ez a befolyásolás pozitív és negatív irányú lehet a mindenkori relatív permeabilitástól függően ( $\mu_r$ ). A különféle anyagok mágneses tulajdonsága atomjaik, illetve molekuláik szerkezetével kapcsolatos. Az eredő mágneses tulajdonság főbb alkotórészei: az atomok neutronjainak mágneses nyomatéka, az atommag körül keringő elektronok mint elemi atomi ill. molekuláris köráramoknak a mágnesere,



valamint az elektronoknak saját tengelyük körüli forgásából az ún. „spinjéből” adódó mágneses momentuma. Mindezeket figyelembe véve az anyagokat eredő mágneses tulajdonságaik alapján három csoportba soroljuk. Ezek pedig a paramágneses, a diamágneses és a ferromágneses anyagok csoportja. A paramágneses anyagok esetén a molekuláris köráramaikból és elektronjainak spinjéből adódó mágneses momentumok nincsenek kompenzálva. Az atomok ill. a molekulák mágneses momentumai azonban külső mágneses tér nélkül rendezetlenek, minden irányban azonos gyakoriságúak. Így a magára hagyott paramágneses anyag állapota semleges, nem mutat mágnesességet.

A paramágneses anyagot mágneses térbe helyezve, mágnesezés jön benne létre. Relatív permeabilitásuk alig nagyobb az egységénél. Paramágneses anyag a fémek többsége, néhány gáz pl. az oxigén, sók és egyéb vegyületek. Érdekes – bár esetünkben nincs jelentősége – hogy paramágneses tulajdonságúak a ferromágneses anyagok egy bizonyos hőmérséklet az – ún. Curie-pont – felett.

A diamágneses anyagok atomjainak és molekuláinak külső mágneses tér nélkül nincsen mágneses momentuma. Az elemi köráramok, az elektronok pályái ugyanis párosával ellentétes irányúak. A diamágneses anyagok relatív permeabilitása egynél kisebb, de igen közel van az egységhez. Diamágneses anyag néhány fém (Cu, Pb, Ag, Hg), nem fémes elemek (Si, P, S), a víz, az üveg, szerves vegyületek stb.



1. ábra

A ferromágneses anyagok mágneses tulajdonságainak alapvető alkotói az elektronok spinjéből adódó mágneses momentumok. Ezek az atomi mágnesek olyan „erősek”, hogy az egymáshoz közel levők azonos irányba állítják egymást. Emiatt a kristályrácon belül viszonylag nagy elemi mágnesek, ún. domainok (domének) jönnek létre. Ezek az elemi mágnesek – mágneszetlen anyag esetén – rendezetlenek, kifelé semleges állapotot mutatnak. A ferromágneses anyagok mágnesezése és a mágneses indukciója nincs egyenes arányban a mágneses térerősséggel és a relatív permeabilitás sem állandó érték, egyrészt függvénye  $\vec{B}$  és  $\vec{H}$  értékének illetőleg függvénye az anyag előzetes mágneses állapotának is. A ferromágneses anyagok  $\mu_r$  értéke magas ( $\mu_r > 1$ ). Ferromágneses tulajdonságú tiszta fémek a vas (Fe), a kobalt (Co) és a nikkell (Ni). Ugyancsak ferromágne-

ses anyagok azok az ötvözetek, melyek az előző fémek egyikét nagyobb mennyiségben tartalmazzák. A vasvegyületek és a ferritek ugyancsak mágnesesek. Mint látjuk, a permeabilitásbeli különbség a para- és a diamágneses anyagok között igen csekély ( $\mu_r > 1, \mu_r < 1$  de közel egységnyi), így ezen anyagok  $\mu_r$ -en keresztüli megkülönböztetése igen nehézkes. Másrészt a nagy különbség a para-, dia- és a ferromágneses anyagok között lényegesen könnyebb helyzetet teremt, ha készülékünk rendelkezik ilyen megkülönböztető képességgel. Ugyanis egyáltalán nem haszontalan tudni még mielőtt az ásóhoz nyúlunk, hogy aranygyűrűt vagy rozsdás vasszeget rejt a föld, ahol a fémkeresőnk jelez. A másik fontos tényező, amit a fém tárgy kimutatására használhatunk az örvényáram, amely villamos vezető anyagokban keletkezik, ha azt egy változó mágneses me-

zőbe helyezzük. A keletkezett örvényáram nagyságát a tárgyak mérete és formája valamint specifikus ellenállása határozza meg. Az indukált örvényáramok által létrehozott másodlagos mágneses tér megfelelő indikátorrendszerrel érzékelhető. A továbbiakban – szem előtt tartva az eddig leírtakat – áttekintjük, milyen elven készíthetünk fémkeresőt illetőleg ami ebből egyenesen következik, milyen rendszerű készülékek vannak forgalomban, és azoktól mit várhatunk.

Miként már az elektronikában már megszokhattuk, a különféle elvekre is angol szavakat használnak, amit a továbbiakban mi is megtartunk, annál is inkább, mert az erre oly kényes német szakirodalom sem tudta jól visszafordítani, így ott is az eredeti angol változattal találkoztam. Tágabb értelemben öt módja van a fémkeresésnek; az alábbiakban ezeket részletezzük.



## 2. Beat Frequency Oscillator (BFO)

Magyarul hívhatnánk „üttetés rendszerű”, „keverős rendszerű” készüléknek is. Az amatőr építésű fémkeresők leggyakoribb típusa. Ennek ellenére nem árt néhány dolgot összefoglalni ezekről a készülékekről. A BFO a fémkeresők legegyszerűbb típusa, ennélfogva ezeknek a legkisebb az érzékenyséjük és a használatuk is kissé körülményes. Az elv az, hogy egy rezgőkör rezonanciafrekvenciája megváltozik, ha a rezgőkört alkotó LC elemek közül valamelyik megváltozik. Ebben az esetben az induktivitás megváltozása következik be, ha annak közelébe fémtárgy kerül. A tekercs induktivitásának megváltozása

$$\Delta f = f_0 \frac{\Delta L}{2L}$$

mértékű frekvenciaváltozást eredményez, ahol:

$\Delta f$  = a frekvencia megváltozása Hz-ben,

$f_0$  = az oszcillátor eredeti frekvenciája,

$\Delta L$  = az önindukciós tényező megváltozása H-ben,

$L$  = a keresőtekercs önindukciós tényezője.

Egy egyszerű kis számítással fontos következtetésre juthatunk. Tételezzük fel, hogy oszcillátorunk frekvenciája 500 kHz és 1000 Hz elhangolást akarunk elérni. Kissé átrendezve eredeti összefüggésünket:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta L}{L} &= \frac{2 \Delta f}{f_0} = \\ &= \frac{2000}{5 \cdot 10^5} = 0,4 \cdot 10^{-2} = 0,4\%, \end{aligned}$$

azaz ehhez a tekercs induktivitását 0,4% -kal kell megváltoztatni. Ugyanilyen feltételekkel, de csak 100 kHz-es oszcillátor frekvenciánál ez a változási arány 2%-ra nő. Mindkét változást könnyű elérni, amiről a későbbiekben fontos megállapítást tehetünk a tényleges konstrukcióra vonatkozólag. A készülék működési elvét az 1. a ábra mutatja. A kapcsolások általában – és itt az „általában” hangsúlyozott – két oszcillátort tartalmaznak egymáshoz közeli frekvenciára hangolva. Az egyik a referenciaoszcillátor, amelynek frekvenciája nem változtatható üzem közben, a másik a kereső oszcillátor, amely

a kezelő által hangolható és fő alkotórésze maga a keresőtekercs. A keresőoszcillátor frekvenciáját úgy kell beállítani, hogy átfogási tartományának közepe táján egyezzen meg a fix oszcillátor frekvenciájával. De mekkora is legyen ez a frekvencia? Az előbbi kis számpéldánál láttuk, hogy a frekvencia növelésével a kívánt elhangoláshoz egész kis induktivitásváltozás elég, amit már kis tárgyak is képesek előidézni. Másiképpen fogalmazva a készülék érzékenysége nő. De az oszcillátor elhangolását maga az áramkör is produkálja, így pl. egy 1 MHz-es oszcillátor stabilitása legalább  $10^{-4}$  nagyságrendű kell, hogy legyen, ami azt jelenti, hogy legalább kvarcvezérlésre kell készíteni. Csökkentve az oszcillátorok frekvenciáját, romlik a fémkeresők érzékenysége.

Van még egy nagyon fontos tényező, amellyel itt találkozunk először – de más készülék-típusnál is számolnunk kell vele – ez pedig az ún. *Ground Effect*, azaz föld- vagy talajhatás. A talaj közelségének hatása ebben az értelemben általában kapacitív jellegű, s mint ilyen, képes elhangolni rezgőkörünket. Természetesen az ilyen kellemetlen jelenség ellen is van megoldás: az egyik az ún. Faraday árnyékoló burkolat alkalmazása, amiről majd a konkrét konstrukciónál lesz szó. A másik: a földhatás kihangolása után a keresőtekercset állandó távolságra kell tartani a talajtól, ami viszont kezelési nehézségeket okoz.

Visszatérve az oszcillátorfrekvencia megválasztására. 100 ... 350 kHz között az érzékenység és az áthatolási mélység elég csekély, míg nem 1,3 MHz környezetében az alkalmazott elektrosztatikus árnyékolás veszt el a hatékonyságát. Ezekből következően – és más különböző megfontolások alapján – a BFO-s fémkeresők működési frekvenciája 100...600 kHz közé tehető. Nyomon követve a jel útját a tömbvázlaton: a két oszcillátor jelét egy additív keverőre vezetjük, aminek a kimenetén a keverés eredményeként a különbségi frekvencia is megjelenik. A két oszcillátor egyezése esetén ez a különbség 0 (ez az úgynevezett null-ütés), ami a valóságban csak rövid ideig áll fenn.

A keverőt követő aluláteresztő szűrő már csak ezt a különbségi és hallható sávba eső frekvenciát engedi át, amit felerősítve a fejhallgatóban vagy hangszóróban hallunk. Ha a kereső oszcillá-

torral nem a null-ütést állítjuk be, hanem valamilyen konkrét hangot, akkor a tekercs közelébe kerülő fémtárgy két-féleképpen hangolhatja el. A tekercs induktivitása növekszik ha, ferromágneses anyag közelébe kerül, így mélyebb hang lesz hallható, míg a nem ferromágneses anyagok ellenkező hatást keltenek, azaz növekvő hangmosságot észlelünk.

A BFO-s készülék érzékenysége és stabilitása tovább fokozható PLL alkalmazásával. Hatékonyságát azonban befolyásolja a nedves fű, a sós víz, a terepviszonyok megváltozása stb. Összefoglalva ez az a fémkereső-típus, amit leginkább házi, amatőr építésre ajánlanak, használatának korlátaival együtt.

Utaltunk rá, hogy a kapcsolás általában két oszcillátort tartalmaz. Lehetséges azonban egyetlen rezgőkör elhangolódását kimutatni, egyetlen oszcillátorral is. Ez, ha úgy tetszik egy másik fejlődési irány, ami a készülékek miniatürizálásához vezethet. Az egyetlen oszcillátort tartalmazó fémkereső rezgési amplitúdóját csökkenti a fémtárgy közelsége, amely ha túl közel van, a rezgés akár le is állhat. (Ezen az elven működnek az ipari folyamatirányításban, automatikákban igen gyakran használt inductív közelítéskapcsolók is. Lásd: *Rádiótechnika Évkönyve 1985*. A szerk.)

Ezt a csökkenő amplitúdójú vagy éppen leszakadt rezgést általában egy kéttranzistoros trigger jellegű erősítő érzékeli és LED-et és/vagy hangfrekvenciás oszcillátort kapcsol be. Az oszcillátor induktivitása maga a keresőtekercs, ami ferritrúdra készül, így az egész készülék zsebrádió méretű. A készülék érzékenysége csupán 2-4 cm-re tehető, ami csak vakolat alatti nyomozást tesz lehetővé.

## 3. Induction Balance (IB) indukciós híd, Transmit/Receive (TR) nagyfrequenciás vevő

Elég sok félreértés és zavar eredt ebből a két elnevezésből. Mindkét készülékfajta ugyanazon az elven működik, ezért szokás az ilyen elven működő fémkeresőket IB/TR készüléknek hívni. A valódi IB készülék három-, a TR elvű pedig kétkerceses. Működési sé májuk az 1. b ábrán látható. A működésük azon alapul, hogy a tekercsek közötti csatolás megváltozik, ha a tekercsek fém közelébe kerülnek. Mindkét

elv csupán egyetlen oszcillátort használ. Az IB készülékben az oszcillátor két tekercset táplál. A második tekercs tekercselési iránya ellentétes az elsővel. A három tekercset egymás tetejére kell elhelyezni, némileg elmozdítva a középponttól. A felső és az alsó tekercs csatlakozik az oszcillátorhoz. Mivel a felső és az alsó tekercs tekercselési iránya ellentétes, így a két tekercs ellenfázisú mezőt hoz létre. A harmadik tekercs a kettő között helyezkedik el, ahol a mezők kiegyenlítettek, így annak kivezetésein elvileg nincs feszültség.

Amikor fém kerül a tekercsek közelébe, a mágneses mező egyensúlya felborul és ez a harmadik tekercsben feszültséget indukál. Ezt a feszültséget felerősítjük, majd egyenirányítjuk. Mivel az oszcillátor amplitúdómodulált, az egyenirányítás tulajdonképpen demodulálás, s az eredmény hangfrekvenciás jel a hallgatóban.

A TR készülékben az oszcillátor csak egy tekercset táplál. A második tekercs egy műveleti erősítő neminvertáló bemenetére csatlakozik. Az invertáló bemenete egy szabályozó potenciométeren keresztül az oszcillátorhoz csatlakozik, így az erősítő kimenete nullára állítható fémmentes környezetben. Ha fémtárgy kerül a tekercsek kö-

zelébe, a beállított egyensúly felborul és több jel csatolódik felvevő tekercsbe. Ezt az egyenlőtleniséget az előzőkhez hasonlóan felerősítjük és egyenirányítjuk a fejhallgató vagy a mérőműszer számára.

Az előbbieken az egyszerű felépítésű IB/TR fémkeresők működését ismertettem. Ha továbbgondoljuk a dolgot, akkor a következőkre jutunk. Mindkét készüléktípusnál a csatolás nő ferromágneses anyag közelében és csökken nem ferromágneses környezetben.

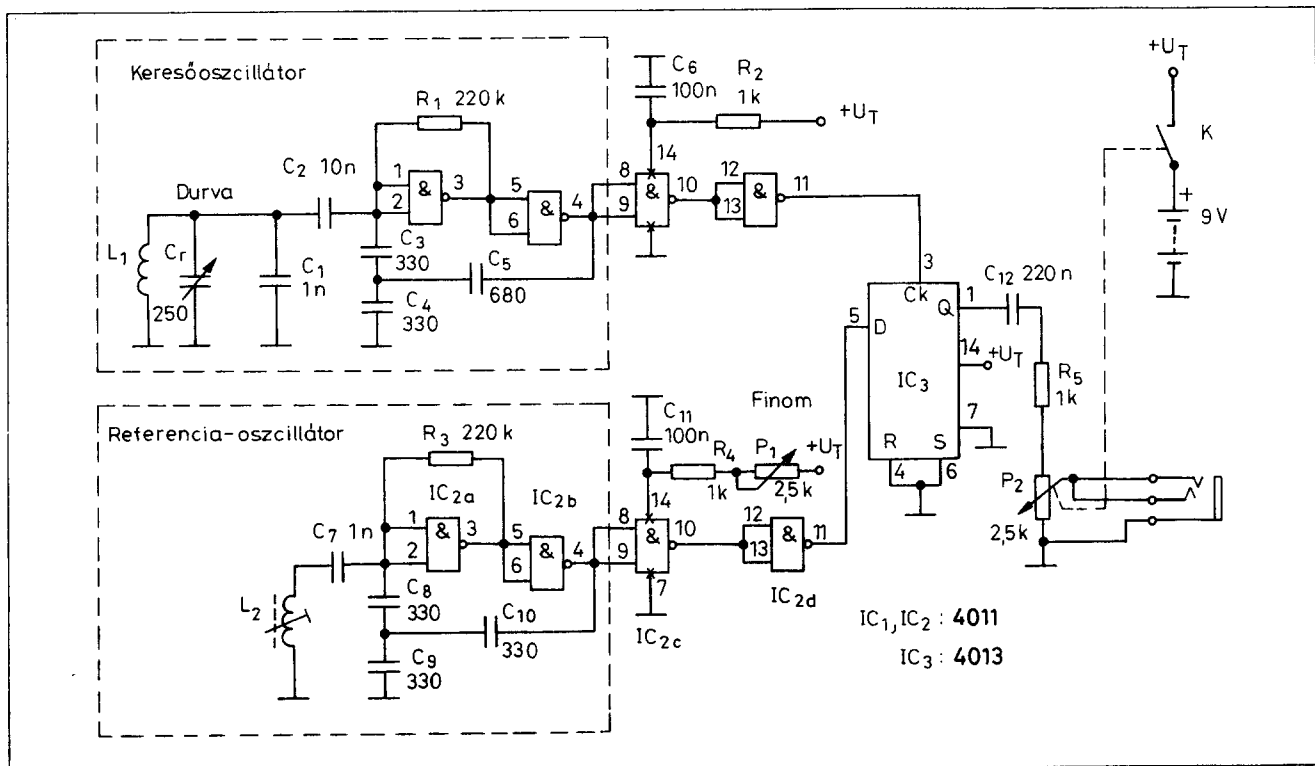
Az erősítő kimeneti jelének és az oszcillátor jelének keverésével az eredő jel növekedni fog ferromágneses anyag észlelésekor és csökkenni fog nem ferromágneses anyag esetén. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a skin-hatást mutató tárgyak a csatolás mellett fázistolást is okoznak, amivel további megkülönböztetést lehet elérni. A végeredmény pedig egy sokoldalúan használható fémkereső meglehetősen bonyolult elektronikával és rengeteg kezelőgombbal.

Bár ez a szerkezet nagyon tetszetős, de tökéletesen beállítani igen nehéz. Az egyszerűbb változatáról azt mondhatjuk, hogy ugyan érzékenyebb mint a BFO-s rendszer, de hajlamos az instabilitásra és nem tud különbséget tenni

az anyagok között. A fő probléma azonban mindkét készüléktípusnál a már említett földhatás, amely a két tekercs csatolásában változást okoz és így hibás mérést eredményez, ha a tekercsrendszert nem tartjuk állandó távolságra a talajtól. A BFO-hoz hasonlóan a nedves fű, sós víz, terepváltozás szintén hatással lesz az eredményeségre. Egyes gyártók – igaz borsos áron – kínálnak a földhatást kizáró ún. GEB (Ground Exclusion Balance) detektorokat is.

#### 4. Pulse Induction (PI) Impulzusüzemű detektor

A professzionális készüléktípus. Elvi működéséről még részletesen szólnunk. Nagyon stabil, nagyon érzékeny fémkereső. Úgy dolgozik, hogy a talajt erős impulzusokkal vizsgálja, figyeli az impulzusszünetet, amikor – ha fém van jelen – abban örvényáram jön létre. Az ezen az elven működő berendezéseket nem zavarja a már eddig sok problémát adó földhatás. Érzékenysége ellenére néhány jelentős hátránnyal rendelkezik. Az impulzus-átalakító tápigényének köszönhetően nagy a fogyasztása. Nem tud különbséget tenni ferro- és nem ferromágneses anyagok között. Másik igen fontos figyelembe



2. ábra

veendő tényező, hogy a PI detektor – ellentétben az eddig tárgyalt fémkeresőkkel – abszolút, nem pedig relatív. (A relatív fémkereső azt jelenti, hogy lehetséges bizonyos mennyiségű fém a kereső közelében – pl. szerkezeti elemként – azt ki lehet hangolni úgy, hogy nem veszít az érzékenységéből.) Nos, ez nem lehetséges az abszolút PI detektor esetében, és az érzékenység jelentősen lecsökken, ha beállításkor fémtárgy van a közelében. Ez jelenti azt is, hogy készülékünk keresőfeje és nyele nem tartalmazhat fém alkatrészt (persze a keresőtekercs kivételével).

## 5. Very Low Frequency Phase Angle (VLF) (Igen alacsony frekvencia – fázissszög)

Már az elnevezés utal a tekercset gerjesztő oszcillátor frekvenciájára. Az alacsony frekvencia használata azal az előnnyel jár, hogy a földkapacitás kevésbé érezteti a hatását. A VLF szintén használatos IB-s készülékekben, amelyek rendelkeznek GEB kiegészítéssel és ez az a tényező, ami hozzájárul az aránylag magas költségekhez.

A lehetőség, hogy érzékeljünk egy vékony fémtárgyról nyert fázisinformációt, a frekvenciától függ. Magasabb frekvenciákon a skin-hatás örvényárama teszi a megkülönböztetést hatástalanná. Ezért a gyártók egyre alacsonyabb és alacsonyabb frekvenciát kezdenek alkalmazni. Létezik olyan készülék, amely 2 kHz alatt dolgozik. Ez érzékenységi problémát okoz pl. réz-nikkel érmék esetén (a megkívánt nagy Q miatt megnehezíti a tekercs tervezését).

A mostani készülékek frekvenciatartománya 10 ... 20 kHz között van, ami még viszonylag jó érzékenységet biztosít és tekercs-tervezési gondok sem merülnek fel. Ugyanakkor, amikor alacsony frekvenciát használunk, a létrejött változások a tekercsben sokkal kisebbek, mint magasabb frekvenciák esetén, így sokkal bonyolultabb jelfeldolgozási műveletre van szükség azonos paraméterek eléréséhez. Az elvi működést majd egy konkrét példán keresztül mutatjuk be.

Nyilvánvaló előnyei ellenére ennek a típusnak is vannak hátrányai. Ez a kapcsolás is hajlamos instabilitásra, meglehetősen drága, és a keresőfej kialakítása és beállítása bonyolult.

## 6. Off Resonance – „félrehangolt rezgőkör” típus

Úgy tűnik, kevésbé használatos, bár amatőr szempontból nézve könnyen megépíthető. Egy olyan készülékről van szó, amely a jelkiegyenlítéses BFO elvén alapszik. Összehasonlítva azonban a már megismert akár IB vagy PI típusossal meg kell állapítani, hogy azoknál sokkal érzéketlenebb, ugyanakkor terepen igen jól dolgozik. Kétségtelenül a hasonló elvű BFO sokkal elterjedtebb s talán egy kicsivel jobb az érzékenysége, de a félrehangolt rezgőkörös elv segítségével finomabb megkülönböztetést érünk el a ferro- és a nem ferromágneses anyagok szétválasztásában. A készülék egyszerűsített tömbvázlatát az 1. c ábra mutatja.

Mint a jó „öreg” BFO-detektor az Off-Resonance detektor is a keresőtekercs induktivitásváltozására érzékeny. Ebben az esetben azonban a keresőoszillátor egy párhuzamos rezgőkört táplál, melynek szerves része maga a keresőtekercs. A rezgőkör és az azt meghajtó generátor összehangoltak. A generátor egy kiegyenlítő fokozaton keresztül – a rezgőkört megkerülve – egy másik erősítőt és egyenirányítót is táplál. A két jelút egy differenciálerősítőt vezérel, amelynek kimenetén nincs jel, ha a két jelút ki van egyenlítve. Hatásában a BFO „null-ütéséhez” hasonlíthatjuk.

Amikor fémtárgy kerül a tekercs közelébe, a tekercs önindukciós tényezője, s ezzel a rezgőkör rezonanciafrekvenciája is megváltozik. Esetünkben azonban a rezgőkört szűrőként viselkedik és a generátor ezt most „félrehangolja”. Ennek a következtében a rezgőkör kimenetén rohamosan csökkenő feszültség tapasztalható, amely a beállított egyensúlyt felborítja, a differenciálerősítő kimenetén változással arányos jel áll a kijelző fokozat rendelkezésére.

A fémtárgy hatása a rezgőkör rezonanciájára függ a tárgy méretétől, távolságától, helyzetétől valamint elektromos és mágneses tulajdonságaitól. Ez utóbbiba belegondolva jutunk el a fémkeresők anyagmegkülönböztető képességéhez. Ugyanis az a céltárgy, amelyik tisztán veszteséges, csupán csillapítja a rezgőkört és csökkenti amplitúdóját. A ferromágneses anyagból készült, azaz jelentős relatív permeabilitással rendelkező tárgy alacsony értékre hangolja félre a kimenetet, míg

nem ferromágneses anyag éppen fordított hatást ér el.

A jelenség pontos magyarázata meghaladja cikkünk kereteit. Ugyanezért nem beszélünk itt a tápláló oszcillátor frekvenciájának megválasztási szempontjairól és egy speciális, ún. tracking problémáról sem. A problémák megoldására álljon itt – minden elemzés nélkül – az 1. d ábrán látható, részletesebb tömbvázlat.

\* \* \*

Az elvi lehetőségek áttekintése után az egyes elvekhez bemutatunk egy-egy gyakorlati megvalósítási lehetőséget is, törekedve arra, hogy mind a kezdők mind a rutinos áramkörépítők kedvüket leljék a kísérletező munkában. Azért kísérletező munka, mert az áramkörök működésén túl igen sok múlik a járulékos konstrukciós problémák adott technológiához és anyagokhoz igazodó megoldásán. Ehhez pedig egységes receptet adni nem lehet.

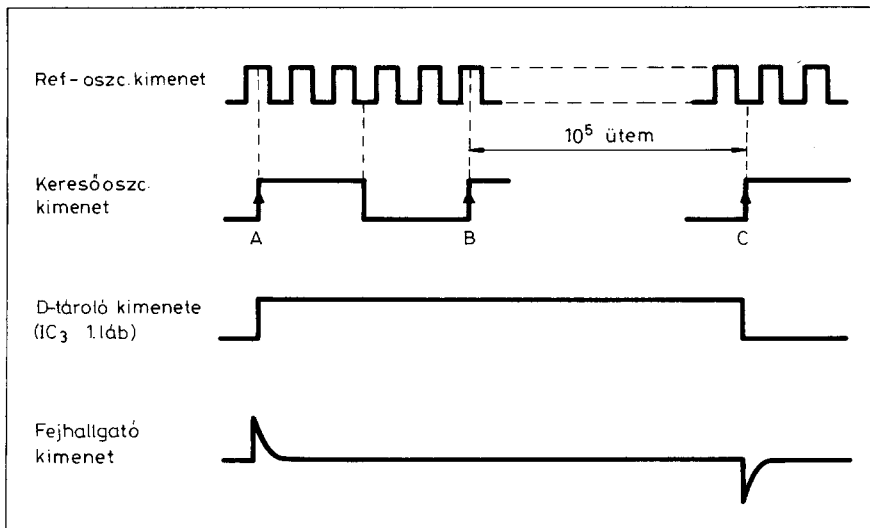
## 7. BFO-s fémkereső készítése

Elsőként a bevezetőben említettek szerint az amatőr gyakorlatban előforduló BFO-os rendszerű fémkeresőre nézzünk egy egyszerű példát. Kapcsolási rajza 2. ábrán látható. Egyszerűsége ellenére ez a „lebegtetős” rendszerű detektorral megvalósított áramkör is tud valami újat nyújtani. Az előzőekből nyilvánvaló, hogy az 1. a ábra szerinti fémkeresők keverés utáni különbségi frekvenciája a hallható sávba kell, hogy essen, (értéke tipikusan néhány száz Hz). Kis induktivitásváltozás azonban csak néhány Hz-es változást okoz (pl. túlságosan kicsi, vagy túlságosan messze levő tárgy), aminek frekvenciaelhúzó hatását füllel már nem észleljük. Így bár a készülékünk érzékeli a „fogást” de a kezelője nem. Nos ezt a problémát ez a kapcsolás megoldja, de működési elve csak részben azonos az 1. a ábrán bemutatott változattal.

Az egyszerű elektronika három lényeges előnyt mutat fel:

- csak egy tekercset kell készítenünk,
- csupán 3 db CMOS IC-vel megvalósítható,
- az üzeme, kezelése rendkívül egyszerű.

E rövid bevezető után nézzük az áramkör működését. Az egyenként 4-4 NAND-kaput tartalmazó IC<sub>1</sub> és IC<sub>2</sub> ha-



3. ábra

sonló felépítésű LC-oszcillátort alkot. A keresőtekerccs képezi a keresőoszillátor induktivitását, míg  $L_2$  a referencia-oszcillátor induktivitása, amely egy, a kereskedelemben beszerezhető 455 kHz-es KF- transzformátor. A mintakészülékbe egy zsebrádió-roncsból kitermelt japán KF-trafót ültettem be. A CMOS bemeneteket a kis kapacitások alig terhelik. Az oszcillátorok azonos felépítése még azzal az előnnyel is jár, hogy akár a tápfeszültség, akár a környezeti hőmérséklet változása mindkét áramkörre egyformán hat, így hatásában alig érzékelhető változást okoz.

A keresőoszillátor frekvenciája 100 ... 120 kHz, míg a referencia-oszcillátoré ennek négyszerese, tipikusan 455 ... 470 kHz. A keresőoszillátor durván hangolható a  $C_v$  forgókondenzátor segítségével, amely egy táskarádió forgója is lehet. Érdekessége a kapcsolásnak, hogy a referenciaoszcillátor is kismértékben hangolható  $P_1$  segítségével. Mindkét oszcillátor kimenete egy D-tárolóhoz kapcsolódik: az órajel-bemenetére a keresőoszillátor, míg a D bemenetre a referenciaoszcillátor. Figyelembe véve a D-tárolók működési elvét és a két frekvencia 1:4 arányát a kapocsolás kimeneti jelalakja a 3. ábra szerinti. Az IC<sub>3</sub>, 4013 típusú CMOS D-tároló akkor írja át a kimenetét a referencia-oszcillátor logikai szintjét, amikor a keresőoszillátor fel-futó éle van jelen. Ez az eset kb. minden 100 000. ütemnél következik be, így a kimeneten egy kb. 8 ... 12 Hz-es recscsenésszerű hang lesz hallható. Ezt a

kimenetre a hallgató elé kötött  $C_{12}$ ,  $R_5$  differenciáló tag valósítja meg. Ily módon tehát egyfajta digitális „keverés” valósul meg, aminek itt az az előnye is megvan, hogy az igen alacsony frekvenciájú koppanásszerű hangoknál bekövetkező néhány Hz-es változás is kitűnően érzékelhető.

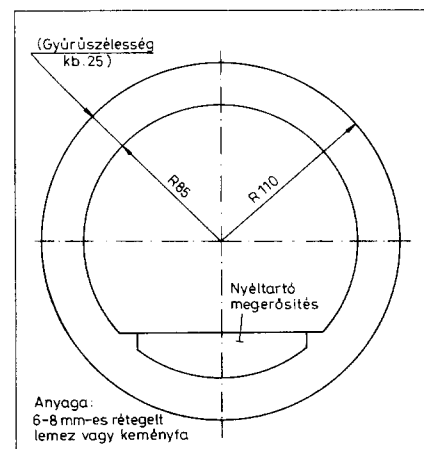
Az áramkör élesztése és beállítása rendkívül egyszerű. Az elektronika nyomtatott áramkörtől készülő, kivitele nem túl kritikus. A kapcsolást működtető feszültség 6 ... 12 V között lehet, a készülék áramfelvétele ettől függően 2,5 ... 3,5 mA.

A készülék beállítása elvégezhető egy egyszerű fejhallgató segítségével, de ha van oszcilloszkópunk, érdemes azzal beállítani. Először a két oszcillátor elkészítésével kezdjük. Frekvenciájuk oszcilloszkóppal ellenőrizhető. Ehhez persze el kell készíteni a keresőtekerccset, de ennek módját viszonylagos bonyolultsága miatt külön fejezetben ismertetjük. Ha fejhallgatóval állítjuk be az áramkört, akkor a következőképpen járunk el. A forgókondenzátort félig kifogatott helyzetében  $L_2$  vasmagját addig hangoljuk, amíg a hallgatóban néhány száz Hz-es hangot nem hallunk. Ekkor  $P_1$  finomhangoló potenciométer segítségével állítsuk be 20 Hz körüli koppanásszerű hangot. Ez az alacsony frekvencia csekély ingadozással megvalósítható és jó érzékelést tesz lehetővé. Amikor fémtárgy kerül a keresőtekerccs közelébe a kopogások száma jól érzékelhetően megváltozik, nagyobb tárgyaknál folyamatos bűgössá módosul.

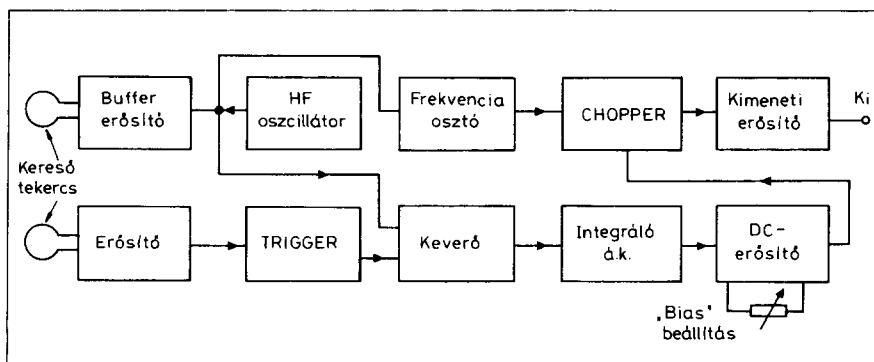
## 7. 1. Konstruktív kérdések

A fémkeresők minden típusának elkészítésénél a legnagyobb nehézséget a keresőtekerccs megépítése és a hozzákapcsolódó konstrukciós kérdések jelentik. Alapvetően mechanikai és technológiai problémáról van szó, amitől a legtöbb elektronikai szakember visszaretten. Lehetőségeinkhez képest ebben a kérdésben szeretnénk a legtöbb segítséget adni. Ebben az esetben is a fémkeresők lelke maga a keresőtekerccs. Készítsünk el egy 180 mm belső átmérőjű, 50 menetes tekerccset kb.  $\varnothing$  0,5 mm-es huzalból. Ez kb. 30 méternyi zománcszigetelésű rézhuzalt jelent. Csévetestnek használjunk pl. egy megfelelő átmérőjű konyhai lábast. Ügyeljünk arra, hogy a két kivezetés szorosan egymás mellett helyezkedjen el. Ezt követően műanyag szigetelőszalaggal tekerccseljük körül a már kör alakú köteget, ami egyrészt szigetelést, másrészt mechanikai tartást biztosít számára.

Most következik az 1.a ábrán már részben látható a földeffektus hatást jelentősen csökkentő Faraday-árvénykolás elkészítése. Háztartási alufóliából vágjunk le 10 ... 20 mm szélességű csíkokat, és ezekkel pólyázzuk be tekerccsünket úgy, hogy a kivezetésekkel szemben a közepe táján legyen egy kb. 20 mm-es be nem fedett szakasz. Másképpen fogalmazva ennek az alufólia tekerccsnek a kezdete és vége egymással nem érintkezhet, nem alkothat egy rövidrezárt menetet. Ennek elmulasztása a Faraday-árvénykolást hatástalanná teszi és a veszteségek tetemes megnövelésével a készülék érzékenységét is nagyságrendekkel lerontja.



4. ábra



5. ábra

Mivel az alufóliába nem tudunk kivezető huzalt forrasztani, ezért kivezetés gyanánt erre a fóliára a másik két kivezetés közelében tekercseljünk rá jó szorosan csupasz huzalból néhány menetet, és ezt vezessük ki. Végül az egész komplexumot tekercseljük át még egyszer szigetelőszalaggal. Kész tekercsünket egy tekercsfejbe helyezhetjük el, melyet fából vagy műanyagból készíthetünk. Ha fából készül, akkor anyaga 6 ... 8 mm vastag rétegelt lemez lehet. Ebből vágunk ki egy, a 4. ábra szerinti gyűrűt, aminek a megerősített részébe készíthetjük el a nyélné a furatot. Nyélként célszerűen műanyag csövet vagy seprűnyelet használhatunk.

A gyűrű középvonalába esztergapadon vagy marógéppel készítsünk kb. 8 mm széles, koncentrikus hornyot, amibe a tekercset fektethetjük. Marógép hiányában lombfűrészsel a hornyot átvágva kell kialakítanunk, így egy „lyukas” gyűrűnk lesz, amit egy fedőlemezzel be kell „fenekelni”. Kicsit hosszadalmas, de az eredmény ugyanaz lesz. A nyél furatának közelében készítsünk egy másik furatot a kéteres árnyékolt vezetéknek is, amihez a tekercsünk csatlakozik. A horonyba levő, bekötözött tekercset rögzítenünk kell, ami valamilyen kétkomponensű műgyantával lehetséges (Epokitt, Uve-rapid stb.). A műgyanta megszilárdulása után már csak a nyelet kell hozzáerősítenünk és kész a keresőfej. A nyél rögzítésére lehetőleg ne használjunk szeget, csavart, vagy más fém alkatrészt, bár mint azt az elméletei ismeretknél láttuk, ezek hatása elvben kihangolható, de az ókori latin közmondás most is érvényes: „Aliter in theoria, aliter in praxi” azaz más az elmélet és más a gyakorlat...

A kész egységet időjárásálló lakkal vonjuk be. A nyél hosszúsága 1,2 ... 1,5

m legyen és kb. 55°-os szöget zárjon be a keresőfejjel. A nyélre erősítjük az elektronika dobozát, melyet ki-ki lehetősége szerint alakíthat ki. A doboz rögzítésénél ügyeljünk a mechanikai egyensúlyra, attól függően, hogy fogantyút hogyan és hol alakítjuk ki. A mintakészüleknél egy régi típusú padlókefélgép formatervezett markolati részét használtam, amelynek a seprűnyélhez illesztése némi esztergályos munkát is kívánt. Természetesen a munka ezen szakaszában igen tág lehetősége van az alkotó fantáziának. Az elektronikához a keresőfej vezetéke tuchel-dugó, a fejhallgató Ø 3,5 mm-es jack-dugó segítségével csatlakozik. Ha megoldható, a telepfeszültséget is szakítsuk meg egy kapcsolóval, amit célszerűen a markolatban helyezhetünk el.

## 8. VLF fázisdetektoros fémkere-ső

Szolgáltatásaiban és felépítésében jobb – de bonyolultabb is – a VLF fázisdetektor. Professzionális fázisdetektort házi körülmények között igen nehéz készíteni. Egy otthoni építésre „szelidült” egyik lehetséges változatát mutatja az 5. ábra tömbvázlata. Megalkotásával több megvalósítandó célt tűztünk ki:

- a berendezés legyen független a földeffektustól, anélkül, hogy speciális árnyékolást kelljen használni a tekercsnél,
- a keresőtekercs konstrukciója ne legyen kritikus és az elektronika felépítése legyen egyszerű,
- az egységet könnyen lehessen használni, olyan indikációs módszer alkalmazásával, ami jól észlelhető azok számára is, akiknek nincs különösebb érzékenysége a hangmagasság-változást

sokra. Ugyanis sok konstrukció csak csekély változást eredményez a hangmagasságban, ha fémet érzékel a készülék,

- teljesítménye legalább egy egyszerű felépítésű BFO vagy IB teljesítményével legyen azonos.

A fenti követelményeket leginkább egy egyszerű felépítésű VLF készülék valósíthatja meg. Az alacsony frekvenciás fémkereső működési frekvenciája a HF sáv felső felébe esik, tipikusan 17 kHz körüli érték. Ezzel a viszonylagosan alacsony működési frekvenciával mérsékelhető a földhatás. Bár e készülék érzékenysége nem túl nagy, de az ultraérzékeny berendezések nagyobb hatótávolsága sokszor akadály is használhatóságának. Ugyanis a talaj kismértékű vastartalma vagy más anyagok a talajban igen sok álföldeffektust idéznek elő.

A berendezés működését a tömbvázlat segítségével követhetjük végig. A keresőtekercs valójában egy iker-típus és ténylegesen transzformátor kialakítású. Egy hangfrekvenciás oszcillátor hajtja meg a primer tekercset egy buffer erősítőn keresztül. A buffer-egység célja, hogy a tekercs közelébe kerülő fém ne „húzza el” az oszcillátor frekvenciáját és ne befolyásolja a kimeneti jel fázisát. A szekunder tekercsből a jel egy nagy erősítésű erősítőbe kerül, onnan pedig egy trigger-fokozatba. Ez durván négyszögjelet szolgáltat, amely CMOS logikai szintnek felel meg és a keverő fokozat egyik bemenőjeleként szerepel. A keverő másik bemenőjele maga az eredeti oszcillátorjel. A keverő valójában egy kétbemenetű kizáró NEM-VAGY-kapu (XNOR).

A kizáró VAGY és a kizáró NEM-VAGY-kapuk feltehetőleg a legkevésbé használt típusok az amatőrök körében. Egy hagyományos kétbemenetű NOR-kapu kimenete alacsony értékű, ha vagy az egyik vagy a másik bemenete H logikai értéket vesz fel. Ugyancsak  $Q = 0$ , ha mindkét bemenet H értékű. Másképpen fogalmazva: a kimeneten akkor és csak akkor jelenik meg a logikai H szint, ha mindkét bemenetre 0 érkezik. Egy XNOR kapu abban különbözik a NOR-kaputól, hogy ha mindkét bemenetre H jel érkezik, a kimenet nem lesz L értékű. Amit még megkövetelünk ebben az alkalmazásban keverőáramkörinktől az, hogy a fáziseltérést arányos kimeneti egyenfeszültséggé alakítsa. Ugyanis a sze-

kunder tekercs kimenete fázisban némileg késik a bemeneti jelhez képest és ez a fáziskésés nő illetőleg csökken ha fémtárgy kerül a tekercs közelébe, attól függően, hogy az ferromágneses vagy nem ferromágneses anyag-e.

Az XOR- vagy XNOR-kapuk nem úgy néznek ki, mint egy „igazi” fázisdetektor, de valójában igen jól működnek ebben az üzemmódban. A 6. ábra hullámformái segítenek megérteni hogyan is működik ez a detektor. (A hullámformák szerkesztése során XOR-kaput vettünk alapul.) Az a. görbék szerint a két bemenet egymással éppen fázisban van; a kimenő jel a XOR-kapuk működéséből következően konstans L szint. Ez az állapot a valóságban soha nem fordul elő.

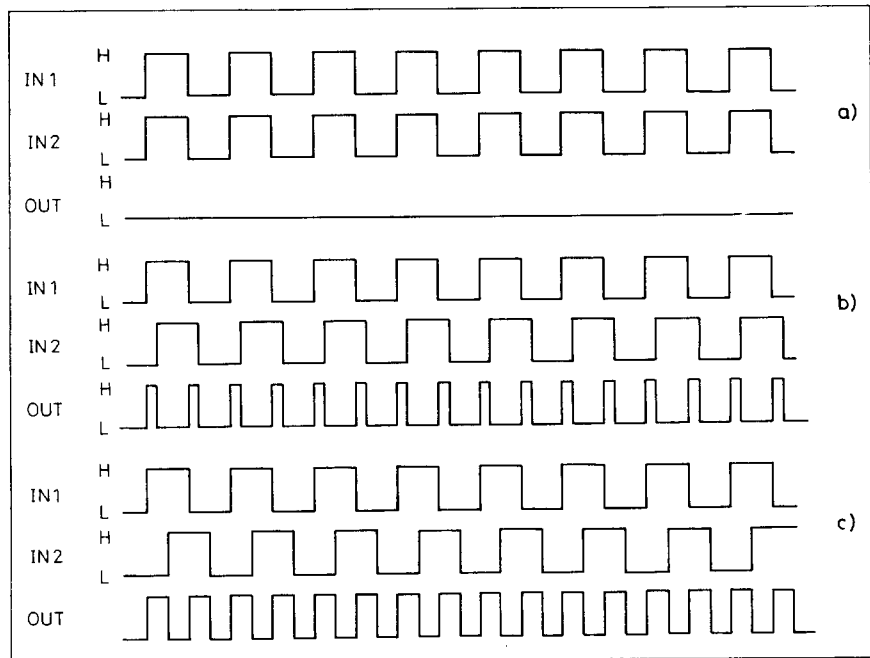
A b. variációban a második bemeneti jele  $45^\circ$ -kal késik az elsőhöz képest. A két bemenet tehát most minden ciklusban kétszer ellentéte egymásnak hacsak kis időre (szög tartományban) is. A kimenet H szintű a periódusidő 25%-ban, integrálás után a tápfeszültség egynegyedének megfelelő átlagos feszültséget adva.

A c. variációban a fáziseltérés  $90^\circ$ -ra nőtt. Most megnőtt azon időtartam, amely alatt a két bemenet szintje ellentétes, így a kimeneten hosszabb impulzusok jelentkeznek. Az átlagos kimeneti feszültség a tápfeszültség 50%-ra nőtt meg.

A két bemenet fáziseltérését  $180^\circ$ -ra növelve a két bemenet jele állandóan negáltja egymásnak, így a kimenet tartósan magas szintű (szintén nem fordul elő a gyakorlatban). A XNOR-kapuk ténylegesen egy XOR-kapuk, invertált kimenettel.

Tovább folytatva a tömbvázlat elemzését: az integráló fokozat a kimeneti impulzus jelalakból átlagos egyenfeszültséget állít elő megvalósítva a fázis/feszültség konverziót. Azonban a létrejövő fázisváltozások még a nagy közeli fémtárgyak esetében is csekélyek, alkalmasint csak a fok töredékét teszik ki. Ezért szükség van ezen fokozat után egy nagy erősítésű DC-erősítőre, amely egy határozott kimeneti jelet ad, vezérelve a következő fokozatot.

A fázisdetektorra jutó két jel nyugalmi fázisviszonya jelentősen is eltérhet, ami nagy nyugalmi kimeneti feszültséget eredményez. A DC-erősítésben történő beállítással (bias) lehetséges a kimenet nullázása. Az egység kimeneti fokozatában hangfrekvenciás jelet állítunk elő, amelynek hangereje



6. ábra

nő vagy csökken amikor fémet találunk. Tapasztalat szerint még a kifinomult zenei hallással rendelkező emberek is érzékenyebbek a hangerő-, mint a hangmagasság-változásra.

A DC-erősítő kimenetét használhatjuk műszeres kijelzésre is, ha a jelzés ezen módját jobban kedveljük. Sok felhasználó szerint elég nehéz helyesen használni a vizuális indikátort, mert lényegében a keresőfejre kell koncentrálni. Az alaposzcillátor jelének leosztásából néhány 100 Hz-es hang áll rendelkezésre, egy frekvenciaosztó után. Ezt egy chopperáramkör követi, amely HF kimeneti jelet szolgáltat. Ennek csúcstól-csúcsig vett amplitúdója meg egyezik a DC erősítő kimeneti feszültségével. Ez a jel egy bufferfokozatot táplál, amely nem más, mint egy egyszerű felépítésű fejhallgató-erősítő.

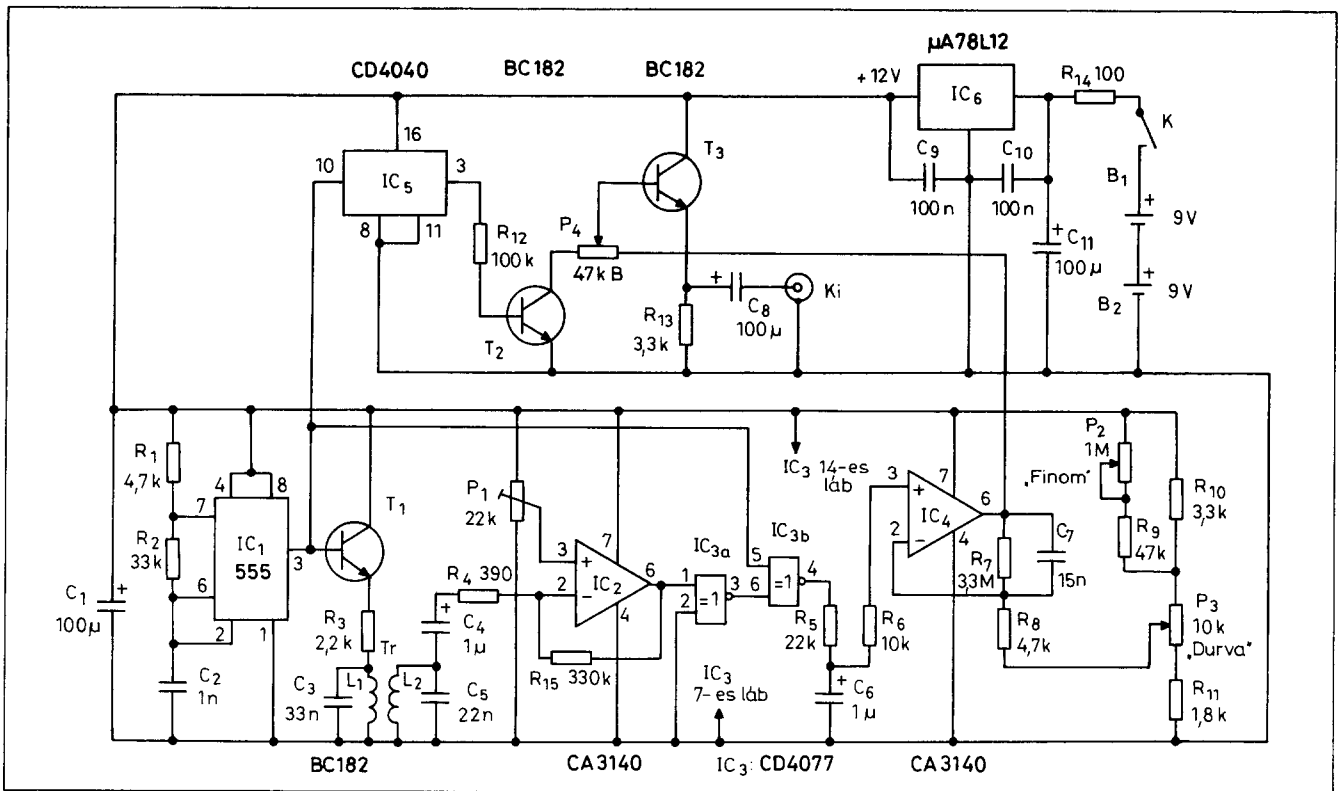
## 8. 2. Áramköri leírás

A teljes áramkör kapcsolási rajza a 7. ábrán látható. A HF-oszcillátor egy szerény 555-ös, stabil üzemmódban. Ezen a helyen használhatunk alacsony teljesítményű típust (pl. TLC555CP), amivel tovább csökken az áramfelvétel és növekszik a telep élettartama. Működési frekvenciája hozzávetőlegesen 16 kHz. A tekercset tápláló  $T_1$  emitterkövető fokozat a már említett bufferáramkör. Az emitterköri  $R_3$  ellenállás a betápláló áramot korlátozza néhány mA-re. A keresőtekercs  $L_1$  és  $L_2$  fele is

tartalmaz egy-egy hangoló kondenzátort, amelyeknek fontos szerepe van a készülék optimális érzékenységének beállításában.  $IC_2$  felerősítő  $L_2$  szekunder tekercs jelét. Az igen nagy erősítésnek köszönhetően az OPA négyzetjelet szolgáltat. A megfelelő jel/szűnet arányt  $P_1$  segítségével lehet beállítani.

$IC_2$  kimenetéről a jel  $IC_{3a}$ -ra kerül, amely itt egyszerű inverterként működik és további jelformálást végez. Az  $IC_{3b}$  a már részletezett fázisdetektort alkotja, bemenőjelei  $IC_{3a}$  től és  $IC_1$ -től származnak. A XNOR-kapuk kimenetén lévő integráló tag a kimeneti jel hullámosságát szorítja ésszerű határok közé. Az ezt követő DC erősítőt  $IC_4$  alkotja, amelynek feszültséggerősítése 300 ... 400-szoros. Erősítését növelve nő ugyan az érzékenység, de ezzel együtt nő az instabilitás, a drift is. Itt jegyezzük meg, hogy az erősítés növelhető  $R_7$  növelésével és/vagy  $R_8$  rövidrezárásával, de számolnunk kell a drift növekedésével, ami gyakori potenciométer-állítgatást von maga után. A  $C_7$  járulékos szűrésről gondoskodik.

Az  $IC_5$  egy CMOS bináris osztó, amely ebben az áramkörben modulo 32-es osztóként üzemel, azaz az alaposzcillátor jelét kb. 500 Hz-re osztja le. Ez az 500 Hz-es HF jel a  $T_2$ -n alapuló közös emitteres erősítőre kerül, amely  $IC_4$  kimeneti jelét szaggatja meg. A  $P_4$  potenciométer a  $T_2$  munkaellenállása, egyben a kapcsolás hangerő-szabályozója.



7. ábra

Az igen egyszerű felépítésű kimeneti fokozatot  $T_3$  alkotja, emitterkövető beállításban.

A tápegység is olyan egyszerű, hogy külön nem szükséges részletezni. Stabilizálási célra az alacsony teljesítményű 78L12 típus is megfelel. Az  $R_{14}$  soros ellenállás  $IC_6$  disszipációját csökkenti, stabilabb működést eredményezve.

### 8. 3. Beállítás, használat

Az áramkört most is célszerű nyomtatott áramkörti kivitelben elkészíteni. Felépítése nem túlzottan kritikus. Az alkatrés helyes beültetése után a berendezés szinte azonnal üzemkész. Természetesen különböző munkaponti beállítások itt is szükségesek, melyeket az alábbiakban ismertetünk. Ha rendelkezésre áll egy oszcilloszkóp, úgy hamarabb célt érünk, de megoldható a feladat nélküle is. A beállítás-hoz szükség van még a keresőtekercsre, melynek elkészítését a konstrukciós fejezetben ismertetjük.

A beállítást az oszcillátor ellenőrzésével kezdjük. Hibátlan ültetés esetén az  $L_1$  tekercsen kb. 16 kHz-es, közel szinusz alakú jelet figyelhetünk meg. Amplitúdója a párhuzamos hangoló kondenzátortól is függ, akárcsak

az  $L_2$  szekunder tekercs esetében. A mintakészülék beállításakor a legjobb eredményt a rajzon megadott értékek adták. A leírtakból következik, hogy indukció útján ugyanez a jel mérhető letranszformálva  $L_2$  tekercs kapcsain is. Az ezt követő nagy erősítésű erősítő ezt a jelet négyszögösíti. A szinte egyetlen beállítás az áramkörben most következők:  $IC_2$  kimenetén oszcilloszkópon megfigyelve a jelalakot,  $P_1$  segítségével állítsunk be kb. 50%-os kitöltésű négyszögjelet. Megfelelő mérőműszer hiányában próbálgatással kell a potenciométert olyan helyzetbe hozni, ami majd a végén (azaz a fejhallgatóban) a legjobb eredményt adja. A tapasztalat azt mutatja, hogy ez a beállítás nem olyan kritikus; hozzávetőlegesen  $P_1$  középső helyzete jó pozíciónak tekinthető. A továbbiakban remélhetőleg minden az elvi működés szerint alakul.

Az egység használatakor  $P_2$  finomhangoló potenciométert állítsuk középső állásba és  $P_4$  hangerőszabályzó potenciométer felcsavart állása mellett  $P_3$  durvahangoló potenciométert addig csavarjuk, míg a hallgatóbán jól hallható hangot nem hallunk. Ez természetesen feltételezi a már részletesen elemzett oszto és HF áramkörök működőképességét. Ezután  $P_2$  finomhangoló

állításával csökkentjük a hangerőt addig, amíg még jól hallható. A keresőtekercset most egy fémtárgy közelébe helyezve az eredmény a hangerő növekedésében vagy csökkenésében mutatkozik meg. Hagyományosan a detektor beállítható úgy, hogy a hangerő növekedjék nem ferromágneses anyagok közelében, illetőleg csökkenjen ferromágneses anyagoknál. Ha valaki az ellenkező üzemmódot részesítené előnyben, akkor a transzformátor valamelyik tekercsének kivezetéseit cserélje föl. Szubjektív megítélés dolga, de általában a hangerő kismértékű csökkenése jobban észrevehető, mint ugyanilyen mértékű növekedése.

Igen fontos megjegyezni, hogy az optimális érzékenység érdekében  $P_2$ -t úgy kell beállítani, hogy a hallgatóban a hang majdnem megszűnjön készenléti üzemből. Az áramkör a nagy erősítésű fokozatok miatt szinte elkerülhetetlenül elcsúszik (drift) és  $P_2$ -vel megfelelően utána kell hangolni az optimális érzékenység tartása érdekében.

Végezetül: ha úgy látjuk, hogy gyakran kell  $P_2$ -vel utánahangolni, sőt  $P_3$ -mal is szükséges, az azt jelenti a telep kimerült. A tapasztalat azt mutatja, hogy egyáltalán nincs probléma a talajeffekttel. Ha mégis jelentkezne némi indikálás a talaj közelében, az



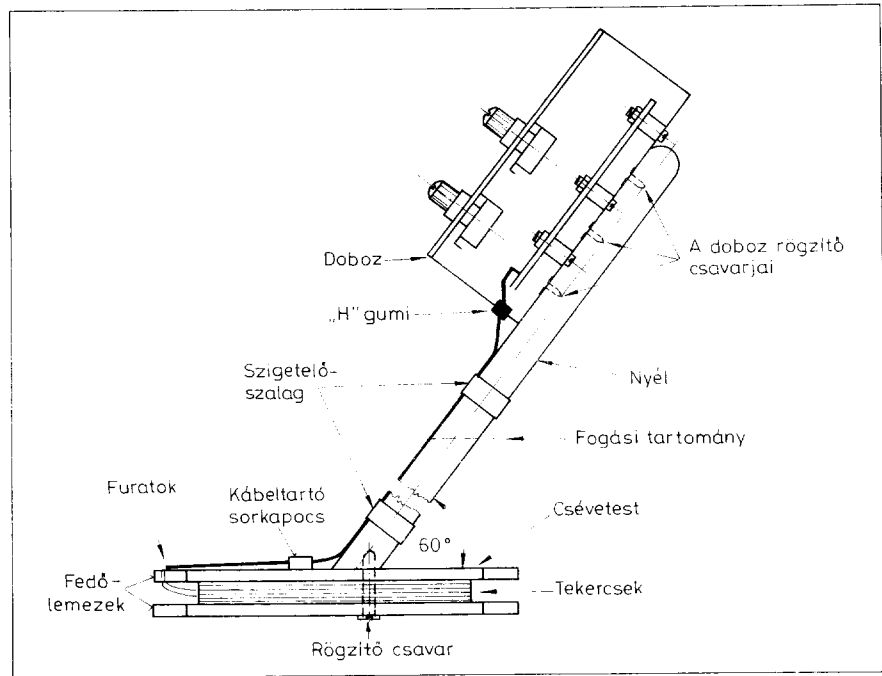
arra utal, hogy a talajnak jelentős fém-tartalma van. Ez nem ritka jelenség, és a tényleges hatásos keresést megnehezíti.

#### 8. 4. Konstrukciós kérdések

Általában véve elmondható, hogy a fémkeresők házi készítésre szánt változatai kivitelükben meglehetősen hasonlóak, így csak egyes típusokra jellemző sajátosságokat emeljük ki. Ennél a konstrukciónál rögtön szembetűnik, hogy a keresőfej kialakítása eltér az átlagostól. Anyagát tekintve készülhet vékony deszkából vagy rétegelt lemezből. Tulajdonképpen egy zárt csövetestet kell készíteni, azaz a két felső oldallap közé egy zárt szögletes gyűrűt kell ragasztani egy vagy két rétegben, amire a tényleges tekercselés kerül. A két fedőlemez mérete kb.  $200 \times 150$  mm míg a középső lemez mérete  $140 \times 100$  mm. A fedőlemezek sarkait kerekítsük le és ragasztással rögzítsük őket egymáshoz. A felső fedőlap éléhez közel készítsünk három vagy négy furatot, amelyek átmérője kb. 2 mm (a tekercs kivezetéseinek csatlakozásához).

A nyelet – célszerűen a tekercselés után – facsavar és epoxigyanta segítségével erősíthetjük a keresőfejhez. A javasolt további mechanikai kialakítást a 8. ábra szemlélteti. A nyél értelemszerűen 1,2 ... 1,5 m hosszú és pl. egy „kiszuperált” seprűnyél lehet. Mint arról a bevezetőben volt szó, hogy bizonyos fajta fémkeresők – így a VLF is – relatív fémkeresők, ami azt jelenti, hogy bizonyos mennyiségű fémet elviselnek szerkezeti elemként, anélkül, hogy érzékenységből veszítenének. Elméletileg akár maga a csövetest is készülhetne fémből, de erre vonatkozólag még egyetlen irodaiom sem utalt, illetve nem vállalt rá garanciát.

Végezetül a tekercselésről. A tekercsek 0,2 ... 0,25 mm-es zománcozott rézhuzalból készüljenek:  $L_1$  100 menettel, míg  $L_2$  25 menettel. A tekercselést egy transzformátor készítéséhez hasonló módon végezzük menet-menet mellé és a szekundert a primer fölé helyezve. A későbbi elmozdulás ellen célszerűnek látszik a kész tekercset itt is kitölteni valamilyen műgyantával, de ez újabb mechanikai problémát vet fel, ami pl. a kiöntő sablon elkészítését jelenti. Türelemesebb utánépítőknek mindenképpen ajánlatos. Berendezésünk mechanikailag stabilabb, és időjárásállóbb lesz.



8. ábra

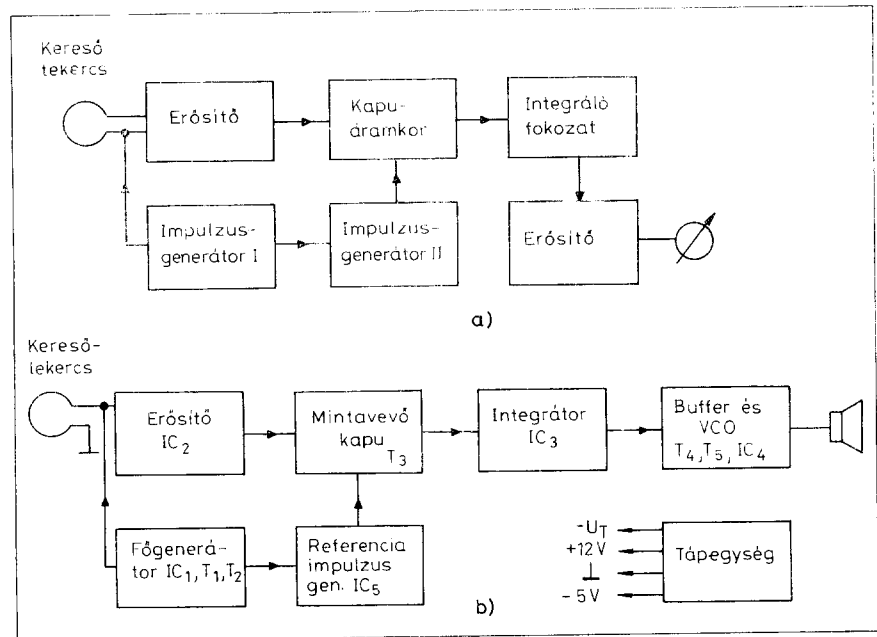
A tekercsek csatlakozásához kétéres árnyékolt HF-kábel megfelelő, ahol az árnyékolás  $L_1$  és  $L_2$  közös földpontját köti be az áramkörbe. Az árnyékolt kábel másik végén az előzőkhez hasonlóan tuchel-dugasszal csatlakozik az elektronika igény szerint készült dobozához.

fémkereső-típusból. Az impulzusüzemű detektorok merőben más elven működnek mint az IB vagy BFO típusok. Ismét felhívom a figyelmet arra, hogy a fizikai elv ugyan különbözhet, de a keresőtekercs itt is a működés központjában áll; annak gondos kivitelezése alapvető fontosságú!

A berendezés némileg egyszerűsített és általánosnak mondható tömbvázlatát a 9. ábra mutatja. Egy impulzusgenerátor – az ún. főgenerátor – rövid idejű impulzusokkal táplálja a te-

#### 9. PI-rendszerű fémkereső

Gyakorlottabb áramkөрépítőknek mutatunk egy példát a PI rendszerű

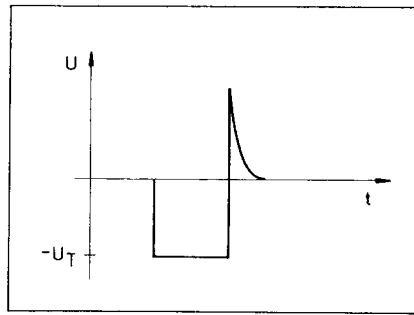


9. ábra



kereset; az impulzusok időtartamára mágneses mező jön létre a tekercs környezetében. A viszonylag nagy áramfelvétel e betáplált teljesítményből adódik. Minden egyes impulzus lefutó élénél a mágneses mező leépül és ellentétes feszültséget indukál a tekercsben. Ha a tekercs megfelelően csillapított, akkor az ellenkező irányú feszültség-tűske meglehetősen gyorsasággal lecseng, amint azt a 10. ábra mutatja. Ha fémtárgy kerül a tekercs közelébe, az vagy örvényáramot kelt, vagy felmágneseződik a tekercs terétől, attól függően, hogy a „fogás” ferromágneses vagy nem ferromágneses. Mindkét esetben a tekercsben a lefutásnál ébredő feszültségimpulzus lecsengési ideje megnő. Ez a meghosszabbodott tüimpulzus a kezelője számára láthatóvá vagy hallhatóvá azáltal válik, hogy megfelelő pillanatban az impulzusgörbe jellemző szakaszából feszültségmintát veszünk, és azt integráljuk.

A mintavételezést végző kapuáramkört egy második, ún. referenciagenerátor jele nyitja, de a főgenerátor triggereli. Emlékeztetőül: az ellenkező feszültségű impulzus – nevezhetjük



10. ábra

túllövésnek is -, amelyet a keresőtekercs hoz létre, az a jel, amelynek keresztül kell jutnia a kapuáramkörön, nem pedig a főgenerátor jelének.

Ennélfogva a második impulzusgenerátort a főgenerátor lefutó élé vezérli. Valójában ezen tüimpulzus 0-hoz közeli állapota az, ami érdekes és a kapuimpulzus így kissé „késik” levágva az impulzus kezdeti részét. Az integrátor kimeneti feszültsége arányos az idő és a bemeneti feszültség szorzatával és így a meghosszabbodott impulzus magasabb kimeneti feszültséget ad. Ezt a jelet felerősítve közvetlenül műszeres

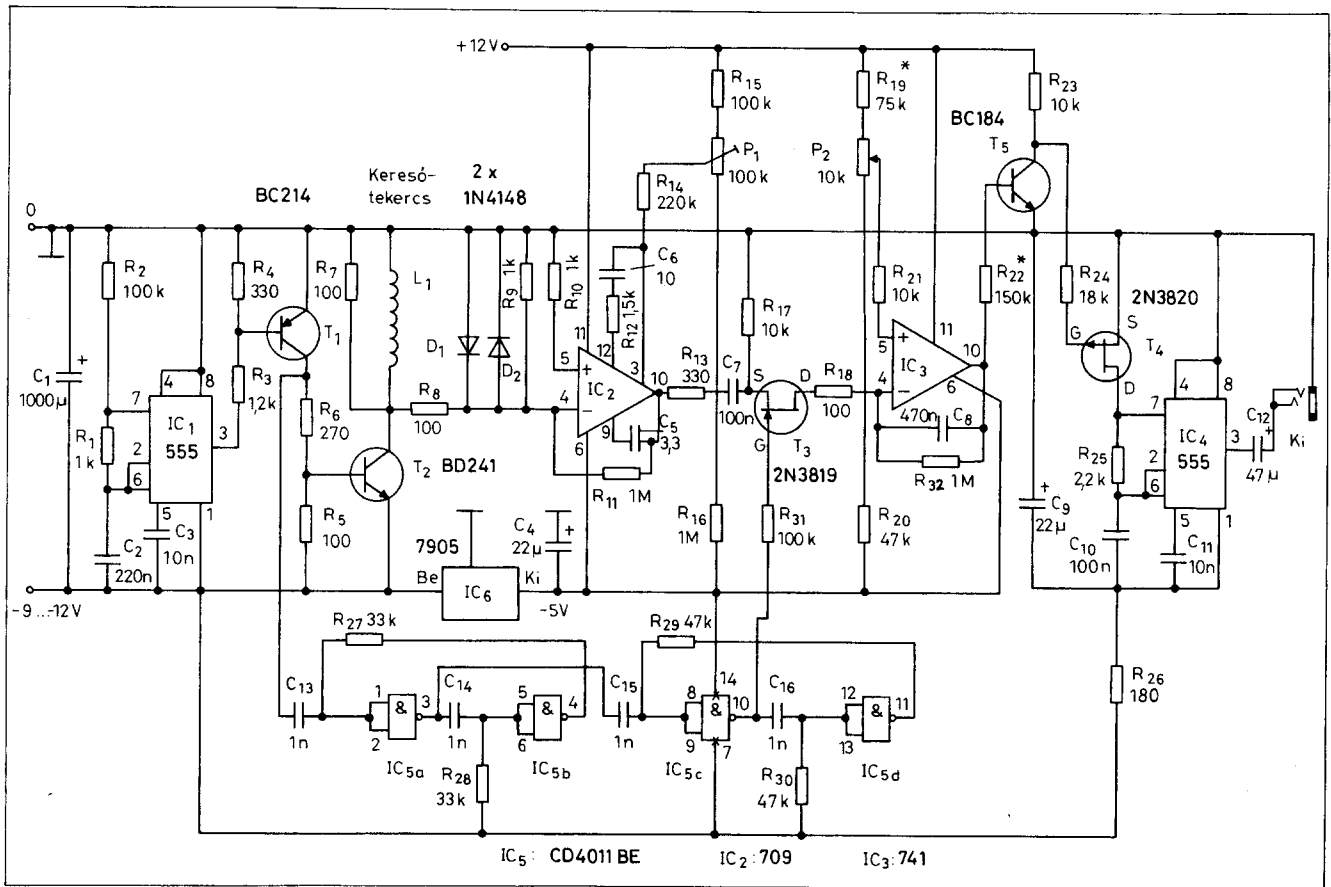
kijelzést valósíthatunk meg, vagy közvetve akusztikus generátor vezérlésére használhatjuk.

A megvalósított készülék tömbvázlatát a 9. b ábrán láthatjuk, amiből az is kitűnik, hogy szinte híven követi az elvi működés szerinti vázlatot. A kapuáramkört itt mintavevő kapunak nevezük, valamint az eléggé bonyolult tápegység is külön fel van tüntetve.

### 9. 1. Az áramkör leírása (11. ábra)

A tekercset tápláló, rövid, negatívba futó impulzust az astabil üzemmódban dolgozó 555-ös állítja elő (IC<sub>1</sub>). Ismétlődési frekvenciája kb. 66 Hz, mintegy 1%-os jel/szünet aránnyal. Az IC<sub>1</sub> kimenete vezérli T<sub>1</sub> tranzisztort, amely ezt a jelet felerősíti és invertálja és ezzel a jellel kapcsolgatja a T<sub>2</sub> teljesítménytranzisztort. T<sub>2</sub> kollektorán megjelenő jelalakot a 12. ábrán szemlélítettük. A tekercsben fellépő jel egy határoló fokozatra kerül, amely az R<sub>8</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> elemekből áll, és feladata, hogy jelfeszültséget 0,7 V-ra határolja.

Az IC<sub>2</sub> OPA feszültségerősítést a visszacsatoló hálózat A<sub>u</sub> = 1000-re áll-



11. ábra

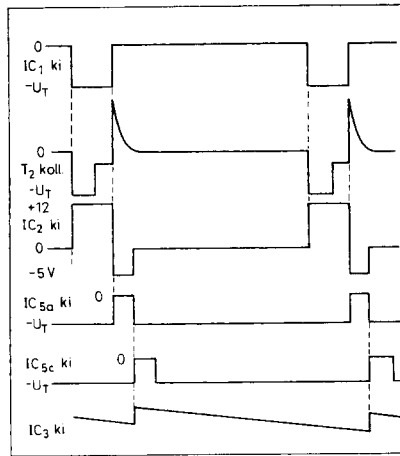
lítja be. Az IC frekvenciakompenzáló elemeinek ( $R_{12}$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ) megválasztása biztosítja a gyors működést és a maximális megbízhatóságot. A műveleti erősítő ofszetfeszültsége  $P_1$  segítségével egyenlíthető ki.

Ahhoz, hogy a tekercsen keletkező jel 0 közeli szintjét kapuzni tudjuk, szükség van egy késleltetett kapuzó impulzust előállító generátorra. Ezt az IC<sub>5</sub>-re épülő kettős monostabil áramkör valósítja meg. Az első – IC<sub>5a</sub> és passzív hálózata – minden, a T<sub>1</sub> kollektoráról érkező lefutó élre egy-egy 50 µs-os impulzust generál. A második monostabilt – IC<sub>5c</sub> és passzív hálózata – az első monostabil triggereli. A 10. lábon 75 µs szélességű impulzusok jelennek meg; a továbbiakban ezek lesznek a tényleges mintavevő impulzusok.

Amikor a kapuzó impulzus a T<sub>3</sub> jFET kapuelektrodájára érkezik, annak S-D impedanciája alacsonnyá válik és IC<sub>2</sub> kimeneti feszültsége IC<sub>3</sub> bemenetére jut. Ezt az IC<sub>3</sub> integráló fokozat, mint Miller-integrátor integrálja. A periódus szünetében T<sub>3</sub> impedanciája igen nagy, így IC<sub>3</sub> invertáló bemenete gyakorlatilag leszakad IC<sub>2</sub> kimeneti hálózatról. Ez a periodikus folyamat alacsony emelkedésű fűrészfog-jelet eredményez. Ennek DC szintje arányos az eredeti feszültségűllövés görbe alatti területével. IC<sub>3</sub> kimeneti ofszetjét P<sub>2</sub> állítja be, ami készülékünk egyetlen kezelőszerve, és az érzékenység beállítására szolgál. Az integrátor kimeneti feszültsége T<sub>5</sub> tranzisztorhoz csatlakozik, amely kis erősítésű inverter.

Amikor IC<sub>3</sub> kimeneti feszültsége alacsony, T<sub>5</sub> zárt állapotban van, így a kollektoron +12 V mérhető. Ez a feszültség szint zárva tartja T<sub>4</sub> FET-et, azaz annak S-D impedanciája túl nagy ahhoz, hogy C<sub>10</sub> kondenzátort töltsen. Ha IC<sub>3</sub> kimenté pozitívvá válik T<sub>5</sub> bekapcsol, T<sub>4</sub> impedanciája alacsony lesz. Ez engedélyezi C<sub>10</sub> töltését és IC<sub>4</sub> HF-oszcillátorként működik. A frekvencia közel arányos az integrátor kimeneti feszültségével, tehát egy feszültséghangolt oszcillátor (VCO) tölti be az akusztikus kijelzés feladatát.

Nem esett még szó a berendezés tápellátásáról, ami ebben az esetben eléggé összetett. Az áramkörök tápellátása telepekről biztosítható. Üzemi feszültsége pozitív testelésű, nagysága 9 ... 12 között lehetséges. Mivel a telep pozitív sarka földelt, így a másik pólus potenciálja –9 V-ra, illetőleg –12 V-ra adódik. A további feszültségek vagy



12. ábra

ebből a fő-telepfeszültségből származtathatóak, vagy újabb telepeket kell alkalmazni.

A belső –5 V-os feszültséget egy fixfeszültségű stabilizátorral állítjuk elő, amely a főáramkör nyomtatott áramkörti lapján helyezkedik el. Kissé problémás a +12 V előállítása az alapvetően negatív telepfeszültségből. Ha erre a célra külön telepet használunk, akkor vegyük figyelembe, hogy a műveleti erősítők ofszet-kiegyenlítő áramköreit +12 V-ra kötöttük, így egyetlen 9 V-os, 6F22 típusú rádióelemmel ez nem lenne elérhető, bár fogyasztás és helyfoglalás szempontjából ez lenne a legkedvezőbb megoldás. Ebben az esetben azonban az osztó áramköröket át kell méretezni.

Több telep használata esetén azonban már fölmerülhet a külön tápegység – azaz akkumulátor-egység – mint önálló hordozható segédberendezés létrehozása. A bevezető ismertetőből

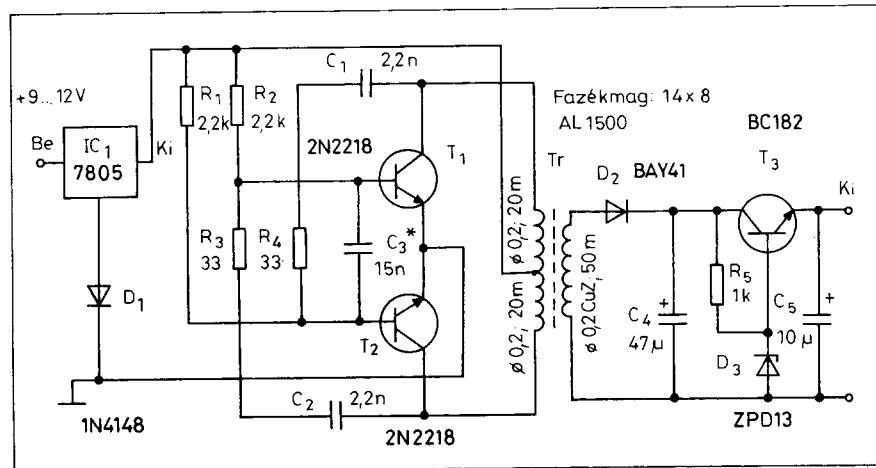
kitűnik, hogy a PI fémkeresők egyik nagy hátránya a viszonylag magas áramfelvétel, amely ennél a készüléknél alapállapotban kb. 50 mA, fémdektáláskor 100 ... 120 mA-re nő. Könnyen belátható, hogy a főáramkör táplálására csak viszonylag nagy kapacitású szárazelem (pl. lapos zseblámpa-telep), vagy akkumulátor alkalmas.

A +12 V előállítása célszerűen nem külön telepről történik, hanem egy egyszerű DC/DC konverterrel. A sok helyen – pl. multiméterekben – alkalmazott megoldás kapcsolási rajza a 13. ábrán látható. A kb. 40 kHz-en rezgő ellenütemű oszcillátor négyszögjelét feltranszformálva és egyenirányítva kapjuk meg a megfelelő nagyságú egyenfeszültséget. A kisméretű fazékmagos transzformátor szekunder tekercse biztosítja a galvanikus elválasztást, így tetszőleges földelési rendszerben, tetszőleges polaritással előállítható a 12 V-os egyenfeszültség.

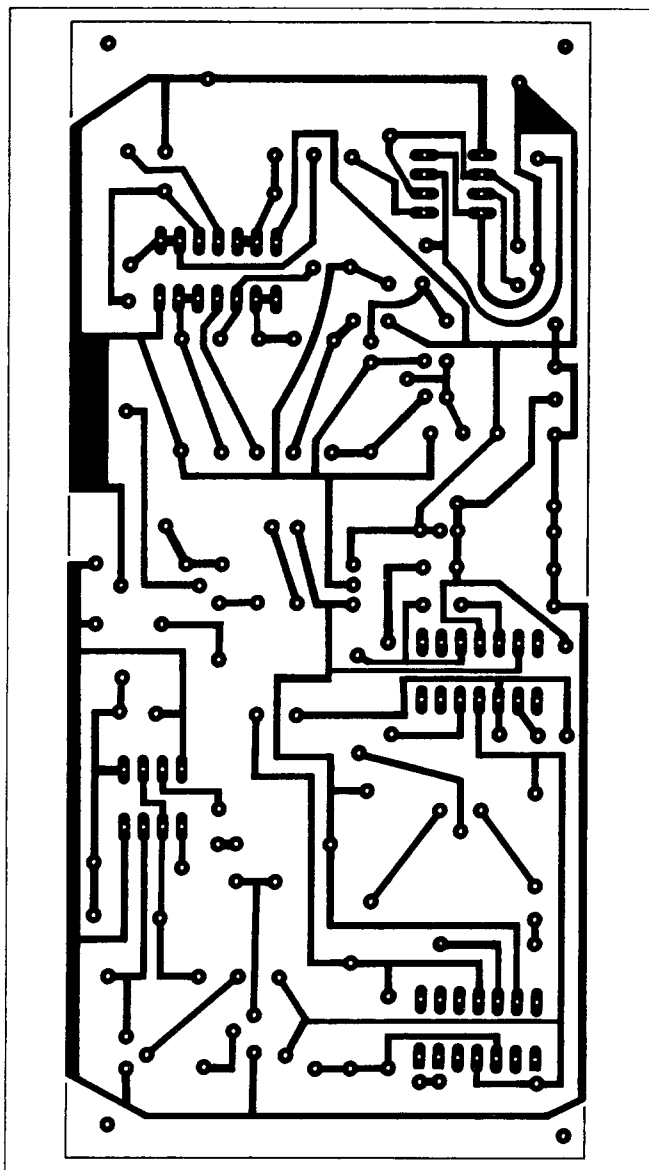
Tekintettel arra, hogy ez a segédfeszültség a IC<sub>2</sub> és IC<sub>3</sub> ofszetbeállító áramkörét is táplálja, így ezen 12 V-ot egy egyszerű tranzisztoros áteresztő stabilizátorral tartjuk állandó értéken.

Az áramkör táplálása egyetlen 4,5 V-os telepről is megoldható lenne, ha nagyobb méretű transzformátort alkalmaznánk, és ha tudnánk növelni a szekunder menetszámot. Erre azért lenne szükség, mert a telep kimerülésével a működtető feszültség csökkenése lehetetlenné tenné a 12 V-os stabilizátor helyes működését.

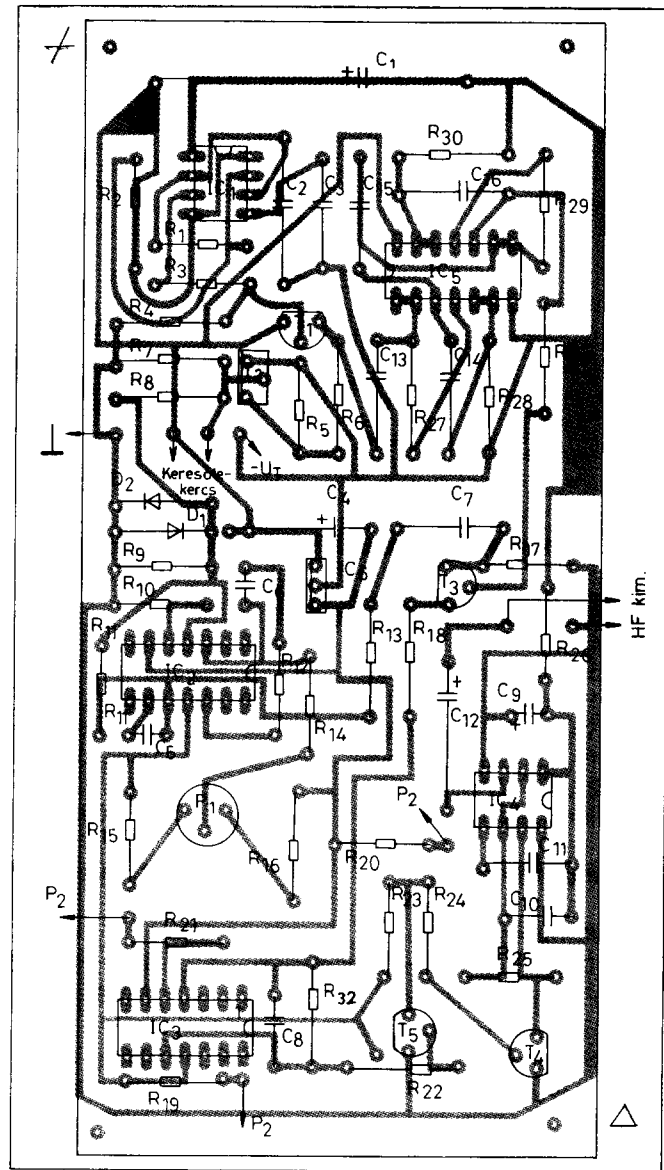
A másik megoldás: a teljes tápfeszültség igénybevétele a konverter táplálásához, de ez áramfelvétel jelentős növekedését eredményezné. Ezért a mindenkorai telepfeszültséget egy fixfe-



13. ábra



14. ábra



15. ábra

szükségű 5 V-os stabilizátorral előstabilizáljuk, elhárítva a telepek kimerüléséből adódó feszültségingadozást. A DC/DC konverter használata mintegy 30 mA többletfogyasztást okoz, de igen kis helyen megépíthető és hosszú távon olcsóbb, mint az állandó telepcsere.

## 9.2. A PI fémkereső konstrukciója, elkészítése

Már a bevezető részben szó volt a PI-detektor egynemű tulajdonságáról, többek között arról, hogy ez *abszolút fémkereső*, tehát a megépítésénél a keresőfej és a nyél nem tartalmazhat fém alkatrészt.

Kezdjük a munkát a keresőtekercs és a keresőfej kialakításával. A fej alap-

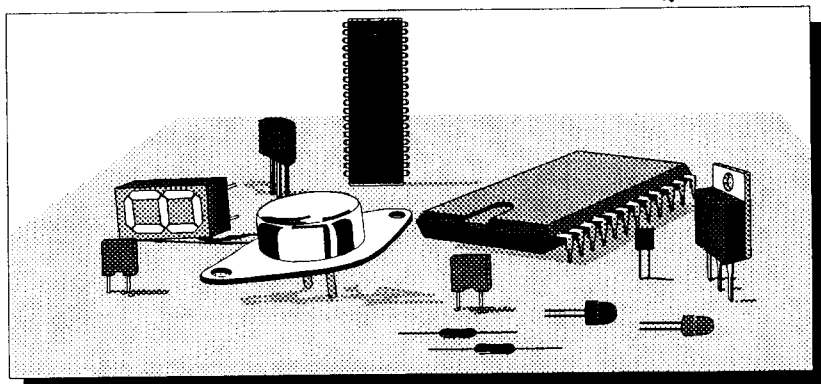
anyaga fa vagy műanyag lehet. A műanyagöntés technikájában jártasak készítsék el az öntőmintát a fej kiöntéséhez. A mintakészülék esetében 10 ... 12 mm vastag rétegelt lemezt használtam, nagyjából a 4. ábra szerinti kialakításban. A fej középmérete 200 mm legyen. A gyűrű szélessége 30 mm és a középvonalában körasztalon, marással 6 mm szélességű és ugyanilyen mélységű hornyot alakítottam ki a tekercs befogadására. A további technológia és műveleti sorrend megegyezik a BFO-s berendezésnél leírtakkal.

Készíthetjük a fejet műanyagból is, aminek legpraktikusabb tárgyi megfelelője egy alkalmas méretű műanyag tányér. Erre vonatkozólag majd egy másik készüléknél látunk példát.

A következő lépés a tekercs elkészítése. A szükséges menetszám 20,  $\varnothing 0,45$  mm zománcozott rézhuzalból. A tekercs átmérője 200 mm. Tekercselési sablon gyanánt például egy alkalmas lábast vagy fazekat használhatunk. A kész tekercsot pár ponton rögzítsük rézhuzallal vagy szigetelőanyaggal. Ezután vegyük le a tekercsot az alkalmi csévélő tüskéről, majd helyezzük a hornyba és kössük be a csatlakozó vezetőket is. Utolsó lépésként öntsük ki a hornyot is epokittal (illetve epokitt-fűrészpor keverékével), majd annak megszilárdulása után csiszoljuk az érzékelőfejet síkba. Végül ragasszuk be a nyelet is. Az epokitt kiváló erre a célra, mert megkötése után kitűnően csiszolható. A technológia gazdaságo-

Elektronikai gyártók és viszonteladók figyelmébe ajánljuk a Budapest központjától gépkocsival negyed óra alatt megközelíthető nagykereskedelmi raktárunkat jó parkolási lehetőséggel. Felsorolt termékválasztékunk rövid áttekintést ad raktárkészletünkről. Minimális rendelési érték :3000-Ft

G.F.



# LOMEX

1158. Budapest,  
Molnár Viktor u.94-96  
Tel:272-06-07  
Fax:272-06-03

## PASSZÍV ALKATRÉSZEK

### Ellenállások :

5%- os rétegellenállás	: 0,17W 0204 2# , 0,33W 0207 3# , 2W 0414 (0617 ) teljes értékűsor
1%- os rétegellenállás	: 0,6 W 0207 3# E96 teljes értékűsor
5%- os SMD ellenállás	: 0805 0,1W és 1206 0,25W E24 teljes értékűsor
1%- os SMD ellenállás	: 0805 0,1W és 1206 0,25W megrendelésre
2%- os hálóellenállás	: SIL - 9 , SIL -10 (bussed) E12 teljes értékűsor
Trimmerellenállás	: TP 095 (P7271 , P7272) , 3006p - 001 - XXX (P7401) teljes értékűsor

### Induktivitások

: Axiális kivitelben 0,1μHy - 1mHy

### Kondenzátorok :

Többrétegű kerámia (multilayer)	: NP0 ; X7R ; Z5U 47pF - 1μF 1# ; 2#
Fólia kondenzátorok (MKT)	: TC350 - TC359 1nF - 1μF 2# ; 3# 50 - 630V
Elektrolit kondenzátorok	: 0805 ; 1206 ; 1pF - 220nF NP0 ; X7R ; Z5U teljes értékűsor
SMD kerámia kondenzátorok	: ic foglalatok , PLCC foglalatok , SMD PLCC foglalatok , precíziós ic foglalatok DIP6 - DIP64

### Csatlakozók :

DSUB ; szalagkábel csatlakozók ; szalagkábelek ; jumperek és tűskesorok

## AKTÍV ALKATRÉSZEK

### Diódák :

Hálózati egyenirányítók	: 1A - 70A között
Kapcsoló diódák ; schottky diódák ; tranziens szupresszorok ; SMD diódák	
Zener diódák	: 0,5W és 1,3W teljes értékűsor 2,7V - 100V

### Diódahidak

: különböző kivitelben 0,8A - 35A között

### Tranzisztorok

: bipoláris tranzisztorok ; powerfet - ek ; SMD tranzisztorok

### Kapcsoló félvezetők

: tirisztorok ; triakok ; diak ; put

### Integrált áramkörök :

Lineáris áramkörök ; feszültség stabilizátorok ; epromok ; eepromok ; statikus ram-ok ; mikrokontrollerek ; mikroprocesszorok ; perifériák ; meghajtók ; ..4000..logikai ic-k ; ..74 HC ; HCT ; LS..logikai ic-k ; programozható logikai ic-k ; (GAL16 , 20 , 22) ; SMD integrált áramkörök

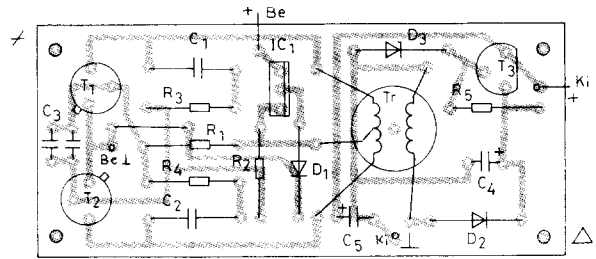
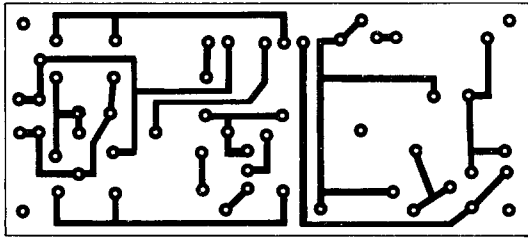
### Ledek :

Ø1,8 - 20mm és profil: vörös ,zöld ,sárga ,kék (Ø3 és Ø5) ; Ø3 - 10mm villogó ,kétszínű ,nagyfényerejű /100 - 3000 mcd/

### Ledkijelzők ( három színben) :

7 szegmenses 7mm - 100mm ; 7 szegmenses kétdigites 7mm -10mm -14mm ; pontmátrix kijelzők 18mm -100mm ; alfanumerikus kijelzők 13mm - 57mm

### Optocsatolók



16. ábra

sabbá tehető, ha némi fűrészpont keverünk az epokitthez.

A mintakészülék keresőfeje annyiban bonyolultabb, hogy a fejbe nem közvetlenül a nyelet ragasztottam, hanem egy leesztergált 3/4"-os tömszelelence „anya” részét. Ezáltal a nyél a fejből kicsavarhatóvá vált, mivel az „aparészt” a seprűnyélre rögzítettem.

Az elkészült elektronikai egységnek alkalmas dobozt kell készítenünk, amelybe még a telepeknek is bele kell férniük. Ha az önálló teleptartó mellett döntünk, akkor két doboz készüljön. Az egyiket a nyélhez rögzítjük, a teleptartót válltáskának képezzük ki. A doboz lehet könnyű alumíniumból is, de felerősítési távolsága a nyélen legalább 600...700 mm legyen az érzékelőtől. Ellenkező esetben a kereső fej a saját dobozát is érzékelni fogja.

A dobozon a csatlakozást – célszerűen tuchel-aljzatot – kell kialakítani a fejhallgató és a keresőtekercs bekötéséhez. Szükséges még egy telepkapcsoló is, amely lehet egy önálló kapcsoló külön a markolaton vagy a dobozon, vagy akár az érzékenység potencióméterrel egybeépítve. A prototípus esetében egy régi padlókefélfő markolat kapcsolója helyébe került a telepkapcsoló.

### 9.3. Az áramkör szerelése, bemérése

Az áramkör nagyon kevés elemre kritikus, de ajánlatos minden problémát elkerülni új, kifogástalan alkatrészek beépítésével. Az áramköri egységek beállításához nem feltétlenül szükséges bonyolult műszerpark, de egy oszcilloszkóp igen hasznos lehet. Ennek hiányában is elvégezhető az egyes fokozatok beállítása, mert megadjuk azokat a tapasztalati feszültségértékeket, amelyeket egy műszerrel beállítva nagy valószínűséggel helyes működést érünk el. Bár ez a fajta beállítási mód

már-már a szakszerűtlenség határát súrolja, a szerényebb felszereltségű utánépítők mégis hasznosnak fogják ítélni. Az áramkör komplexitásának következtében ajánlatos minden egységet külön megépíteni és bemérni, mielőtt a következőre térnénk. Eszerint megadjuk az egyes fokozatok beültetési sorrendjét és bemérését, valamint hibakezelési útmutatót.

Természetesen az áramkört nyomtatott áramköri kivitelben készítsük el, melynek tervét a 14. míg beültetési rajzát a 15. ábra mutatja. Az általam megépített DC-DC konverter építési adatait a már említett kapcsolási rajz (13. ábra), nyák-tervét a 16. ábra tartalmazza.

#### Impulzusgenerátor

Ültessük be az IC<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> alkatrészeket! Csatlakoztassuk a telepünket, amely a minta esetében 2 db 3R12 típusú laposelem volt. IC<sub>1</sub> kimenetén oszcilloszkóppal ellenőrizzük a rövid negatívba futó impulzusokat. Ha módunkban áll, ellenőrizzük a frekvenciát is. Ha csak feszültségmérőnk van, akkor a tápfeszültségnek kb. 1%-át kell mérnünk, azaz 90 mV-ot (1%-os kitöltési tényező!).

#### Teljesítménycsökkentő

Ültessük be az R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> és T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> alkatrészeket! Újra bekapcsolva az áramkört, kössük voltmérőnk T<sub>1</sub> kollektora és a negatív tápsín közé. A kimeneti feszültségnek az IC<sub>1</sub> kimenetén mérhetőhöz hasonlóknak kell lennie. Ezután ideiglenesen kössük be a keresőtekercset. Mérőműszerünket a beállítás idejére egészítsük ki egy csúcser-ték mérő „adapterrel”, ami egy 1N4001 típusú diódából, és egy 100 nF-os kondenzátorból áll. Kössük a műszerünket T<sub>2</sub> kollektora és a 0 közé. A feszültségnek valahol 12 ... 50 V között kell lennie, a túllövés nagyságától függően.

Könnyebb a dolgunk oszcilloszkóp birtokában. Ekkor a T<sub>2</sub> tranzisztor ki-

meneti jelalakja a 12. ábra szerint kell, hogy alakuljon.

A továbbiakban már szükség lesz a -5 V és +12 V tápfeszültségek meglétére is. A -5 V-ot egyszerű feszültségméréssel ellenőrizzük a stabilizátor kimenetén. Ha a +12 V-ot a DC/DC konverter segítségével állítjuk elő, úgy annak üzembeállításával folytassuk a munkát. Ültessük be az összes hozzá tartozó alkatrészt. Hibátlan ültetés esetén az egység biztosan berezeg. Szkóppal ellenőrizzük a rezgési frekvenciát. Kisebbségi módosítás lehetséges C<sub>3</sub> változtatásával. Feszültségmérőnkkel D<sub>2</sub> katódján kb. 16 ... 17 V mérhető, amiből az emitterkövetős stabilizátor +12,4 V-ot állít elő.

#### Erősítő fokozat

Ültessük be az R<sub>8</sub> ... R<sub>16</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, és IC<sub>2</sub> elemeket! Távollítsunk el minden fémtárgyat a keresőfej környezetéből! Az IC<sub>2</sub> kimeneti jelét a 12. ábrának megfelelően P<sub>1</sub> segítségével állíthatjuk be. Ha csak feszültségmérőnk van, az IC<sub>2</sub> kimeneti feszültségét úgy állítsuk be, hogy annak kimenetén +0,5 V legyen mérhető.

Fém tárgyat közelítve a tekercshez, ennek a feszültségnek emelkednie kell (kb. 0,7 V-ra, vagy följebb). Ha nem állítható be IC<sub>2</sub> kimeneti feszültsége +0,5 V-ra, először ellenőrizzük az IC 4-5-ös lábain a feszültséget. Egyformán közel 0-t kell mérnünk. Ha nem így van, cseréljük ki a 709-est. Ha rendben találjuk, akkor R<sub>15</sub>-R<sub>16</sub> ofszet-osztón kell némileg módosítani. A megépült két kísérleti panelen R<sub>15</sub> értéke 100 kΩ ... 150 kΩ között változott.

#### Kapuzóimpulzus-generátor

Ültessük be C<sub>13</sub> ... C<sub>16</sub> és R<sub>27</sub> ... R<sub>31</sub> alkatrészeket, és IC<sub>5</sub>-öt is! Ellenőrizzük, hogy IC<sub>5</sub> buffer-típusú legyen (CD4011BE). Kössük feszültségmérőnk a monostabil fokozat kimenetére. Mivel a kimeneti jelalak 0,1% kitöl-

tési tényezőjű négyszögjel, a kimeneti feszültségnek a negatív táp közelében kell lennie. Ha ugyanezt oszcilloszkóppal vizsgáljuk, akkor azt külső szinkronozó üzemmódba állítva a triggerjelet T<sub>1</sub> kollektoráról vehetjük. Ekkor ehhez képest IC<sub>3</sub> 3. és 10. kimenetén jól megfigyelhetjük az 50 és 75  $\mu$ s-os időzítéseket.

#### Mintavevő kapu és integrátor

Ültessük be a C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub>, T<sub>3</sub>, R<sub>17</sub> ... R<sub>22</sub>, IC<sub>3</sub> alkatrészeket! Kössünk feszültségmérőt IC<sub>3</sub> kimenete és a 0 közé. Távolítsunk el minden fémtárgyat a keresőfejtől, és P<sub>2</sub> segítségével állítsunk be IC<sub>3</sub> kimenetén 0-t! Ha most fémtárgyat közelítünk a tekercshez, a kimeneti feszültségnek emelkednie kell majdnem +12 V-ig. Ha a kimenet nem állítható be 0-ra, akkor mérjünk feszültséget az IC invertáló és neminvertáló bemenetein. A 4-es és 5-ös lábnak kissé negatív feszültségen kell lennie. Ha ez az érték szélsőségesen más, cseréljük IC<sub>3</sub>-at. Ha közeli, de mégsem nullázható, akkor módosítsunk R<sub>19</sub>-R<sub>20</sub> ofszet beállító osztón. A megépült példányoknál R<sub>19</sub> értéke 100 k $\Omega$  ... 150 k $\Omega$  között adódott.

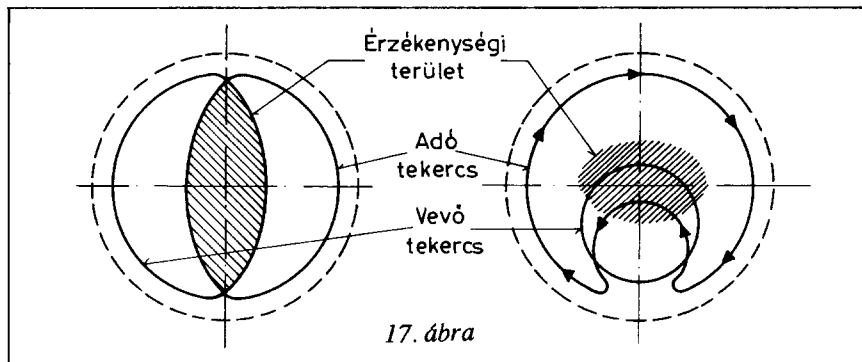
#### Buffer és VCO

Ültessük be az összes hátralevő alkatrészt és kössük be ideiglenesen a fejhallgatót is! A keresőfejet tartsuk távol a fémtárgyaktól. Ellenőrizzük azt, hogy P<sub>2</sub> lecsavart állásánál a hallgató néma marad, míg felcsavart állásánál – ha fémtárgy közelében van a keresőtekercs – a legnagyobb hangmagasságot kapjuk. Ezt P<sub>1</sub> segítségével is némileg módosíthatjuk, IC<sub>2</sub> kimenetén 0 ... +0,5 V között szabályozva a feszültséget. Tehát a két potenciométer együttes állításával lehet a legkedvezőbb érzékenységet beállítani, ami persze némi türelmet igényel. A VCO „megszólalási” szintje módosítható R<sub>22</sub> kismértékű változtatásával is.

### 9. 4. A PI fémkereső használata

A bemért panelt a dobozába szerelve és csatlakoztatva a fej- és a nyélegységhez, keresőnk munkára kész. Használata azonban gyakorlást, tapasztalatot igényel. A legjobb eredményt akkor kapjuk, ha sok kísérletet végzünk a készülékkel.

Kapcsoljuk be keresőnk, és csavarjuk fel az érzékenység gombot, míg a hallgató a legmagasabb hangot nem



adja. Majd csavarjuk vissza a potenciométert addig, amíg éppen csak kattanó hangot nem hallat. A szabályozót ne állítsuk túl közel az elhalkuláshoz, mert a tekercs elmozdításakor a Föld mágneses mezeje abban feszültséget indukál, tehát a kimenet jelet fog szolgáltatni. Ha ezt tapasztaljuk, az érzékenységet kissé vissza kell venni. Végül is a legjobb „munkapontot” sok gyakorlással tapasztalhatjuk ki. Ha biztosak vagyunk abban, hogy valamit találtunk, akkor a készülékünket úgy állítsuk be, hogy a hallgató éppen csak kb. 1 Hz-cel „kattogjon”. Most igen lassan keresünk és figyeljük a kopogások változásának a mértékét. Fémkeresőnk ebben a pontban a legérzékenyebb.

### 10. Egy IB-rendszerű fémkereső

Végül elérkeztünk az amatőr körülmények között megépíthető fémkeresők legbonyolultabb típusához. Rendszerét tekintve IB – csak emlékeztetőül – induktív híd típusú, de rendelkezik a fogyatékoságát megszüntető GEB azaz a földhatást kizáró áramköri megoldással is. Mint ilyen, merít a VLF rendszer előnyéből is, tudniillik igen alacsony működési frekvenciájú. Nos, ezeket a komplex szolgáltatást nyújtó detektorokat röviden csak *GEB rendszerűeknek* nevezzük. Mielőtt részletesen megnéznénk működési elvét, szólnunk kell egy-két speciális sajátosságáról.

Már az érzékelő tekercs sem hasonlít az eddig megismertekhez. Az IB-elvnek alapvetően megfelelően a keresőfejen két tekercs található. Sokféle tekercselrendezés lehetséges, de a legtöbb érzékelő, melyet manapság a gyártók készítenek, kétféle megoldást használ (17. ábra). A bal oldali megoldás egy „szélessávú” letapogatótekercs-elrendezést mutat. A legérzékenyebb – vonalkázott – zóna éppen a

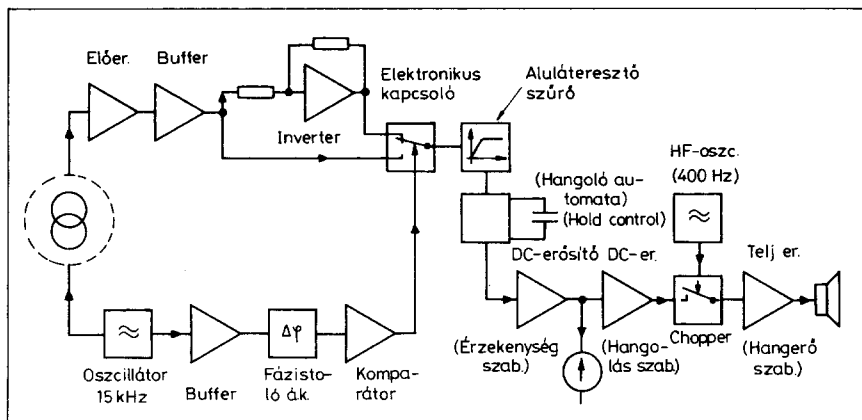
tekercsekkel szemben található. A jobb oldali az ún. „tűpont”-típus. Szakirodalmi adatok szerint ez a jobb megoldás a kereséshez, mivel a szélessávúnak rossz a pozicionáló képessége. Tényként említjük meg, hogy az USA-ban készült berendezések többnyire „tűpont” tekercset használnak.

További sajátossága ennek keresőknek a megkülönböztető képessége (Discrimination) a nem kívánt ócskavas és a keresni óhajtott tárgy között. Így detektorunk használatakor kétféle üzemmódról beszélünk: az egyik „GEB” azaz a földhatás-kizárás, és a másik a „DISC.”, azaz a szétválasztás. Sajnos nem lehet egyidejűleg kiküszöbölni a földhatást, és elvégezni a szétválasztást, tehát keresni a „GEB” üzemmódban kell és találat esetén az ellenőrzés a „DISC.” módban történik, mielőtt ásnunk kezdenénk.

A 18. ábra mutatja a szonda tömbvázlatát. A meghajtó oszcillátor egy mágneses mezőt hoz létre az adótekercs körül. A vevőtekercs úgy van elhelyezve, hogy csak akkor ad kimenőjelet, ha fémtárgy torzulást okoz a mágneses mezőben. Az oszcillátor frekvenciája kb. 15 kHz. Az érzékelőtekercsről jövő jelet erősítjük, illesztjük, majd invertáljuk. Így egyidejűleg áll rendelkezésre a hasznos jel és az invertáltja. Ezek az ún. irányváltó kapcsoló bemenőjelei, amely a referencijelelet a meghajtó oszcillátorból kapja. A referencijelelet egy a felhasználó által állítható fázistoló áramkörtön megy keresztül.

A kapcsoló fokozat után a jel egy harmadfokú aluláteresztő szűrőn halad át, amelynek töréspontja 40 Hz-re van állítva. Ez gyakorlatilag kiszűri a 15 kHz-et, meghagyva a DC-szintet.

A kapott jel – amit a fémtárgy kelt – változást okoz az amplitúdóban és a fázishelyzetben egyaránt. Az inverter és az irányváltó kapcsoló beépítése



18. ábra

nagyban javítja a jel-zaj viszonyt, vég-eredményben az érzékenységet.

A szűrő után a DC-jelet erősítjük. Kihangolásnál egy kezdeti állandó DC-szint szükséges. Az egyszerű felépítésű műszerekben ez kézi vezérlő, de a fázistoló minden művelet utáni újra beállítása (értsd: váltások a „GEB” és „DISC.” módok között) felveti a kívánt hangolás automatikus elvégzésének szükségességét. A legtöbb műszeren a „TUNE” gomb állítja a kimenetet 0-ra ahányszor csak megnyomjuk, de ezek közismerten hajlamosak a driftre.

Kísérleteket végeztek folyamatos Reset-módra és berendezésünkben sikerült is egy folyamatosan újraindító rendszert alkalmazni. Ez számú minden drift problémát és a műszer, ha szükséges, folyamatosan maximális érzékenységgel használható. Egy hidegítő gomb szolgál a hangolás „bénítására”, amíg a pontos helyet keressük vagy kizárjuk. Az önhangoló- és erősítő fokozat után a jel egy középállású műszert hajt meg. A középállású kivitel jelentősége a „DISC.” üzemmódban érvényesül. A mérőjelet ezután tovább erősítjük mint vezérlőjelet, amely beállítja azt a szintet, ahol a hangfokozat indul. A kimenet természetesen egyenfeszültségű jel, amely egy HF-oszcillátort kapcsol be. A hangfrekvenciás jel egy teljesítményfokozaton felerősítve és hangszórót vagy fejhallgatót meghajtva válik hallhatóvá.

## 10. 1. Áramkör leírás

Készülékünk elvi kapcsolási rajzát a 19. ábra mutatja. A T<sub>1</sub> és a kapcsolódó alkatrészek képezik a meghajtó-oszcillátort, amely egy nagyon egyszerű szinuszgenerátor. Az IC<sub>1</sub> illetve erősítő és az IC<sub>2</sub> – passzív hálózatával –

biztosítja a szükséges fázistolást. A „föld” állásban elérhető fázistolás –10° ... +40°, míg a „megkülönböztetés” üzemmódban ez kb. 0° ... 170°.

Az IC<sub>3</sub> egy komparátor-áramkör. Azért esett a választás a CA3130 típusú műveleti erősítőre, mert annak „slew rate” értéke magas, és így megfelelő meredekségű kimenőjelet biztosít IC<sub>6</sub> CMOS kapcsolónak.

A T<sub>2</sub>-es tranzisztor az érzékelő-keres jelének előerősítője, közös bázisú kapcsolásban. Ez, valamint a T<sub>1</sub> oszcillátor-áramkör a kereskedelmi készületekre jellemző kapcsolástechnikai megoldás. Alkalmazásukat egyszerűségük indokolja; mindemellett jól megfelelnek a célnak. T<sub>2</sub> kimenete nagyimpedanciás, így szükségessé vált az IC<sub>4</sub> bufferfokozat beiktatása.

IC<sub>5</sub> egyszeres erősítésű inverter. Az IC<sub>7</sub>-IC<sub>8</sub> a speciális visszacsatoló hálózatokkal harmadfokú aluláteresztő szűrőt alkotnak. (Az első fokozat egyszerű, elsőfokú integrálótag nagyimpedanciás követőerősítővel, a második fokozat pedig egy egyszeres pozitív visszacsatolású másodfokú alaptag.)

Az IC<sub>9</sub> egy DC-erősítő, egyben automata hangoló fokozat. Működését nézzük meg egy kicsit részletesebben! A megértését megkönnyítendő, tekintsük először a 20. ábrán látható invertáló alapkapscsolást!

Ha az invertáló bemenet 0, akkor a kimenetnek is 0-nak kell lennie. Így ha az R<sub>be</sub> ellenállásra feszültséget adunk, akkor a kimenet addig változik, amíg az invertáló bemenet is 0 feszültségre nem kerül az R<sub>v</sub> ellenálláson keresztül. Most nézzük meg, mi történik, ha az (x) ponton megszakítva a visszacsatoló hálózatot, ide egy kondenzátort iktatunk be! Ha a kimenet közvetlenül kapcsolódik az invertáló bemenetre, akkor a

kimenet potenciálja is 0. Ha ugyanakkor az erősítő R<sub>be</sub> ellenállására feszültséget adunk, akkor a kondenzátor töltést fog felvenni. Ha most a kimenetet szétválasztjuk az invertáló bemenettől, az inv. bemenet továbbra is 0 szinten marad, mert a kondenzátor megtartja töltését, ami az ofszet kiegyenlítésére elegendő.

A bemeneti feszültség változása viszont rögtön változásként jelentkezik a kimeneten R<sub>v</sub>/R<sub>be</sub> erősítési tényezővel. Ezen elv felhasználásával olyan erősítőt lehet építeni csupán egyetlen műveleti erősítőből, amely nagy bemenő DC-szintnél is ofszet-kiegyenlítéssel és nagy egyenfeszültség-erősítéssel rendelkezik. Persze a fokozat helyes működésének alapvető feltétele, hogy a műveleti erősítő bemeneti árama közel 0 legyen. Ezért ebben a fokozatban is MOS műveleti erősítőt célszerű használni.

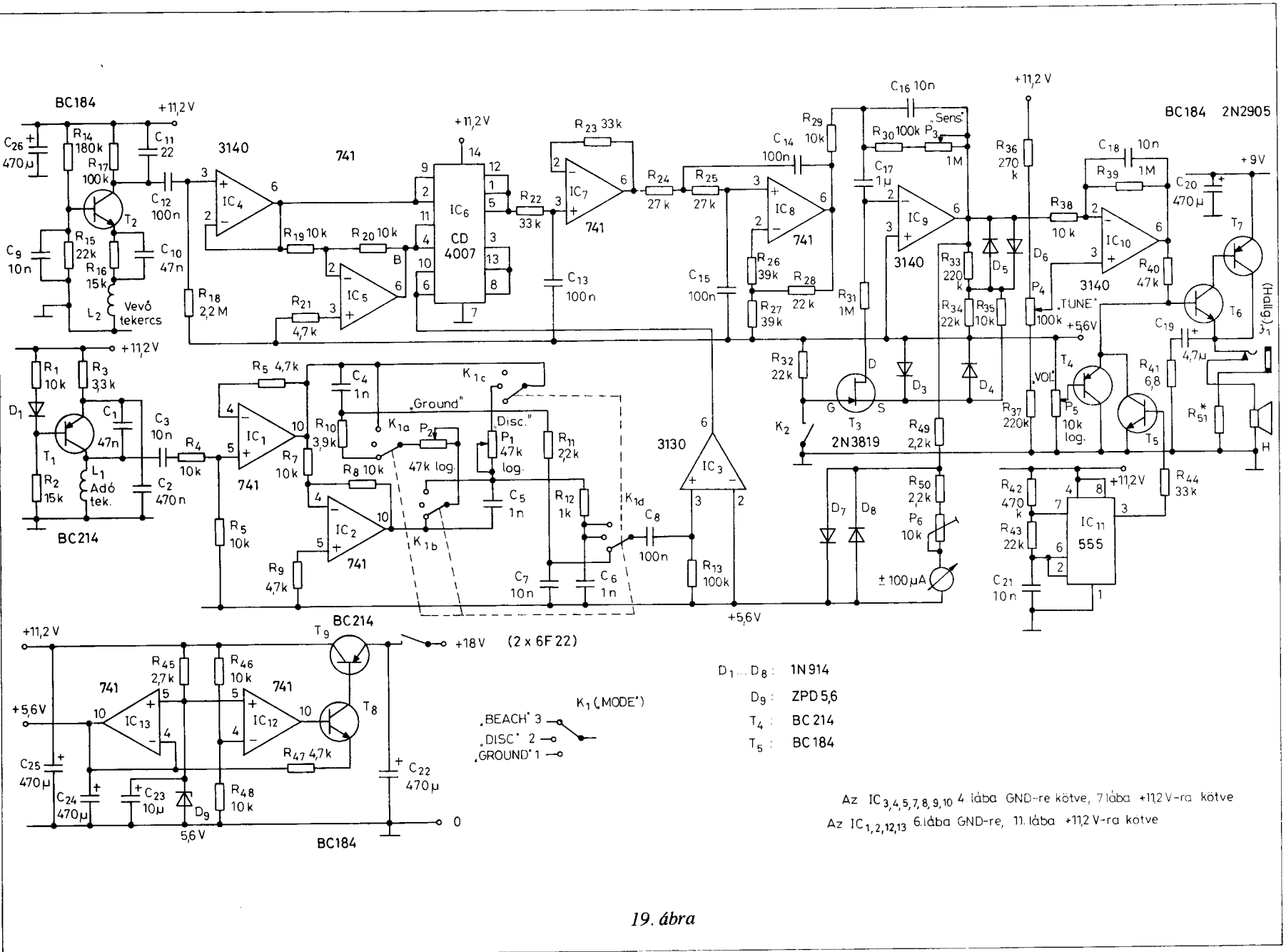
A tényleges áramkörben T<sub>3</sub> feladata a kimenet és az invertáló bemenet összekapcsolása. A kimenet R<sub>33</sub>-R<sub>34</sub>-en leosztódik, és R<sub>31</sub>-en keresztül csatol be. Ezzel a reset hatásának aránya viszonylag lassú de állandó, minthogy T<sub>3</sub> normál állapotban vezet. Ha a hangolási hiba nagyon nagy (ami előfordulhat bekapcsolás után vagy „DISC.” üzemmódban), D<sub>5</sub> vagy D<sub>6</sub> vezetni kezd, R<sub>33</sub> söntölésével nagymértékben meggyorsítva a hangolást.

A P<sub>4</sub> potenciométer állítja be IC<sub>10</sub> küszöbértékét. Az IC kimeneti szintje alapállapotban 0. Amikor jelet kap, kimeneti feszültsége lineárisan emelkedik.

Az IC<sub>11</sub> egy kisteljesítményű 555-ös időzítő astabil üzemmódban, amely 400 Hz-es, kb. 100 μs szélességű impulzussorozatot szolgáltat. A T<sub>5</sub> alapállapotban vezet és csak ezen impulzusok az idejére zár le, így R<sub>40</sub>-en keresztül IC<sub>10</sub> kimenetét egy rövid pozitív impulzus „szaggatja”. Ez ideális hullámforma ahhoz, hogy nagy zajt keltsen gazdaságos tápfogyasztás mellett.

A hangerő-szabályozás szokásos megoldású, csupán a maximális szint korlátozása kívánatos, ezért használjuk P<sub>5</sub> potenciométert és T<sub>4</sub> tranzisztor, mint beállítható csatolótagot. Ezzel a megoldással az érzékenység nem csökken, amikor a hangerőt leszabályozzuk. A T<sub>6</sub>-T<sub>7</sub> egy komplementer Darlington-pár, melynek áramerősítése lehetővé teszi fejhallgató vagy hangszóró meghajtását. Külön részben kell foglalkoznunk a tápellátásról.





- D<sub>1</sub>...D<sub>8</sub>: 1N914
- D<sub>9</sub>: ZPD 5,6
- T<sub>4</sub>: BC 214
- T<sub>5</sub>: BC 184

Az IC<sub>3,4,5,7,8,9,10</sub> 4. lába GND-re kötve, 7.lába +112V-ra kötve  
 Az IC<sub>1,2,12,13</sub> 6.lába GND-re, 11.lába +112V-ra kötve

19. ábra

Berendezésünkben két független tápot használunk. Az áramkörök többsége +11,2 V-ról üzemel, amit 2 db sorbakötött 9 V-os rádióelem névlegesen 18 V-os feszültségéből stabilizálás után nyerünk. A stabilizálást IC<sub>12</sub>, IC<sub>13</sub> és a körülöttük levő alkatrészek végzik. Ennyi műveleti erősítővel könnyen meg lehet oldani egy középmegecsapolásos táp előállítását, amihez a referenciát a D<sub>9</sub> Z-dióda adja IC<sub>13</sub> illesztésével. Az IC<sub>12</sub> ezt az értéket megkétszerezi és T<sub>8</sub>-T<sub>9</sub>-en keresztül kialakul a Z-dióda feszültség kétszeresének megfelelő szabályozott pozitív tápfeszültség, mely normál esetben +11,2 V.

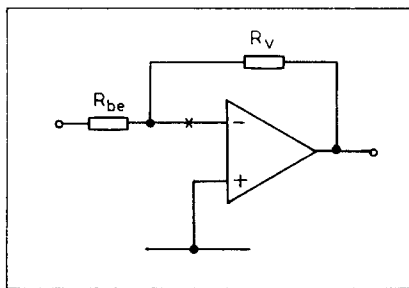
Ez az elrendezés azért előnyösebb, mint pl. a fix feszültségű szabályozók, mert mindaddig működni fog, amíg a telepfeszültség legalább 0,1 V-tal meghaladja a szabályozott kimeneti feszültséget. A legtöbb integrált stabilizátor legalább 2 V tartalékot igényel (drop), ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy gyakran kell cserélni a telepeket, amelyek kihasználtsága így nem megfelelő.

Az egész áramkör fogyasztása kb. 30 mA; kevesebb, mint sok táskarádió fogyasztása átlagos hangerő mellett. A hangvégfokozat tápellátása külön 9 V-os telepről történik, amivel elkerülhető a nagy erősítésű fokozatok káros csatolásából adódó gerjedési problémák. A különálló telep sokkal kisebb helyet foglal el, mint a szűrőket biztosító kondenzátorok beépítése jelentene.

## 11. Konstrukció; az „alsó” nyák szerelése

A műszer áramkörei két nyák-lapon helyezkednek el. Az alkatrészek, egységek javasolt elhelyezését célszerű tartani, mivel ez a valóban egy nagyon érzékeny áramkör, és bármiféle módosítás komoly gerjedési gondot okozhat. A két áramköri lapot egymás fölé szereltem. Ezáltal a készülék viszonylag kis méretben elkészíthető. Az építésnél itt is célszerű lépésről lépésre haladni, és csak akkor menni tovább, ha az éppen elkészült fokozat már működőképes. A munkát azzal a nyákkal kezdjük, amely a tápot, hangoló és a kimeneti egységet tartalmazza, mert ezek működésére szükség van a másik kártya élesztésénél.

A munkát kezdjük a táprész alkatrészeinek beültetésével (nyák: 21. ábra; beültetés: 22. ábra)! Csatlakoztas-



20. ábra

sunk +18 V-ot egy árammérőn és egy 220 Ω-os soros ellenálláson keresztül, amelynek áramkorlátozó szerepe van, ha netán valamilyen gond merülne fel. Az árammérő kb. 5 mA-es fogyasztást jelez és C<sub>25</sub>-ön kb. 11 V, C<sub>24</sub>-en kb. 5,5 V mérhető.

Folytassuk az ültetést R<sub>40</sub>, R<sub>41</sub>, C<sub>19</sub>, C<sub>20</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> elemekkel! Kössük be a hangszórót és csatlakozzunk a 9 V-os telephez egy 100 mA-es műszeren és 100 Ω-os korlátozó ellenálláson keresztül. Rövid ingadozás után az áram nullára esik. Egyidejűleg egyik ujjunkkal érintsük meg R<sub>40</sub>-et és a telep pozitív sarkát, amikor is sercegést és kell tapasztalunk, miközben a műszer áramlökést indikál.

Ezután ültessük be R<sub>42</sub>-R<sub>44</sub>, C<sub>21</sub>, T<sub>5</sub> és IC<sub>11</sub> alkatrészeket! Az IC<sub>11</sub> itt most órajel-generátor, melynek jelét célszerűen oszcilloszkóppal ellenőrizhetjük. Ennek hiányában kezünkkel érintve a 9 V-ot és R<sub>40</sub>-et, 400 Hz-es hangnak kell jelentkeznie, jóllehet elég gyengén. Ezután távolítsuk el a 100 Ω-os védőellenállást, ültessük be T<sub>4</sub>-et és kössük be P<sub>5</sub> potenciométert. Csatlakoztassuk a tápot, ujjunkkal a +9 V és R<sub>40</sub>-et érintsük, és ellenőrizzük, hogy a hangerő szabályozható-e a P<sub>5</sub> potenciométerrel. Paradox módon ez az a tipikus művelet, amely három kezet igényel!

Ezt követően ültessük be R<sub>33</sub>, R<sub>34</sub>, R<sub>36</sub>... R<sub>39</sub> és IC<sub>10</sub> elemeket! Kössük be P<sub>4</sub> potenciométert, és adjunk tápot az áramkörnek. A hangerőt fokozatosan lehet szabályozni P<sub>4</sub>-gyel, miután IC<sub>10</sub> bemenete ennél a fokozatnál féltápon van R<sub>33</sub>-R<sub>34</sub>-en keresztül, amely valamelyest csökkenti az erősítést. Ha nincs hang, ellenőrizzük nincs-e a hangerő teljesen leszabályozva.

A végső méréshez ültessük be a hátralévő összes alkatrészt. Kössük be K<sub>2</sub>-t és P<sub>3</sub>-at, valamint a műszert. Zárjuk a bemeneti pontot (R<sub>29</sub>) tápközépre. Kapcsoljuk be a tápot: az automatikus hangolás eredményeként a műszer-

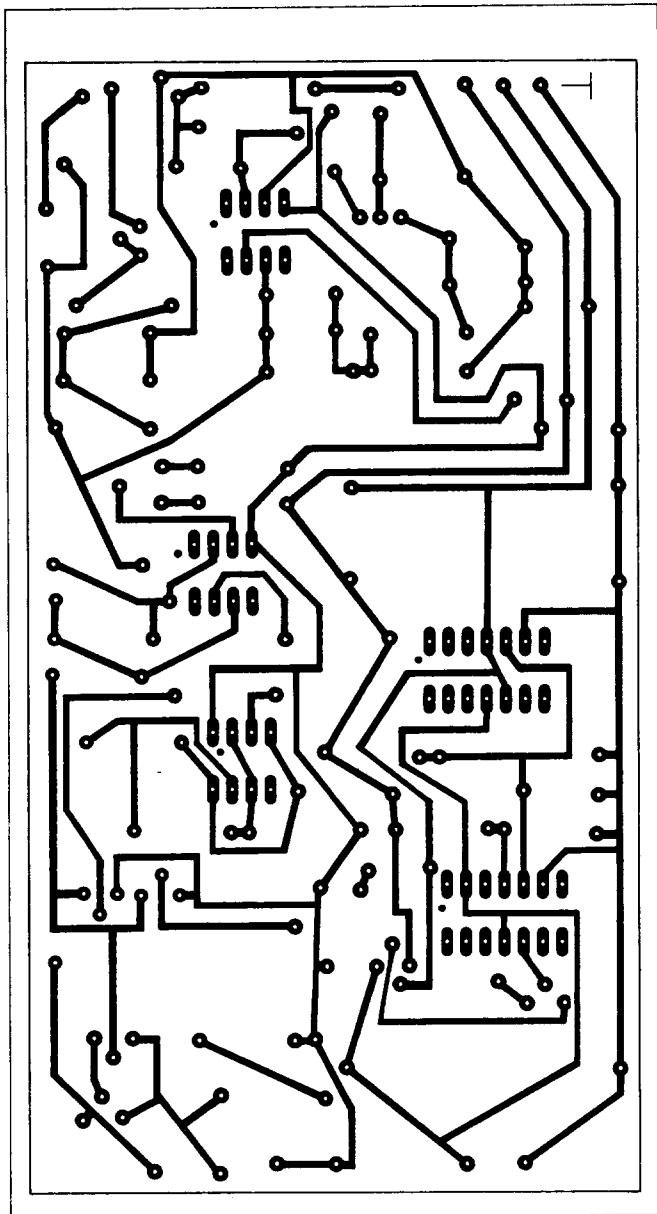
nek néhány másodperc múlva vissza kell térnie nullára. Állítsuk P<sub>4</sub>-et éppen a hangküszöb alá. Érintsük a 18 V-ot egyik kezünkkel, míg a másikkal egy 10 MΩ-os ellenálláson keresztül az R<sub>29</sub>-et! Ez egy rövid reccsenést, a műszeren pedig egy pozitív irányú kitérést kell hogy okozzon, majd a műszer visszatér 0-ba. Ismételjük meg mindezt, miközben K<sub>2</sub>-t bekapcsoljuk; a hangjelzés és a műszer kitérése állandósul.

Bekapcsolt K<sub>2</sub>-nél érintsük meg a 18 V-os telepvezetékét, és C<sub>17</sub> alsó felét. Ekkor a mutató élénk rezgését kell tapasztalunk. P<sub>6</sub>-tal állítsuk a mutatót végkitérésre. Ha az áramkörünk a fent leírtaknak megfelelően működik, a panel végleges helyére telepíthető.

Folytassuk a munkát a keresőtekerccs elkészítésével. Egészen más lelkületet igényel, mint az elektronika szerelése. A berendezéshez ún. "tűhegy" típusú tekercset javaslok, amit kissé nehezebb ugyan elkészíteni, de az eredmény remélhetőleg igazolja majd az erőfeszítést. A tekercs hordozója a keresőfej, amely ezúttal egy kb. 250 mm átmérőjű műanyag tányér, amit műanyagboltban vásárolhatunk meg. A tányér belsejébe egy 180 mm átmérőjű falapot csavaroztam, melyek csavarjai egyúttal a másik oldalon elhelyezkedő „L” alakú nyéltartó bakot rögzítik.

A tekercs elkészítése némileg hasonlít a kábelkorbács gyártáshoz. A műveleti sorrendet a 23. ábra mutatja. Egy alkalmas fatáblán (pl. rajztábla, gyűrődészka), az „a” részletrajzon látható módon fejten szögek segítségével alakítsuk ki az 5 sarokpontot. A menetszám 60, Ø 0,3 mm-es zománczott huzalból. Amikor a nyers tekercs elkészült, emeljük le a szegekről és ideiglenesen kössük át néhány helyen mertev bekötőhuzallal. Ezt követően a tekercset formázzuk a „b” ábra szerint. Kis figyelmet igénylő munka, de nem túl bonyolult.

Ezek után az árnyékolást hozzuk létre. Ehhez vékony szigetetlen huzallal vonjuk be a tekercsünket ügyelve arra, hogy hagyjunk rést, azaz be nem fedett szakaszt a kerülete mentén (természetesen az árnyékolóréteg most sem képezhet rövidrezárt menetet). Ezután alumínium fóliából kivágott 10...20 mm széles csíkokkal ismételjük meg a műveletet. Az alumínium-pólyát egy újabb, csupasz vezetékéből készült fonat tartja a helyén. Természetesen a már említett szigetelőköz mindhárom



21. ábra

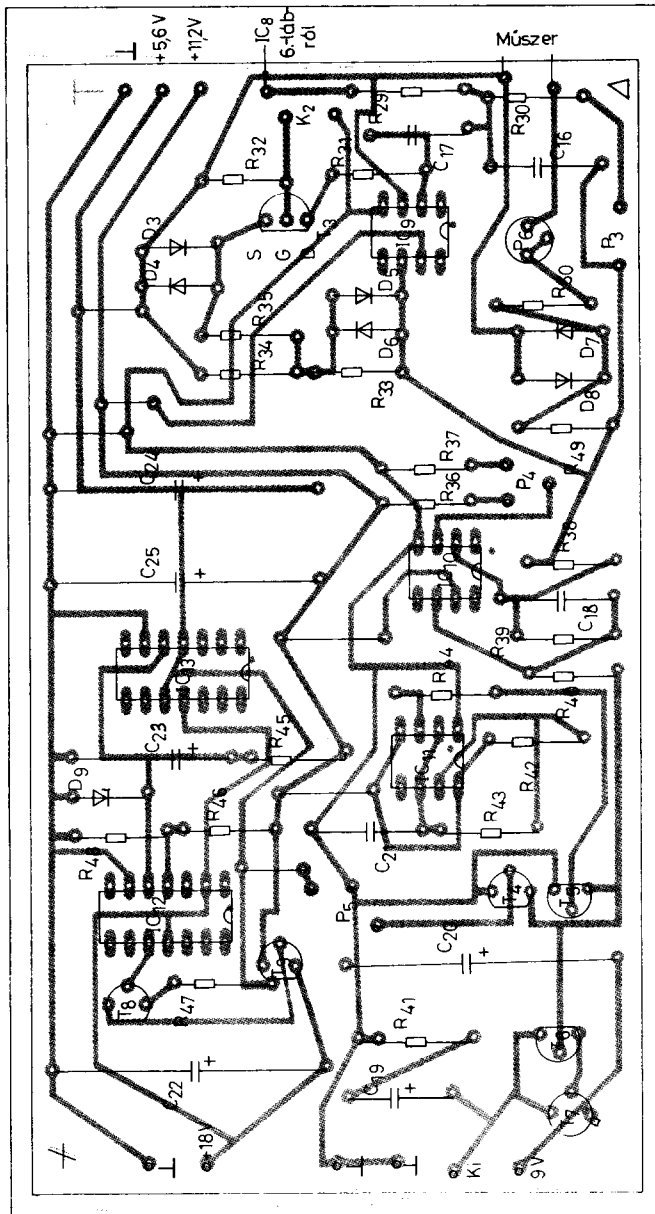
rétegre vonatkozik. Ezzel az adótekerccsel is készült. A vevőtekerccs készítési technológiája ugyanaz, csak a mérete és az alakja más, amit a „c” részletrajz mutat. A menetszám most 200, ugyanabból a huzalból. A tekerccs átmérője 100 mm, és csévetestként ismét egy alkalmas méretű fazék jöhet szóba. A műanyag tányérba a munkánk ezen szakaszában csak az adótekerccset rögzítjük, melyhez használhatunk szigetelő szalagot, vagy epokittet.

Fúrjunk a tányéron a nyél mellett furatot a négyeres árnyékolt kábel számára, és kössük be az adó és vevő tekerceket. A tányér belsejében kialakult tekerccselrendezést a „d” részletrajz mutatja.

### 11. 1. A „felső” nyák szerelése (24., 25. ábra)

Kezdjük az áramköri lap szerelését a vezetékek bekötésével, majd ültessük be az  $R_1 \dots R_3$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_{26}$ ,  $D_1$ , és  $TR_1$  elemeket! Kössük be a meghajtó tekerccset is. Továbbra is alkalmazzuk a 18 V-tal soros ellenállást arra az esetre, ha valami probléma merülne fel a próbálgatások során.

Bekapcsolás után a oszcillátornak kb. 15 ... 26 kHz-en kell működnie. Ezt úgy lehet ellenőrizni, hogy egy gyenge hosszuhullámú állomásra hangolt rádióvevőt nagyon közel helyezünk a tekerccshez. A vevő hangszórójából halk füttyöt kell hallanunk, a meghajtó jel



22. ábra

felharmomonikusainak köszönhetően. Hangsúlyoznom kell, hogy halkan hallható füttyről van szó, mivel oszcillátorunk tisztán szinuszos lévén alig termel felharmomonikusokat!

Ezt, és az áramkör más pontjain fellépő jeleket természetesen sokkal célszerűbb oszcilloszkóppal ellenőrizni. Ezután ültessük be  $R_4 \dots R_{13}$ ,  $C_3 \dots C_8$ , és a  $IC_1$ ,  $IC_2$  alkatrészeket és kapcsoljuk be a tápot! Ellenőrizzük,  $IC_1$  és  $IC_2$  kimeneti szintjét: ezeken apontokon 5,6 V-ot kell mérnünk. Ültessük be  $IC_3$ -at, kössük be a  $K_1$  kapcsolót és  $P_1$ ,  $P_2$  potenciométereket is. Az  $IC_2$  fokozat fázistolását  $K_1$  kapcsoló 1-2 állásában az oszcilloszkóp külső szinkron üzemmódját használva  $IC_3$  kimenetén

ellenőrizhetjük P<sub>1</sub> illetve P<sub>2</sub> állításával.

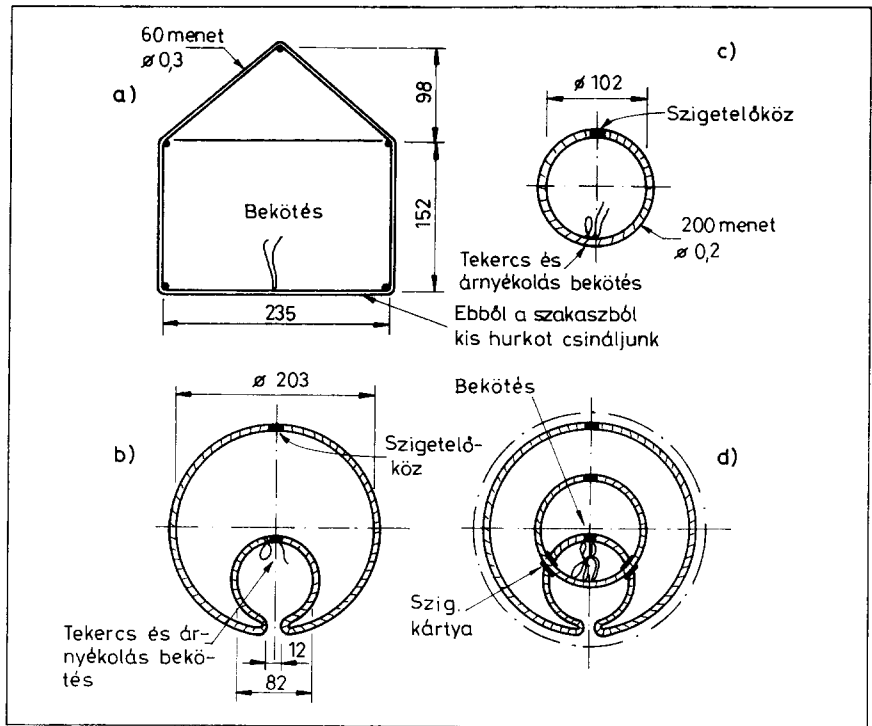
Itt kell megemlíteni a K<sub>1</sub> kapcsoló harmadik „BEACH” (strand) állásának a szerepét. A nedves strandhomok általában olyan kapacitív hatású, amit csak eredetileg a „Megkülönböztetés” üzemmódban lehetett kompenzálni. Ezáltal viszont elveszett a keresőnk nagy előnye: az anyagokat szétválasztó képessége. Ezért létrehoztunk egy harmadik kapcsolóállást is, ahol P<sub>2</sub>-t arra lehet használni, hogy a nedves strand keltette hamis jelet és a földhatást egyidejűleg kizárja, míg P<sub>1</sub>-gyet ismétlenül lehet használni a találat ellenőrzésére, azaz a megkülönböztetésre.

Folytatva a munkát, ültessük be az R<sub>14</sub> ... R<sub>21</sub>, C<sub>9</sub> ... C<sub>12</sub>, és T<sub>2</sub> elemeket! Ideiglenesen kössük be a kör alakú vevőtekercest. Tápfeszültségre kapcsolva ellenőrizzük T<sub>2</sub> emitterfeszültségét, amelynek kb. 0,6 V-nak kell lennie a negatív tápponthez képest.

Ültessük be IC<sub>4</sub>-et, és ellenőrizzük a kimenő feszültségét (5,6 V). Hasonló eredményre kell jutnunk IC<sub>5</sub> beültetése után. Végül forrasszuk be az összes többi hátralévő alkatrészt. IC<sub>6</sub>-nál tartunk be a CMOS kezeléssel kapcsolatos elővigyázatossági rendszabályokat!

Helyezzük a vevőtekercest a meghajtó tekerces fölé, csatlakoztassuk a tápot, és figyeljük az R<sub>22</sub> felső pontján a feszültséget egy műszerrel. A feszültség 2 ... 8 V között lehet, és változhat ha P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> potenciométereket állítjuk (attól függően, hogy K<sub>1</sub>-gyel melyiket választottuk ki). Állítsuk be a tekerces helyzetét úgy, hogy az R<sub>22</sub> felső pontján 5,6 V legyen. Fontos, hogy a tekercesek árnyékolása ne érintkezzen annak ellenére, hogy mindkettő elvileg azonos potenciálban van! Ezt elkerülendő, szigetelőlemezt helyezünk a kettő közé. A továbbiakban 5,6 V-ot kell mérnünk IC<sub>7</sub>, IC<sub>8</sub> kimenetén is.

Ami a mechanikai kivitelezést illeti, az előzőekben tárgyalt típusokéhoz hasonlóan készíthetjük el. Mivel a bemutatott fémkeresők mintadarabként, kísérleti és tapasztalatgyűjtési célra készültek, valamennyinek közös a nyél- és dobozkialakítása. Így a többször említett seprűnyelet a különféle fejegységhez lehet becsavarni. A felhasznált padlókeféldőgépnyel markolati részébe beszereltem az automatikus hangolást bénító „TUNE-HOLD” kapcsolót is, amely lehet ténylegesen kapcsoló, de akár nyomógomb is. Természetesen ez



23. ábra

a kezelőszerv nem üzemel, ha a markolatot a BFO vagy PI detektorhoz használjuk. Az elektronika dobozán tuchelaljakatok szolgálnak a fejegység, a fejhallgató a táp és a K<sub>2</sub> kapcsolók csatlakozására.

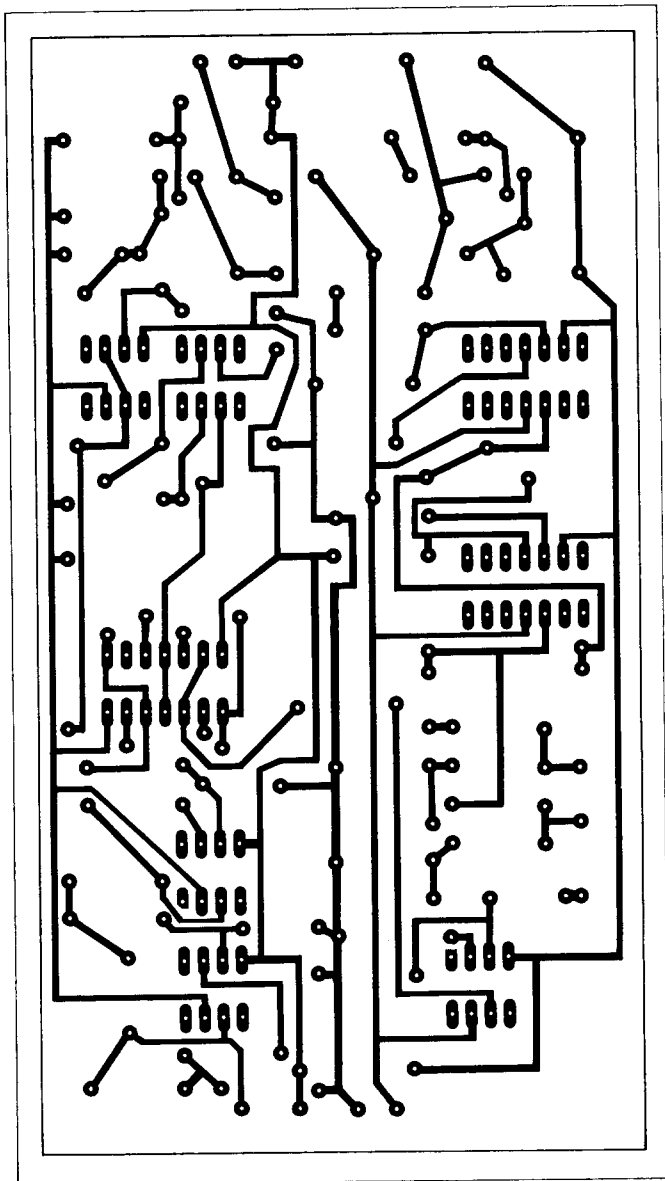
A szükséges mechanikai munkák elvégzése és az áramkör bemérése után a legfontosabb feladathoz érkeztünk el: ez pedig a keresőtekerces beállítása. A munka ezen szakaszában ne legyen fémtárgy a keresőfej közelében! Most kell megemlítenem azt is, hogy a készülék működését befolyásolhatja 625-soros felbontású tv-vevők sorfrekvenciája, pontosabban az általa keltett elektromágneses erőter. Ha recsegő hangot hallunk, először erre gondoljunk.

A hagyományos IB készülékek jobban működnek némi ofszet-tel, mint 0-ra állítva. Ez sajnos nem ellenőrizhető a készülék saját fázisérzékeny detektorával, ezért csatlakoztassuk a 26. ábrán látható segédáramkört az IC<sub>4</sub> kimenetéhez. Ennek segítségével 1 V-os méréshatárú műszerrel könnyen elvégezhetjük a minimális amplitúdó beállítását. Állítsuk P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> potenciométereket középpállásba. Kapcsoljunk „DISC.” azaz a megkülönböztetés módba, és kapcsoljuk be a fémkeresőt. Az ellenőrző műszer mutatója valószínűleg teljesen ki fog térni.

A vevőtekerces helyzetét óvatosan változtassuk mindaddig, amíg a műszer 0-t nem mutat. Ez igen nagy türelmet igényel, mivel könnyen túllendíthetjük a tekercest a nulla pozícióra, ha kapkodunk. Ne feledjük, hogy az árnyékolásoknak nem szabad összeérniük.

Amikor sikerül a műszert a 0 közélebe hozni, próbáljunk fémtárgyat a tekerces közelébe vinni, miközben a középpállású műszert figyeljük. A nem vastartalmú tárgy – mint pl. réz-érme növekedést eredményez (+), míg a vastárgy esést (-) kell, hogy okozzon. Ha az ellenkezője történik, akkor meg kell cserélni az érzékelőtekerces bekötését. Ha a vevőtekercest (fázisát) jól beállítottuk, azaz az ellenőrző műszer mutatója a nulla közelében áll, akkor rögzítsük a vevőtekercest is a tányéron. Vigyázzunk, a legkisebb elmozdulás is semmissé teheti eddigi munkánkat!

A rögzített tekerceseket ezek után műgyanta kiöntéssel fedjük be, megadva a keresőfej végső formáját. A műgyanta technológiában kevésbé járatosoknak ajánlom a mintakészülék esetében alkalmazott megoldást. A végső kiöntéshez PLASTIDUR FA-1 típusú faragásztó és fűrészpörkeverékét használtam, ami kellően időjárásálló, könnyű; sajnos a kötési ideje néhány nap, az adott rétegvastagság mellett.



24. ábra

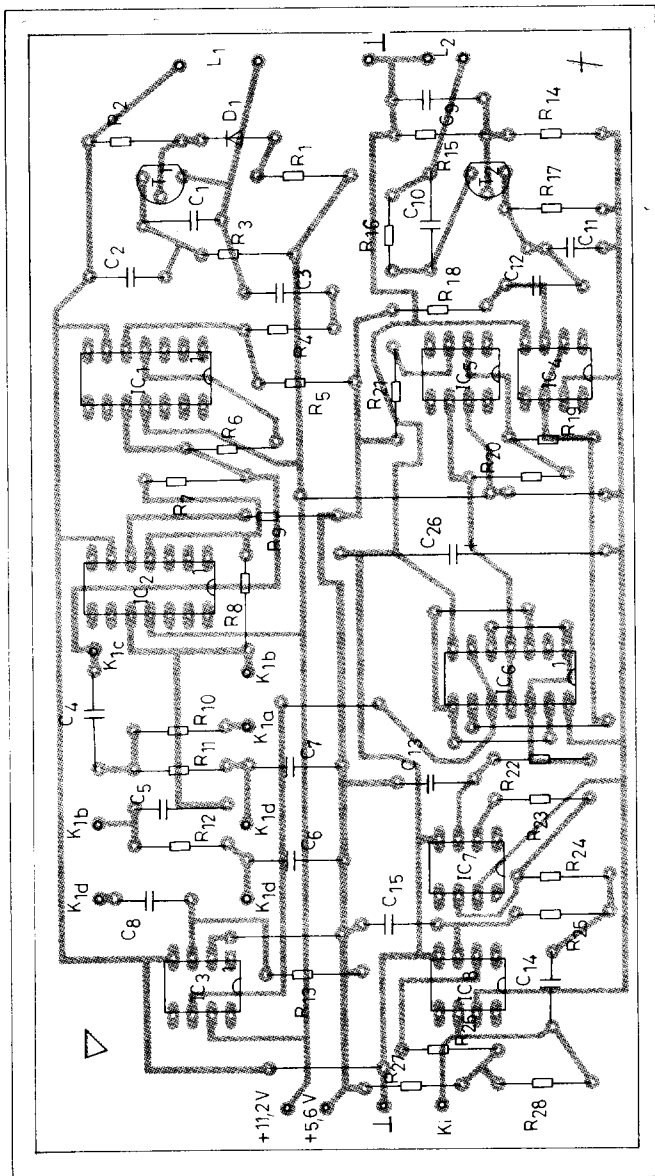
## 11. 2. Végző szerelés és ellenőrzés

Távolítsunk el minden, az eddigi bemerést szolgáló eszközt, mert most a végző ellenőrzés következik. Bekapcsolás után a műszernek néhány másodpercen belül önmagától nullázódnia kell, és a hangoló vezérlőnek a hangküszöb szintje alá kell beállnia. A legtöbb szárazföldi színhelyen az „Érzékenység” potenciométert középállásba kell hozni. A K<sub>1</sub> kapcsoló „Föld” állásában olyan pontot kell találni a P<sub>2</sub>-n, ahol a fejet függőleges irányban mozgatva a műszeren nem tapasztalunk változást. Ekkor megtörtént a Ground-effect kiegyenlítése.

Ha fémtárgyat fedez fel műszerünk, akkor át kell kapcsolni „DISC.” állás-

ba, és a tárgyat az előzők szerint meg lehet határozni. Egy bizonyos mértékű földhatás jelentkezhet ebben az üzemmódban, attól függően, hogy éppen milyen a talaj. A P<sub>1</sub>-gyel a fázistolás mértékét úgy állítsuk be, hogy vastárgy esetén a mutató negatív, nem ferromágneses fémre pedig pozitív kitérést produkáljon.

A kellő gyakorlat megszerzéséhez ajánlatos érmékkel, szegekkel, fémhulladékkal kísérletezni. A „kutatás” helyszínén a helyi viszonyokhoz való gyors alkalmazkodást (P<sub>1</sub> beállítása) etalon fémminták alkalmazása könnyíti. A „kihangelés” nyomógomb használata szükséges lesz a megkülönböztetésnél és a találat pontos helyének meghatározása során.



25. ábra

## 12. Zárszó

A fémkeresési elveket tisztázó gondolatok után bemutattunk néhány gyakorlati megvalósítási lehetőséget. Mint láttuk, mindegyik készüléktípus rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal egyaránt. A minden szempontból tökéletes fémkereső megalkotása még várat magára. Aki még sohasem használt ilyen berendezést, hajlamos nagyobb teljesítményt várni tőle, mint amire valójában képes. Ezt a szemléletet erősítik sajnos azok a külföldi árukatalógusok, amelyek – enyhén szólva – eltúlozzák a kínálatukban szereplő fémkeresők képességeit. Általában jónak mondható a teljesítménye annak a szondának, amely egy a talaj felszíne alatt 10 ... 15 cm mélyen lévő 10- vagy

20 Ft-os érmét érzel. Emlékeztetőül és a rendszerezés kedvéért a táblázatban összefoglaltuk a fémkeresők jellemző tulajdonságait.

Más dolog megépíteni vagy vásárolni fémkeresőt, és megint más használni. Annál is inkább, mert a használat etikai, jogi, sőt környezetvédelmi kérdéseket is felvet. Nem véletlen, hogy Angliában egészen a közelmúltig a fémkeresők használata – a CB rádióhoz hasonlóan – engedélyhez volt kötve. Habár erre vonatkozólag hazánkban nincs kialakult gyakorlat, feltehetően köztereken (pl. parkok, sétányok) tiltott lehet a kincskeresés. Ugyanakkor a fő kérdés az, hogy kit illet a talált kincs? Az arany- és ezüstleletek vonatkozásában most is léteznek szabályok, melyeket célszerű megismerni mielőtt jogi problémákba ütköznénk. Ha valami olyasmit találunk, amit muzeális értékűnek vélünk, feltétlenül ki kell kérni a helyi múzeum véleményét, illetőleg jelenteni kell, hogy mit és hol találtunk.

A keresés technikáját is meg kell tanulnunk. Ha BFO vagy IB/TR készülékkel dolgozunk amely nem rendelkezik GEB szolgáltatással, azt tapasztaljuk, hogy a tekercs magassága talaj felett igen kritikus. Ha úgy állítjuk be készülékünket, hogy a keresőfej a talajon fekszik, akkor onnan elemelve jelezni fog. Ha levegőben állítjuk be, akkor a talajhoz közelítve kevésbé lesz érzékeny. A beállítás helyes módja az, hogy a talajon állítjuk be készülékünket, majd az érzékenységet visszavesszük a töredékére, és akkor csak a

Típus	Tulajdonságok				
	Érzékenység	Áramköri felépítés	Kezelés	Fogyasztás	Szelektáló képesség
BFO	közepes	egyszerű	nehézkés	kedvező	közepes
VLF	közepes	közepesen bonyolult	egyszerű	kedvező	közepes
IB/TR	jó	bonyolult	egyszerű	kedvező	nincs
IB + GEB	jó	igen bonyolult	nehézkés	kedvező	jó
OFF Resonance	közepes	közepesen bonyolult	egyszerű	kedvező	jó
PI	kiváló	bonyolult	egyszerű	nagy	nincs

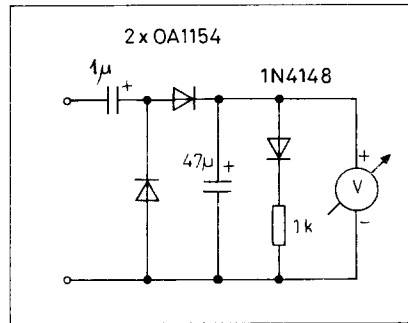
valóban talált tárgy fog jelzést adni. Ahogy körbefordulunk a keresőfejjel, jelzés lesz hallható, amint a tekercs felle mozog és csak a gyakorlat teszi lehetővé számunkra a helyes kiértékelést. A terepen történő „söprést” lassan és

egyenletesen végezzük PI vagy VLF készülékek esetén is, mert az integrátoroknak időre van szüksége a „válaszhoz”. Ha találtunk valamit, óvatosan ássunk egy kis vakolókanállal és ne használjunk markológépet! A kis ásott gödröket gondosan temessük vissza és általában vigyázzunk a környezetünkre.

Végezetül bízunk abban, hogy a téma iránt érdeklődő konstruktőröknek hasznos ötleteket adtunk, az utánépítőknél pedig jó vadászatot kívánunk!

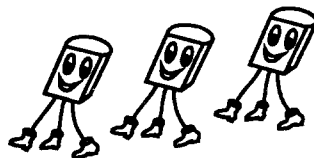
#### Felhasznált irodalom:

Rádiótechnika Évkönyve 1978  
Popular Electronics 1980  
Funkschau 1980  
Practical Electronics 1980, 1988  
Wireless World 1980  
Practical Wireless 1979



26. ábra

**HORNOS Kft.**  
2600 Vác, Báthori u. 14.  
Tel.: 00-36-27-314-212  
Fax: 00-36-27-317-212



FUNAI közép-európai képviselője  
**JAEGER ELEKTRONIK**  
**GEHADO ELEKTRONIK**  
**HAGELPRO ELEKTRONIK**  
magyarországi kizárólagos képviselője

**Nyugati, távolkeleti és hazai tv, rádió, rádiósmagnó és műholdvevő készülékekhez alkatrészek rendelhetők. Szállítás postai utánvétellel**

**SONY... FUNAI... VIDEOTON...**

Sorkimenők, aktív és passzív elemek, videofejek, audiofejek, nyomógörgők, közlökerekek, gumiszijak...

**Hálózati transzformátorok felújítás** Készülékorientált alkatrészeket is beszerzünk.

A német JAEGER ELEKTRONIK összehasonlító táblázata kapható. 27900 típus adatait tartalmazza.

# Antimisztikológia

Borbás István

Annak idején – anno 1950-ben – néhai Vidovich Antal tanár úr igen keményen oktatta az elektrotechnikát a szegedi – évente többször változtatott nevű-tananyagú – technikumban. „Betéve” kellett megtanulnunk a „vígberciből” az áram hatásainak klasszikus fejezeteit, az összes definíciót, képletet, a konszansokkal együtt. Feleléskor nem volt szabad „azt hinni”, „úgy gondolni”, tudni kellett az anyagot és világosan kifejtteni. Osztályfőnökünk, Rudi bácsi – Vass Rudolf tanár úr – pedig arra is rászoktatott bennünket, hogy ha bármilyen tárgy elébünk kerül, s azon talá-lunk valamilyen formációt – annak oka van! Az ő megfogalmazásában: „Min-den valaminek van valami azértje.” Így azután bárhol járva végtelen mennyiségű játékot találhattunk mindennapi agytornáinkhoz. Lassanként megszoktuk, hogy megfejtsük és megértsük környezetünket.

Ilyen és ehhez hasonló okok következtében úgy érettségi táján a megmaradt tanulókról el lehetett mondani, hogy meglehetősen biztonsággal mozogtak a tananyagban és környékén. Később, a gyakorlat során előfordultak olyan esetek, amelyek átmenetileg csökkentették magabiztosságunkat. Egyes esetekben úgy tűnt, hogy megmagyarázhatatlan csodával állunk szemben. Utólag azonban minden esetben kiderült, hogy mégiscsak „a berendezés tudja jobban a fizikát”. És amikor sikerült úrrá lenni a problémán, az mégiscsak az alapok ismeretének és következetes alkalmazásának volt köszönhető. Ilyen gyakorlatok után – némi szerénytelenséggel – elmondhatjuk, hogy ez a csökönys, megérteni akaró következetesség vérünné vált. Hála tanárainknak: szakemberek lettünk. Csakúgy, mint minden valamire való iskola növendékei.

\*

Manapság azonban ez a „száraz”, „fantáziátlan”, „fajefű” következetesség egyre több dilemmát okoz. Ugyanis elöntötték bennünket a megmagyarázhatatlan csodák. Már az is magyarázatra vár, hogy mi ennek az oka? A rendszerváltás, a korábbi tiltások, a kommunikáció fejlődése? Vagy talán a tu-

domány valamiféle válságáról van szó? Esetleg az oktatásé... is? Tény, hogy az érthetetlen csodák terén mind a kereslet, mind a kínálat egyre nagyobb és egymást gerjeszti.

Előbb csak a sci-fi jött divatba, színvonalasabb írásai a műszakiakat is meghódították. Azután jöttek a rejtélyes jelenségek, az akupunktúra, a hipnózis, a bio-feedbek, a gömbvillám, a mágneses gyógyhatások, a természetgyógyászat, UFO-k stb. És hol tartunk ma? A misztikum az élet minden területére behatolt. Szó szerint is: a lábunk alatt állítólag rejtélyes sugárzási hálóak vannak. Csak láthatatlanok és mérhetetlenek. És általánosabb értelemben is, az elmélet és a gyakorlat egyetlen területét sem hagyják érintetlenül. A csodáknak ma már külön „tudománya” van, folyóiratai, „szakkönyvei”, lexikonjai, nemzetközi rendezvényei stb. Egymástól idéznek, vagy plagizálnak – mint a rendes tudományok területén. Az áltudományokat igyekeznek összekapcsolni a tudományokkal. Például homályosan utalnak állításaiknak a kvantummechanikában található elfogadott bizonyítékaira – aki nem hiszi, járjon utána. Mindehhez hozzájárulnak a korábban némi önmérsékletet tanúsító rádió- és tv-műsorok, újságok szerkesztői is. Hallottunk már többször ismételt „tudományos előadást” arról, hogy jelenlegi – nem túl magas – intelligenciánk az emberevéstől, pontosabban az emberi agyak evésétől fejlődött erre a csodálatos szintre.

Egyes gyógyító nagyiparosok tömegeket gyógyítanak rádió-, tv-n, vagy éppen magnószalagon keresztül. A nem kellő tárgyilagossággal bemutatott, evidens kérdések feltevését is elhanyagoló, minden kommentár nélkül elhangzó műsorok hatékonyan terjesztik az áltudományokat. Elgondolkodtató, hogy ugyanezek a médiák még egyetlen elfogadható kísérleti vizsgálatot sem mutattak be. Olyat, amelynek szigorú szabályai a kémiai, biológiai – és a tömeggyártásból – jól ismeretek és józan paraszti ésszel is érthetőek. A csodák egy részénél kézenfekvő lenne egymástól független személyekkel elvégeztetni ugyanazt a vizsgálatot – például a földsugárzással kapcsolatban

– és eredményeiket összevetni. Ez a kísérlet azonban senkinek sem hoz pénzt, csak vizs. Hiányuk tehát érthető. (A Rádió Technika – lapelődünk – 1940-ben közölt utoljára ilyen jellegű cikket „A varázssvessző” címmel, 6 folytatásban. Bár ez a cikk is inkább a magyarázat keresésével foglalkozott, s nem misztifikálta a témát.)

Tagadhatatlan viszont, hogy ezek a műsorok szórakoztatóak, érdekesek, megmozgatják a fantáziánkat. Témáik egy része éppen a szórakoztató – mutatványos – szakmából ered. Ilyenek például a *mikromozgásokkal* kapcsolatos, régóta ismert és vizsgált jelenségek, ingák, rugók stb. Az emberi testtel kapcsolatos jelenség: a gondolatban végrehajtott, vagy elképzelt cselekvés nem látható – de mérhető – mozgásokat eredményez testünkben. Időnként meglepő következetességgel.

A csodák legáltalánosabb alapjelensége a *sugárzás*. A múlt század második feléig csak a jól érzékelhető hő- és fényugarakat ismertük. Majd amikor felfedezték a fizika további sugarait, ezek a technikai alkalmazások mellett a fantasztikus irodalomra is termékenyítő hatással voltak. Sokkal több sugarat „találtak fel” az írók, mint a fizikusok. Sőt, a fizika sugarait is tele-tűzdelték csodákkal. A húszas években, amikor a „rádió-sugarak” elterjedtek, rendőrségi bejelentések tucatjában panaszkodtak a sértettek, hogy a rádió tönkretette a termésüket, teheneik tejhozamát, állataik, családjuk egészségét. (Akkor még nem tudták, hogy csak a műsorok lehetnek ártalmasak, nem a sugárzás.)

A sugárzás valóban a természet egyik csodája! Magában rejt az egymással közvetlen kapcsolatban nem levő tárgyak-élőlények közötti hatást, a *távhatást*. Csábító lehetőség fantáziánk számára fiktív távhatások feltételezése. „Magyarázatként” hozzárendelünk egy sugárzást – amit persze soha senkinek nem sikerült még kimutatni. Évezredekkel korábbi forrásokban is találhatunk utalásokat emberek és tárgyak közötti távhatásokra. Egyesek szerint már ez is létezésük bizonyítéka. Ma ott tartunk, hogy titokzatos sugarak tömege vesz körül bennünket – a „hozzáér-



tők” szerint. Minden élő és élettelen – sőt: néhai! – csak önmagára jellemző sugarakat bocsát ki. X érzi – én nem. Ettől persze még lehetséges! Minderről olyan természetességgel beszélnek, mintha valaha is sikerült volna kimutatni ezeket.

Ismét előkerült a jó öreg *Kirlián-fotó* is. Már a 30-as években is nagy örömmel fogadták az okkultisták (akkor még így nevezték őket, a mai „tudományos” hívők már elhatárolják tőlük magukat). Érdekes, hogy a kb. 100 évvel korábbi elődeit, a Lichtenberg-féle ábrákat nem részesítették ilyen figyelemben. De hát akkoriban még az elektromos jelenségek is a legtöbb ember számára megmagyarázhatatlan csodának tűntek, idézésük nem hatott volna tudományos bizonyítékként. A Kirlián-fotókban a mai okkultisták a misztikus aura tudományos bizonyítékát vélik látni.

A *többdimenziós terek* fogalmát is felhasználják a mai áltudományok művelői. Szerintük ebbe minden belefér, ami a természettudományos szemléletbe nem. Minden lehetséges, ami kitálálható – csak egy másik dimenzióban. S a „magyarázat” ezzel el is van intézve. Pedig szegény Einstein – a maga földhözragadt fantáziájával – negyedik dimenzióknak még az időt tartotta. Más értelmezés lapunknak is csak az áprilisi számaiban található.

Ismét műsoron az *örökmozgó* is! Igaz, ma már nem használják ezt a lejáratos kifejezést, önhajtómű, nullpon-ti energiával működő eszközök a divatosabb kifejezések. Utóbbi azért is előnyös, mert csakugyan létező dolgot, fizikai fogalmat takar, tehát tudományosan hangzik. Létező valóságként tárgyalják egyes „szaklapok” az időtranszformációt, az *időutazást* is, vissza a múltba, vagy előre a jövőbe. Ebből már következik, hogy beszélni is lehet a múltbeli és jövőbeni élőkkal. Itt már minden lehetséges, amit a fantasztikus irodalom képes volt – vagy lesz – kitálalni.

Ósrégi téma a *magasabb erők* feltételezése is; őrülnék, földünk élővilágával kísérletező szellemek uralkodnak fölöttünk. Aki hatalmasabbak nálunk, sorsunkba beleszólást sem tűrnek. Mások szerint minden meg vagyön írva – s ez ellen semmit sem tehetünk.

A legtöbb áltudomány azonban az *emberi testtel*, a gyógyítással kapcsolatos. Mert hiszen valóban ez a legbonyo-

lultabb terület, számos jelenségét nem is tudjuk megmagyarázni. Ezen kívül ez a terület érdeklí/érinti a legtöbb embert. És – erre hajlandók a legtöbbet áldozni, főleg a betegek! A hagyományos természetgyógyászat fogalomkörébe (amely semmiféle ellentétben nem áll a korszerű orvostudománnyal) be-csempészik a legkülönbélebb hókusz-pókuszokat. Így azután már az is gyanússá kezd válni, ami tagadhatatlanul értékes. Igyekeznek elmosni a különbségeket az orvos-természetgyógyász-hipnotizőr-misztikológia között. (Igaz ugyan, hogy az orvostudomány a varázslatból alakult ki – s így maradt is némi hajlama a misztifikációra.) E modern „gyógyászok” a legkorszerűbb elektronikával reprezentálnak: digitális kijelzők, komputer, villogó LED-ek szédítik a beteget. Például a beteg kisugárzásából(?) diagnosztizálnak, majd a visszasugárzás jelenti a terápiát – PC-vel megcsócsálva.

*Szellemi téren* is totális a miszti-roham. Mindent elsöpör, ami törvényszerű. Nemcsak az energiamegmaradás törvényét, hanem az okság törvényét is felborítja. A megfogalmazható tények-hipotézisek-fikciók határait igyekszik elmosni. Miközben a tudománytól plagizál, vad támadást indít a tudósok, professzorok, szakértők és egyéb illetékesek ellen. Jól kereső, korszerű autókkel közlekedő „szakírók” modern lakásban, PC-n írják cikkeiket, faxon és diszken továbbítják a médiához – a technika ellen. Szerintük minden elektromos berendezés ártalmas – kivéve természetesen a saját, gyógyászatának nevezett készülékeit. Miközben egyre gyakrabban hívják fel figyelmünket cikkeikben arra, hogy ezen a területen mennyire kell vigyáznunk a szélhámósokra. Hát igen, ez a konkurenciaharc!

Az üzlet alapja a hit. El kell hitetni, hogy a mi utunk az igaz út! Hogy a lehetetlen – igaz! A „tudományos misztikológia” mellett van egy másik, még vadabb irányzat. Eszerint van a hivatalos, a józan ésszel megtanulható és megérthető tudomány. És ettől függetlenül létezik egy új, „magasabb rendű” tudás, aminek egyetlen konkrét tulajdonsága, hogy nem magyarázható. Törvényei – ha vannak – függetlenek az anyag törvényeitől. A gondolat, a szellem nyers ereje ez, amely nem engedelmeskedik az anyaghoz ragadt törvényeknek. Ha a naív olvasó nem képes ilyet produkálni, az csak azért van, mert nem tud kellő intenzitással kon-

centráltni, tessék jobban akarni! Ja, és fizetni! Tanfolyamokért, előadásokért, a káros sugárzások ellen védő csodálatos szerkezetekért, vagy ezek receptjeiért.

Különbéle bűvös szerkezeteket kell fektetni az asztal, szék, ágy alá, vagy elásni a szobában (ismét egy rossz pont a magas házaknak). Pár ezer forintért azt is megmondják, hogy hová kell át-helyezni a széket, ágyat, hogy elkerüljünk a káros sugarakat. Csodaszerek tulajdonságai kaphatók, amelyek a szüreti hasmenéstől a szerelmi bánatig mindent gyógyítanak – természetesen 100%-os biztonsággal. Dilemmát okoz, hogy adott esetben fanatikus hívővel, vagy tudatos csalóval van-e dolgunk – vagy fanatikus csalóval. A kóklerség jólme-nő üzletág lett!

A dömping megállíthatatlannak tűnik, a kételkedők könnyen elsöpri. Mert a misztikológusoknak megcáfolatlan bizonyítékaik(?) vannak! Bizonyítottan létező, közismert, elfogadott – bár magyarázhatatlan jelenségek kerültek a köztudatba. Ilyen például a gömbvillám és jónéhány, az emberi testtel kapcsolatos jelenség, a kanál-(fém)-hajlítás, a testre tapadó súlyos tárgyak stb. Itt az érvek letaglózzák a hitleneket. Meg kell hát adni magunkat?

De hát ki meri azt mondani, hogy nincsenek csodák? Ki állíthatja, hogy a tudomány csak abból áll, amit ma tudunk? Ez nyilvánvaló képtelenség! Bár minden korban voltak a tudománynak olyan túlbuzgó képviselői, akik eszerint érveltek. Azaz, mindent támadtak, ami koruk ismereteivel nem volt összhangban. Néhány éve egy hazai „tudományvédő” könyvében is kiátkozásokat olvashattunk a mágneses vízkezeléssel foglalkozókról. Azóta bebizonyosodott, hogy valóban működik.

Az is nyilvánvaló, hogy a tudomány számtalan jelensége közül azokat a jelenségeket ismertük meg először, amelyek az érzékelésünk számára hozzáférhetőbbek voltak. Csak azután következtek azok, amelyek túl kicsik, túl nagyok, vagy túl lassúak, vagy gyorsak, távoliak, vagy ritkák voltak. Manapság – úgy tűnik – az igen ritkán előforduló jelenségek kerültek az érdeklődés középpontjába (például a gömbvillám). A ritka jelenségek tanulmányozásához szükséges a korszerű kommunikáció, ami korábban elképzelhetetlen lehetőségeket nyújt. Ez némileg magyarázza is a dömpinget.

El kell tehát fogadnunk, hogy nem csak az létezik, amit ismerünk. Számos jelenséget nem tudunk megmagyarázni, sőt: ellentmondanak eddig ismert – szűkebb érvényű – felismert törvényszerűségeinknek. És bizonyára vannak még jócskán teljesen ismeretlen jelenségek, összefüggések is. A sokszor idézett régi történet jut eszünkbe, amely szerint a neves francia repülőgépgyár csarnokának falán egy darázs erősen nagyított képe alatt a következő felirat olvasható: „Ez a darázs az aerodinamikai képletek szerint maximálisan 50 km/óra sebességgel repülhet. A darázs azonban ezt nem tudja és óránként 120 km-t repül.”

\*

Mit tehet hát a mindent érteni akaró, megrögzött „műszaki”, akinek pozitívista agya tiltakozik minden felfoghatatlan ellen? Hogy nem tud mindent ő sem – ez nyilvánvaló. Ebből azonban még nem következik, hogy minden zagyvalékot, „szellemi környezet-szennyezést” el kell fogadnia. A „hi-

szem, ha látom” elv sem jó, ilyen alapon lehet, hogy Napóleon nem is élt. Van, aki minden újat elhisz, s van aki semmit. Minden elképzelhető, ha a fejünkben nem akad meg. Ehhez tehát tudás kell. Mindenek előtt az alapok világos áttekintése. Ennek alapján a felmerült kérdések nagy többsége cáfolható, vagy bizonyítható. A kettő között létezik egy fehér (vagy fekete?) sáv: az ismeretlen. Amit szeretnénk keskenynek hinni, pedig valószínűleg hatalmas, széles. Ebből a tartományból is jónéhány jelenséget ismerünk már: ezek a megmagyarázhatatlan tények. A tudományon kívüli – de nem logikán kívüli – tények. Magyarázatuk megoldatlan – de az is lehetséges, hogy jelenlegi fejlettségi szintünkön meg sem oldható. Csak annyit tudunk rólok, hogy „valami van...” Gondolkodó szaktársunk természetesen megpróbál fix pontokat, összefüggéseket keresni a felmerült jelenséggel kapcsolatban. Rekonstruálható, tehát vizsgálható jelenségeket keres. Nem könnyű!

A misztikológia művelői által deklarált anyagok nagy többsége nehezen

követhető, zavaros „magyarázatokat”, unlogikus következtetéseket, fiktív állításokat tartalmaz. Mintha írók irtóznának a világos fogalmazástól.

Sehol egy világos okfejtés, egy egzakt kísérlet. Pedig jónéhány jelenség vizsgálható. Így például bizonyára egyértelműen eldönthető az állítás igazsága, amely szerint egy muskátli sejt feszültségében mérhető változást okoz a szomszédságában elhelyezett társa sérülése.

Kollégáink nagyrésze azonban sokkal jobban el van foglalva valós világunk mindennapi kemény törvényszerűségeivel, s így nincs ideje a nehezen megfogható jelenségek vizsgálatára.

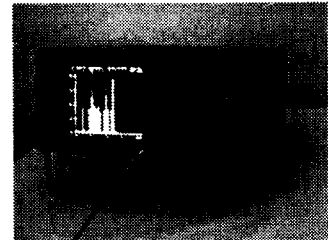
A válaszok kidolgozása különben is a tudomány hívatott embereinek a feladata (bár érdekes módon ők hallgatnak). Így hát jobb híján olvassahallgatja-nézi a misztikus híreket – és mérgeződik. Esetleg reménykedik, végül is az alkimia is elvezetett a kémiai tudomány kialakulásához. Idővel e zavaros témakörből is kijöhet valami.

Addig is – sok más szaktársammal együtt – maradok a „vígbercinél”.

## Satelex® CATV műszer család új tagjai

A SATELEX CATV műszer család LX20-as sorozatú tagjai az új, gyorsabb és komplexebb célprocesszorok köszönhetően bővebb szolgáltatás választékkal rendelkeznek, mint elődeik. Új szolgáltatás pl. a teletext megjelenítése, nyomtatócsatlakozás és közvetlen számítógépes vezérelhetőség. Ez utóbbi lehetőségek a korszerű mérés technikának egyre inkább elengedhetetlen feltételei.

A műszer család tagjai alkalmasak minden olyan mérés elvégzésére, amely antennarendszerek és kábeltélevíziós rendszerek telepítésénél, karbantartásánál felmerülhetnek. Kiválóan alkalmasak vételi térről, CATV rendszerszintek nagy pontosságú mérésére, több sávú antennarendszerek, koaxiális kábelhálózatok telepítésénél bevizsgálásra, hibaelhárításra. Könnyű kezelhetőségüket az automatikus mérési módszerek, adattárolás, magyar nyelvű kijelzések biztosítják. A készülékek olyan bő szolgáltatás választékkal rendelkeznek, amelyek a professzionális jelszintmérők között sem általánosak.



### Műszaki paraméterek:

sávhatár:  
 LX21, LX23: 47-300,450-860 MHz  
 LX25: 40-860 MHz  
 mérési tartomány:  
 LX21: 10-100 dB $\mu$ V  
 LX23, LX25: 10-130 dB $\mu$ V  
 dinamikatartomány: 60 dB  
 mérési pontosság:  $\pm 2,5$  dB

### Árak:

LX20 mikroprocesszoros mérőpanel	36.000 Ft
LX21 14"-os színes TV mérővevővel	79.000 Ft
LX23 9"-os hordozható műszer	160.000 Ft
LX25 10"-os színes hordozható műszer	240.000 Ft

eseti kedvezmények!

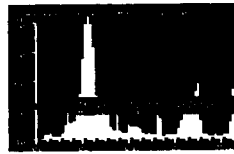
A feltüntetett árak az ÁFA-t nem tartalmazzák

### Bemutatóterem:

Satelex Stúdió  
 ☒: Budapest, XI. Október 23-a u. 27.  
 ☉: hétfő, csütörtök 10-15 h.  
 ☎: 161-1072

### Szolgáltatások:

jelszintmérés 10-130 dB $\mu$ V tartományban  
 TV-kép és jelszint egyidejű megjelenítése  
 spektrumábrázolás  
 kép- hang- színegédvívő kijelzése  
 automatikus méréshatárváltás és korrekció  
 16 program egyidejű kijelzése  
 112 program fr., jelszint adatainak tárolása  
 jelszint akusztikus kijelzése  
 teletext üzemmód  
 számítógépes csatlakozás RS232  
 video üzemmód (LX21,25)  
 távirányítással vezérelhetőség (LX20,21)  
 akkumulátoros üzemmód (LX23,25)  
 műholdas sáv mérése megjelenítéssel (op.)  
 nyomtatócsatlakozás CENTRONICS (op.)



spektrum üzemmód



kép - hang viszony



mérővevő üzemmód



lista üzemmód

## Dallamgenerátorok és egyéb érdekességek

Urbán István okl. villamosmérnök

Hagyományainkhoz híven évkönyvünk jelen kiadásában is egy témakör szerint csoportosítva tesszük közzé a Rádiótechnika és a Hobby Elektronika Zenei/Hobby rovatában eddig megjelent áramköröket. Ezúttal a téma a címben jelzett érdekességekről szól. Ez a gyűjtemény a korábbiakhoz hasonlóan most is rendhagyó, mert nem csak összegyűjtöttem az idevágó kapcsolásokat, hanem a jobbítás szándékával itt-ott módosítottam is azokat. Ezek a módosítások a működés lényegét nem érintik, csupán a megjelenés óta szerzett tapasztalatokat adaptáltam, hogy a készülék utánépítése minél egyszerűbb és megbízhatóbb legyen. A módosítás során igyekeztem a paneleket úgy alakítani, hogy a kész áramkörök olcsón, de igényesen legyenek dobozolhatóak. Erre a célra nagyon jól bevált az úgynevezett Hobby hangdoboz, ami a szerző által e témakörben összeállított egységcsomagok többségének tartozéka. Az ebbe épített áramkörök mintadarabjai megtekinthetők a szerző üzletében. Ugyanígy megvásárolhatók az áramkörök egységcsomagjai is.

A bevezető elején hivatkoztam arra, hogy több éves hagyomány ez az összefoglaló, ezért most emlékeztetőül felsorolom eddig megjelent témaköröket, az évkönyv kiadásának feltüntetésével:

- Ritmusgépek (1989),
- COMMODORE-64 bővítések (1991),
- Zenei témák, effektek (1992),
- Fénytechnika (1993),
- IBM és C-64 bővítések (1994).

Ha az Ön gyűjteményéből hiányzik valamelyik évkönyv, a HOBBI ELEKTRONIKA szaküzletben vagy a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatja.

### 1. Egyszerű dallamcsengő

A dallamgenerátorokról szóló összefoglalót egy meglepően egyszerű áramkörrel kezdem, amely a United Microelectronic Corporation UM66Txx sorozatú csipjére épül. Már az IC formai megjelenése is rendkívül egyszerű alkalmazástechnikát sejtet. A TO-92-es tokban elhelyezett, három

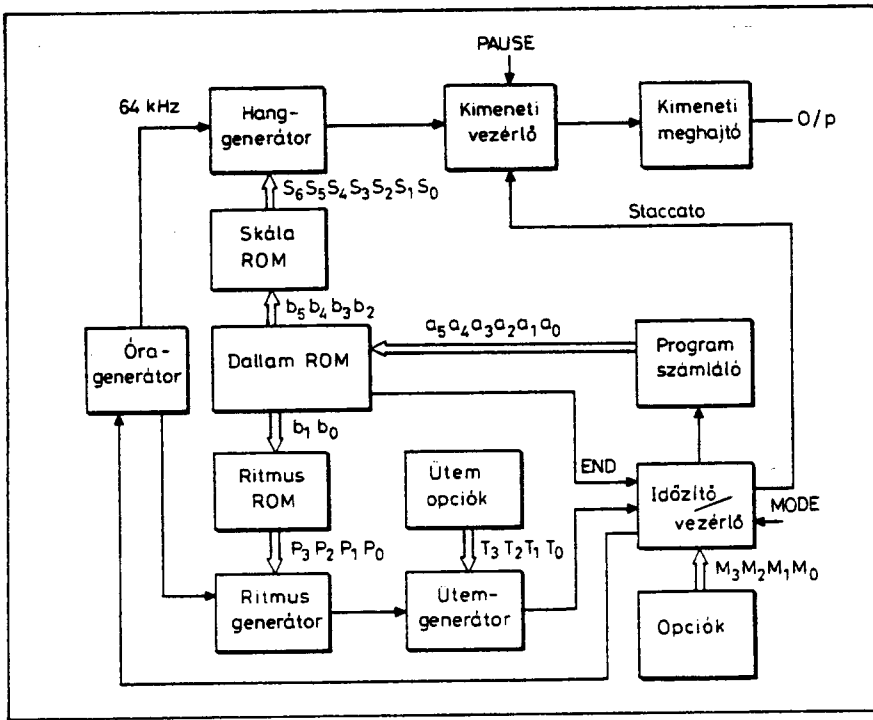
1. táblázat

Part No.	Song Name
UM66T01 L/S	Jingle Bells + Santa Claus is Coming To Town + We Wish You a Merry X'mas
UM66T02 L/S	Jingle Bells
UM66T04 L/S	Jingle Bells + Rudolph, the Red-nosed Reindeer + Joy to the World
UM66T05 L/S	Home Sweet Home
UM66T06 L/S	Let Me Call You Sweetheart
UM66T08 L/S	Happy Birthday to You
UM66T09 L/S	Wedding March (Mendelssohn)
UM66T11 L/S	Love Me Tender, Love Me True
UM66T13 L/S	Easter Parade
UM66T19 L/S	For Elise
UM66T32 L/S	Coo Coo Waltz
UM66T33 L/S	Mary Had a Little Lamb
UM66T34 L/S	The Train is Running Fast
UM66T68 L/S	It's a Small world

kivezetéssel rendelkező áramkör első ránézésre akár össze is téveszthető például egy BC182-vel. Műszaki szemmel nézve ez egy kicsit elgondolkasztató, mert aki ezzel a témával már foglalkozott, az tudja, hogy a lábak száma körül valami baj lehet, hiszen minimálisan 4 kivezetéssel kellene rendelkezni egy egyszerű dallamgenerátornak: a föld-, a táp-, egy kimenet- és egy indító kivezetéssel. Ezzel szemben itt csak három kivezetés van. Ez azért lehetséges, mert az indítógombhoz tartozó lábat meg lehet spórolni, ha az indítást reseteléssel végezzük. Viszont a reset-láb is megspórolható, ha erre a tápfeszültség-hozzávezetését használjuk fel. Ez a magyarázata, hogy három lábbal is működhet az áramkör. Nyilván ebben az esetben a tok csak egy dallamot tartalmazhat, hiszen a dallamok szelektálása ezzel a szisztémával már nem oldható meg. Valóban ez a helyzet.

Az egyszerűség ára az, hogy egy tokban csak egy dallam van, viszont az IC-t sokféle dallammal gyártják. Az 1. táblázat bemutatja az UM66T.. sorozatot. A T utáni két szám azt mondja meg, hogy milyen dallam van a tokban, a szám utáni L/S szám valamelyike pedig az üzemmódról informál. Az „S” jelű a működtető gomb megnyomása után végigjátssza a dallamot és megáll, az „L” jelű pedig addig játszik, amíg tápot kap.

Az IC belső felépítésének tömbvázlata az 1. ábrán látható. A meglehetősen bonyolult IC belső óragenerátort tartalmaz, integrált passzív elemekkel. Az oszcillátor névleges frekvenciája 65536 Hz. A frekvencia stabilitása elegendő a dallam lejátszásához. A hanggenerátor egy programozható osztó, amelyet a dallam-ROM programoz fel. A ROM 64 szóból és szavanként 6 bitből áll. Ezzel a hangskála  $c^4$ -től  $c^6$ -ig terjed. A ritmusgenerátor szintén egy



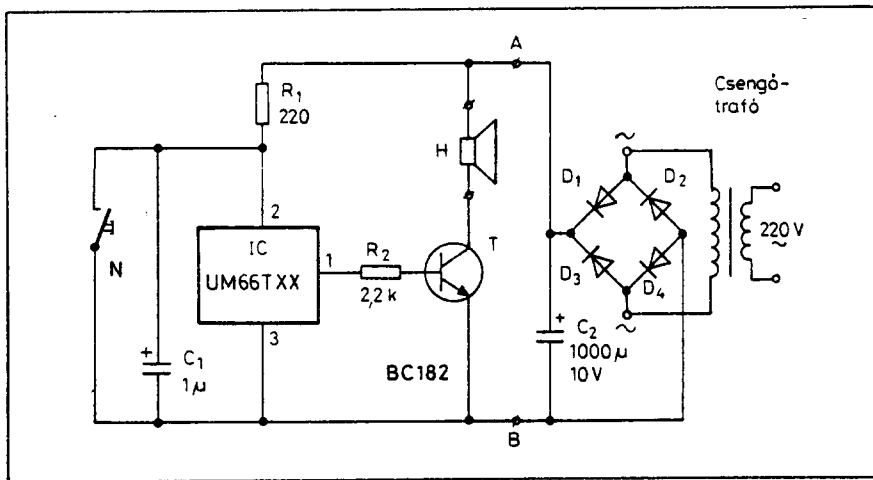
1. ábra

programozható osztó, aminek az osztási viszonyát a ritmus-ROM állítja be. Az IC-vel megvalósítható kapcsolások egyikét a 2. ábra mutatja. Ez még tovább egyszerűsíthető, ha elhagyjuk a hálózati részt és telepes táplálást alkalmazunk. A nyomógomb nyitott állapotában a csip stand-by (készenléti) áramfelvétele csupán 1  $\mu$ A. Az N gombot egy pillanatra megnyomva, majd elengedve megszólal a dallam. A gomb megnyomásakor ugyanis megszűnik az IC  $R_1$ -en át kapott tápfeszültsége, a belső reset alaphelyzetbe hozza a rendszert és egy működési ciklust kezdemé-

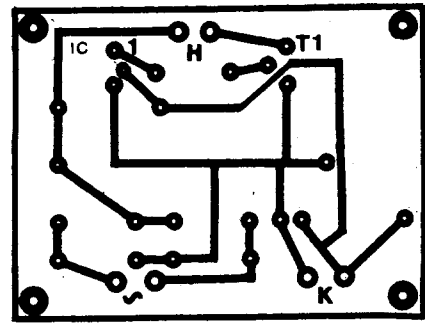
nyez. A kimenő négyzögjel az  $R_2$ -n át a T tranzisztort vezéri, aminek kollektorkörébe közvetlenül a Hobby hangdoboz beépített hangszórója köthető.

### 1.1. A dallamcsengő szerelése, élesztése

A dallamcsengőt a 3. ábrán látható rajzolat alapján elkészített nyomtatott áramköri lapra kezdők is egyszerűen megépíthetik. A kisméretű nyák a rajz alapján amatőr eszközökkel is elkészíthető. Ha ez valamilyen okból mégsem sikerülne, a szerző üzletében a működő



2. ábra



3. ábra

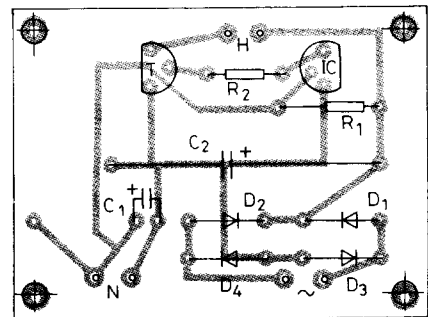
mintadarab megtekintése mellett akár az egész egységcsomag is megvásárolható (ez a többi, itt ismertetett témára is érvényes).

A szerelést tetszőleges sorrendben végezhetjük a 4. ábra alapján. (A Hobby Elektronikánál vásárolt nyák esetén az IC középső lábát át kell hajlítani a másik oldalra!) A kész áramkört egy kisméretű Hobby hangdobozba kell beépíteni a teleppel együtt.

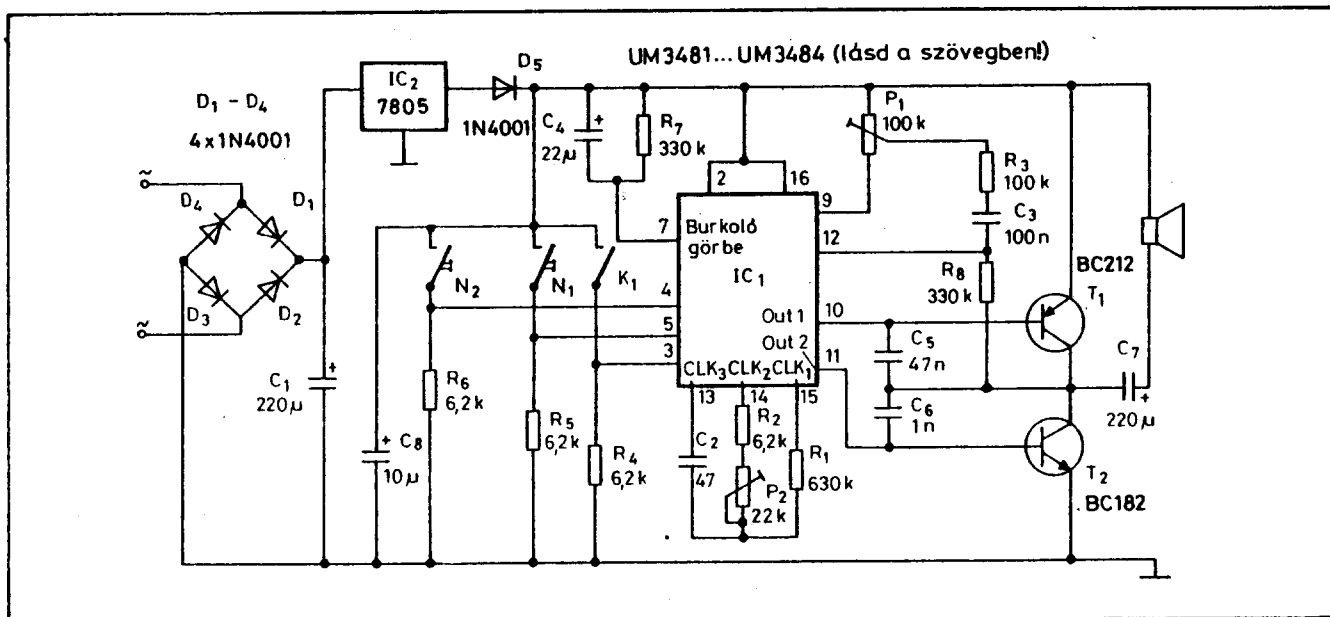
Ha csengőreduktorról tápláljuk a készüléket, mérjük meg a  $C_2$  puffer feszültségét és ha ez több 4,5 V-nál, a  $C_1$ -gyel kössünk párhuzamosan egy 3,3 V-os Z-diódát. Ennek nincs helye a panelen, ezért a forrasztási oldalon közvetlenül a kondenzátor forrszemeire kell forrasztani. A gondosan szerelt áramkör élesztés nélkül megszólal.

### 2. Melódiacsengő UM3481 ... UM3484-gyel

Ez a dallamcsengő egyszerűségében és a minőségi jellemzők tekintetében hívja fel magára a figyelmet. Ennek oka rendkívül egyszerű: a szórakoztató elektronikában érdekelt félvezetőgyártó cégek idejekorán felismerték az igényt és olyan tokokat dolgoztak ki, amelyek egy csipen tartalmazzák a ma ideálisnak tekintett, több me-



4. ábra



5. ábra

lódia tartalmazó dallamgenerátor összes áramkörét.

Az 5. ábrán látható kapcsolás a készüléképítő szemszögéből nézve igen egyszerű felépítésű, ennek ellenére három egymástól jól elkülönített részre bontható (D<sub>1</sub>...D<sub>5</sub>, IC<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>8</sub> alkotta stabilizált tápegység, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, R<sub>8</sub>, C<sub>7</sub> alkotta ellenütemű végfokra, IC<sub>1</sub>-re a hozzátartozó RC elemekkel és a működését meghatározó K<sub>1</sub> kapcsolóval, illetve N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> nyomógombokkal.) E három rész közül egyedül az IC<sub>1</sub> és környezete kíván részletesebb magyarázatot.

Az IC<sub>1</sub> belső felépítéséről szívesen adnék bővebb információt, de sajnos az eddigi ismereteim szerint nem létezik olyan forrás, ami alapján ezt megtehetném. Kénytelen vagyok ezért a katalógusadatok ismertetésére szorítkozni. Az IC ezek szerint tartalmazza a belső oszcillátort és frekvenciaosztót. A csipbe integráltak még a vezérlőhálózatot, a maszkprogramozott 512 bites dallam-memóriát, hanggenerátort, ritmusgenerátort és az előerősítőt.

Az áramkör lehetőséget nyújt a dallamkiválasztásra, valamint a burkológörbe változtatásán keresztül R<sub>7</sub>, C<sub>4</sub> segítségével a hang lecsengési idejének beállítására.

Az IC-család több tagból áll, más-más dallamkészlettel. Az egyes tokok a lábkiosztás tekintetében egymással azonosak, csak a dallamkészletük változik, a 2. táblázat alapján.

Térjünk vissza ismét az 5. ábrára! Az IC<sub>1</sub> D<sub>5</sub>-ön keresztül 5 V-nál kisebb

tápfeszültséget kap (D<sub>1</sub>-en mintegy 0,6 V esik). Az órajel frekvenciáját R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> határozzák meg. Az órajel frekvenciája és ezzel a dallam tempója P<sub>2</sub>-vel folyamatosan állítható. A burkológörbét R<sub>7</sub>, C<sub>4</sub> időállandója determinálja. Értékük nem kritikus, az a lényeg, hogy a hangzás az Ön ízlésének megfelelően. Ennek érdekében el lehet térni a megadott értékektől. Az üzletben megvásárolható egységcsomag a kapcsolási rajz szerinti optimális értéket tartalmazza.

Az IC belső erősítője lehetővé teszi a T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> komplementer végfokozat kivezérlését. P<sub>1</sub>-gyel a visszacsatolás változtatásán keresztül a hangerőt szabályozhatjuk.

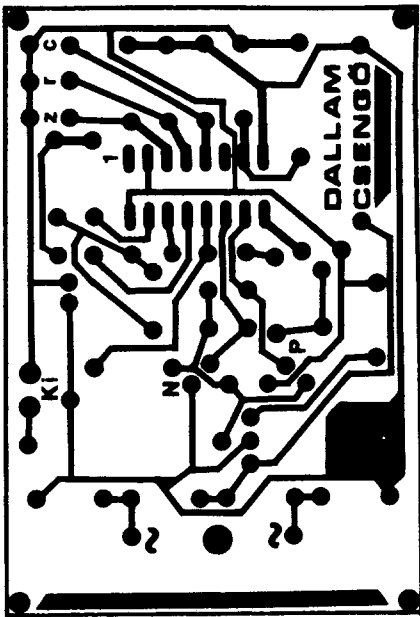
Érdekes még a három kapcsoló szerepe. Ha K<sub>1</sub> zárva van, a lejátszás minden dallam végénél megáll. N<sub>1</sub>-et működtetve mindig ugyanazt a dallamot játssza, N<sub>2</sub>-t működtetve pedig mindig a következőt. K<sub>1</sub> nyitott helyzetében annyi a változás, hogy a lejátszás csak az utolsó dallam végénél áll le. Ha közben N<sub>1</sub>-et működtetjük, mindent előlről kezd, N<sub>2</sub>-t megnyomva pedig egyet kihagy. Ebből következik, hogy általában elegendő egyetlen nyomógomb használata, ezért az egységcsomag csak egyet tartalmaz.

### 2.1. A melódiacsengő szerelése, élesztése

Ezt a műveletet szokás szerint a panel elkészítésével kezdjük (6. ábra). A beültetést a 7. ábra alapján, az alkat-

### 2. táblázat

<b>UM3481A</b>
Jingle Bells Santa Claus is Coming to Town Silent Night, Holy Night Joy to the World Rudolph, the Red-nosed Reindeer We Wish You a Merry Christmas O Come, All Ye Faithful Hark, the Herald Angels Sing
<b>UM3482A</b>
American Patrol Rabbits Oh My Darling, Clementine Butterfly London Bridge is Falling Down Row, Row, Row Your Boat Are You Sleeping Happy Birthday Joy Symphony Home Sweet Home Wiegenlied Melody On Purple Bamboo
<b>UM3483A</b>
L'eau Vive (Living Water) Home on the Range Romance de Amor Comin' Thro' the Rye! Wedding March Happy Birthday Humoresque Lorelei The Last Rose of Summer Love Song from Sikang
<b>UM3484</b>
Westminster Chime Function



6. ábra

részek magassági méretének sorrendjében végezzük, a legalacsonyabbal kezdve. Mindent ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen hibát, zárlatot okozó lógó alkatrész és esztétikus legyen a kész panel. A forrasztásokra ügyeljünk, pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevíti az ónt és felszedi a forrszemeket. (Ez egyébként minden, nyomtatott áramkörös elektronikai egységre igaz!). IC<sub>1</sub> helyére tegyünk foglalatot. Ha minden a helyére került, kössünk egy Hobbi hangdobozt a kimenetre. A tápellátás megoldható csengőreduktorról vagy laposelemlről. A reduktor 5- vagy 8 V-os kivezetését kössük a panelen is jelzett „~” pontok-

ra. Ha telepet használunk, annak pozitív kapcsát kössük a D<sub>5</sub> katódjára. Üzembe helyezés után ellenőrizzük a tápfeszültséget az IC<sub>1</sub> 8., 16. lábán. A mért érték 4,5 V-nál nem lehet magasabb. Kapcsoljuk ki a tápot, tegyük a helyére az IC-t. Kössük be a nyomógombot valamelyik, a kapcsolási rajzon jelölt helyre!

Újra bekapcsolva a készüléket és a nyomógombot működtetve felcsendül egy dallam.

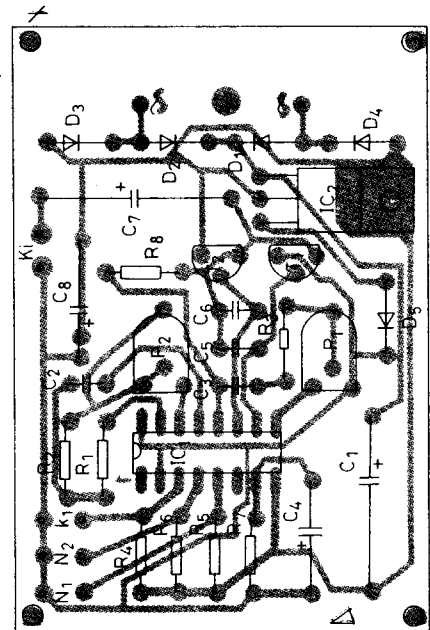
A működési fejezetben jelzett burkológörbét és a tempót meghatározó elemeket változtassuk úgy, hogy a hangzás az ízlésünknek megfelelően. A kész áramkör mérete miatt a téglatest alakú Hobbi hangdobozba beépíthető. Az egységcsomag ezt nem tartalmazza, de a szerző üzletében külön megvásárolható. (Ára 150 Ft/db.)

Az eddigi tapasztalatok szerint néha előfordul, hogy az áramkör akkor is megszólal, ha a kapcsolót nem működtették. Ennek oka a hálózati zavar és a zajos környezet. Ilyenkor segít az árnyékolás és a telepes táplálás. A nyomógomb vezetékét is árnyékolni kell.

**FIGYELEM!!!** A tapasztalatok alapján az IC sztatikus töltődésre érzékeny. Az ebből eredő hiba úgy jelentkezik, hogy minden jónak tűnik, csupán a dallam a K<sub>1</sub> állásától függetlenül nem áll le.

### 3. Programozható dallamcsengő UM3511-gyel

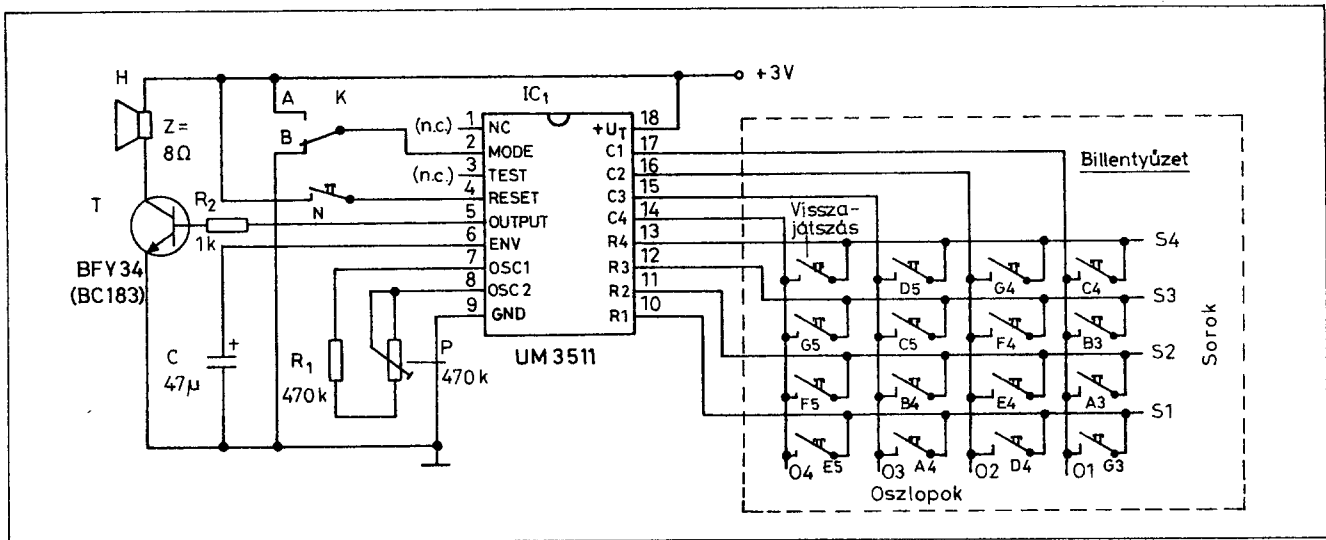
Ez a változat igen érdekes a dallamcsengők sorában, mert nem csak fix dallamokat tartalmaz, hanem szükség



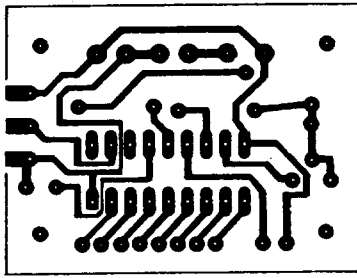
7. ábra

esetén a saját elképzelésünknek megfelelő dallamot is beírhatunk. A címben jelzett IC lehetővé teszi, hogy minden különösebb segédeszköz nélkül egyszerűen felprogramozzuk. Érdekes lehet ez nagyobb ünnepek előtt, például karácsony környékén, amikor az advent hangulatát még ilyen apróságok számító dologgal is, mint például az ajtócsengőnk dallama, bensőségebbé tehetjük.

Más, hétköznapi lehetőség a felhasználására a rádióamatőrök és CB-sek körében kínálkozik, ahol ezzel az áramkörrel a rádió szünetjeléhez hasonló dallamot sugározhat mindenki a hívőjele mellett.



8. ábra



9. ábra

Az áramkör felépítése alig különbözik az 5. ábrán bemutatott melódia-csengőtől. Az IC fix dallamot tartalmazó része az applikáció szerint azonos az UM34xx sorozatével. Eltérés jóformán csak annyiban jelentkezik, hogy ennél az IC-nél a melódia ROM-ot kiegészítették egy melódia RAM-mal, amit kívülről a felhasználó tud egy egyszerű kis billentyűzettel feltölteni. Ez elsősorban több kezelőszervet, kapcsolót igényel.

### 3.1. Az áramkör működése

A 8. ábrán látható kapcsolás két egymástól jól elhatárolható részre bontható. Az egyik az UM3511 és környezete, a másik pedig a mátrixba kötött egyszerű kapcsolósor, a billentyűzet.

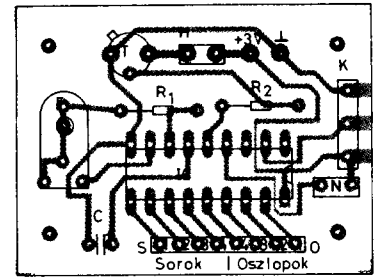
Az IC kétféle üzemmódban működik: az egyik a komponáló, a másik a lejátszó üzemmód. E kettő közül a K-val választhatunk. Az A-val jelölt állásban lejátszó, a B-vel jelölben pedig komponáló üzemmódot állítjuk be. Komponáló üzemmódban az IC egy 15 hangjegyes pianínó hanggenerátorként működik. A hangskála  $g^3$ -tól  $g^5$ -ig terjed. Ez a kis „pianínó” klaviatúráként egy 16 gombos billentyűzetet használ.

Ebből 15-tel a hangkészlet hangjait szólaltatjuk meg, a 16. pedig a beprog-

### 3. táblázat

1. Hush Little Baby
2. Twinkle Twinkle Little Star
3. London Bridge is Falling Down
4. Dream of Home and Mother
5. Christmas Carol
6. Are You Sleeping
7. The Farmer in the Dell
8. In a Persian Market
9. Mary Had a Little Lamb
10. Long Long Ago
11. Santa Lucia
12. Little Brown Jug
13. Butterfly
14. The Train is Running Fast
15. Close Encounters of the Third Kind

ramozott dallam visszajátszását indítja. Ennek lenyomásakor az általunk komponált dallam kerül lejátszásra. Valamelyik billentyű működtetésekor a billentyűhöz rendelt hang a hangszóróban megszólal, a kódja pedig a RAM-ban eltárolódik. A RAM-területen összesen 47 hang kódja fér el. Ez azt jelenti, hogy az általunk írt dallam 47 hangból állhat. Ha az IC lejátszó üzemmódban van, akkor a ROM-ban tárolt fix dallamok játszhatók le. A memória összesen 15 dallamot tartalmaz. Ezek a 15 hangjegy-gombbal szólaltathatók meg. Mindegyik gombhoz más-más dallam van hozzárendelve. Kivétel a visszajátszás billentyű, ennek működtetésekor egymás után folyamatosan végighallgathatjuk az egész fix dallamrészletet. A dallamkészlet a 3. táblázatban olvasható. Az N reset-gombbal törölhető a RAM és leállítható valamennyi dallam futása.



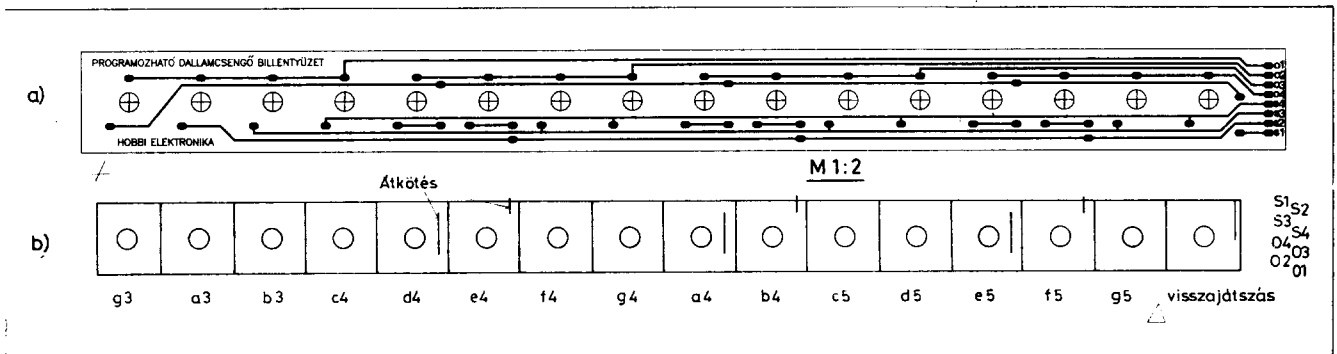
10. ábra

### 3.2. A programozható dallamcsengő szerelése, élesztése

A nyák-terv a 9. ábrán, a beültetési rajz a 10. ábrán látható. A K tolkapcsoló is ráforrasztható a panelre, így nem kell foglalkozni a rögzítésével. Az IC számára ültessünk be foglalatot. Ha minden a helyére került, kössünk egy Hobbi hangdobozt a kimenetre és két ceruzaelemet a táppontokra. A  $4 \times 4$ -es mátrixba kötött kapcsolósor csatlakoztatásához egy 8 pólusú tűkesort ültessünk be. (A szerző üzletében beszerezhető egységcsomag ezt is tartalmazza.) A kapcsolókat erre a csatlakozósorra lehet forrasztással, vagy a csatlakozó ellenpárjával csatlakoztatni.

Az egységcsomag nem tartalmazza a 16 kapcsolót, mert azt kinek-kinek a saját elképzelése szerint kell kialakítani, hiszen nem mindig van szükség rájuk. A mintadarabban a Hobbi Elektronika üzletében 500 forintért kapható számítógép-billentyűzetből kiforrasztott mechanikus kapcsolókat alkalmaztunk. Felhasználhatunk bármilyen más mechanikus kapcsolót ezen a helyen, például kis kontaktusokkal rendelkező orgonabillentyűt, vagy fóliataszátúrát is.

Az említett billentyűzet kapcsolóhoz terveztem egy panelt is, melyen a gombok úgy helyezkednek el, mint a



11. ábra



zongora billentyűi, a huzalozása pedig a mátrixnak megfelelően van kialakítva. A billentyűzet kicsinyített nyák-rajza a 11/a. ábrán, beültetési rajza a 11/b. ábrán látható. Ezekbe a mechanikus kapcsolókba be van építve egy-egy dióda, ezért a bekötésénél ügyelni kell, hogy a diódák katódja a kapcsolási rajzon S-sel (sor) jelzett vonalak felé nézzen! A billentyűzet a mátrix 4 sor- és 4 oszlop bemenetéhez kapcsolható. Bármely sor- és oszlopvezeték összeérintésekor egy hangot, vagy egy dallamot hallhatunk. A sorvezetékek jele a panelen és ültetési rajzon S1 ... S4, az oszlopoké O1...O4. Ha önállóan alakítjuk ki a kapcsolómátrixot, ennek megfelelően kössük be.

Az egész áramkör nyugalmi áramfelvétele kb. 10  $\mu$ A, ezért szükségtelen tápkapcsolót használni.

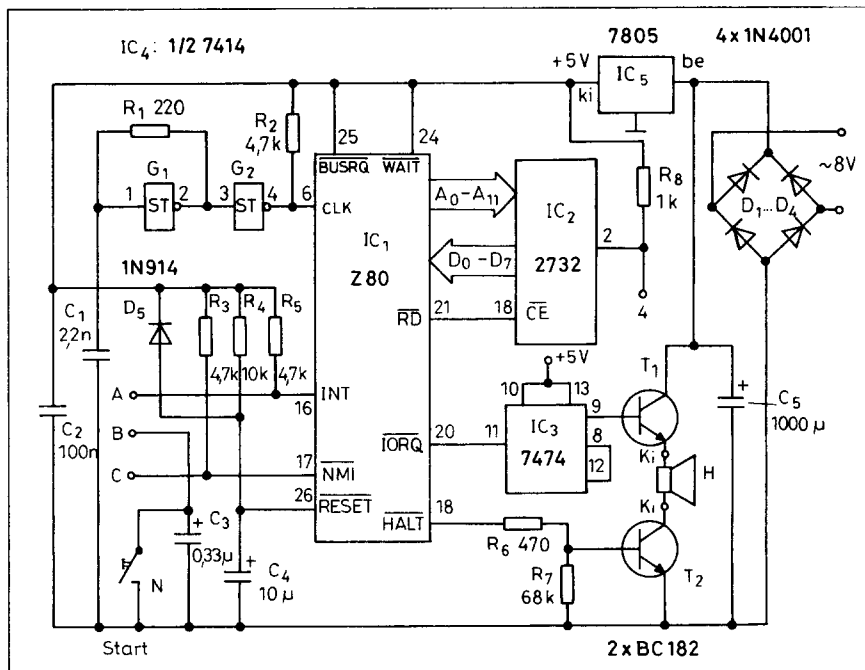
#### 4. Dallamgenerátor Z80-nal

Ez a dallamgenerátor az elmúlt évek során több változást élt meg. Ennek ellenére érdemes újra foglalkozni vele, mert felépítését és szolgáltatását tekintve véleményem szerint a legjobb a dallamgenerátorok között.

A 12. ábrán bemutatott áramkör működése annyiban azonos a korai személyi számítógépek hangkeltő részével, hogy kevés hardvert és sok szoftvert tartalmaz. G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> állítja elő a CPU órajelét. A működtető szoftvert az IC<sub>2</sub> tartalmazza. A dallam hangja az  $\overline{\text{IORQ}}$ -n jelenik meg tüimpulzus formájában. Ezt az IC<sub>3</sub> D-flip-flop szimmetrikus négyosztályú alakítja. A T<sub>1</sub> emitterkövető a hangszórót illeszti a TTL kimenethez.

T<sub>2</sub> a CPU HALT jelével a dallamgenerátor nyugalmi áramfelvételét minimalizálja. Erre azért van szükség, mert az IC<sub>3</sub> kimenete a dallam végén logikai 1-ben is maradhat. Ekkor T<sub>1</sub> nyitva van és a start gomb újabb működtetéséig teljesen feleslegesen nagy áram folya rajta – és a hangszórón – keresztül. A dallam végén azonban a HALT lezárja T<sub>2</sub>-t, így megszakítja T<sub>1</sub> áramkörét, minimálisra csökkentve az áramfelvételt.

A szoftver eredetileg 4 kilobájtos EPROM-hoz íródott. Ez ma már ritka és drága, a beszerzése körülményes, ezért a panelt 28 lábú EPROM-hoz terveztem át. Ezzel a memóriaterület duplájára nőtt. A módosítás eredményeként az EPROM kétféle dallamcsoportot tartalmaz, amelyek egymástól teljesen



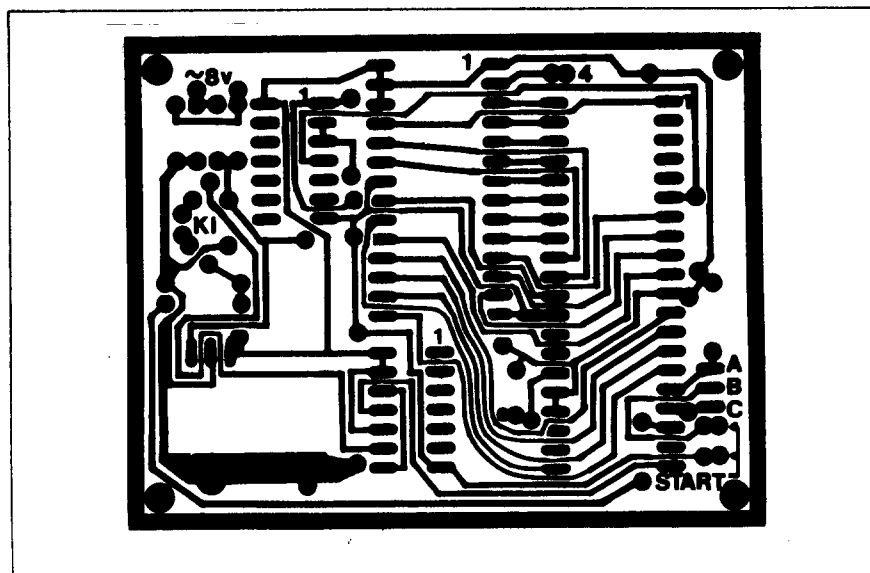
12. ábra

függetlenül működnek. Mindkettő 4 kilobájtnyi területet foglal el. Az egyik rész rövidebb dallamokból kb. 150-et, a másik jobban megkomponált, hosszabb dallamokból 15-öt tartalmaz.

A két dallamcsoportot egymástól az A12 címvezeték segítségével szelektálhatók. Az R<sub>8</sub> és IC<sub>2</sub> közös pontját 4-es számmal jelöltem meg. Ha ezt a pontot szabadon hagyjuk, az R<sub>8</sub> az A12-t logikai 1-re húzza. Ekkor a felső 4 K-n elhelyezett dallamok szólnak.

Egy kis huzaldarabbal 0-ra kötve ezt a pontot a másik dallamcsoportot halljuk. A dallamcsoportok váltása után a resetet mindig működtetni kell. Ez megtörténhet a tápfeszültség ki/be kapcsolásával vagy a CPU RESET lábának egy pillanatra történő földre húzásával.

A 150 dallamos szoftver-rész kétféle üzemmódban dolgozik. Ha a működtető nyomógomb az A, B pontokat zárja rövidre, a CPU INT lába földre kerül és a dallamcsengő mindig a soronkövet-



13. ábra

kezd dallamot játssza. Ha a B, C pontokat zárja rövidre, az NMI kapja az indítójelet, ekkor a készülék a bim-bam csengőhöz hasonló módon két hangból álló jelzést ad. A másik 4 K-n nincs ilyen üzemmód. Jól látható, hogy az A, C pontokra két független csengő gombot is ki lehet kábelezni, így ugyanazt a csengőt két helyről lehet használni. Ezzel mindig tudni lehet, hogy honnan csengetnek.

#### 4.1. A Z80-as dallamcsengő szerelése, élesztése

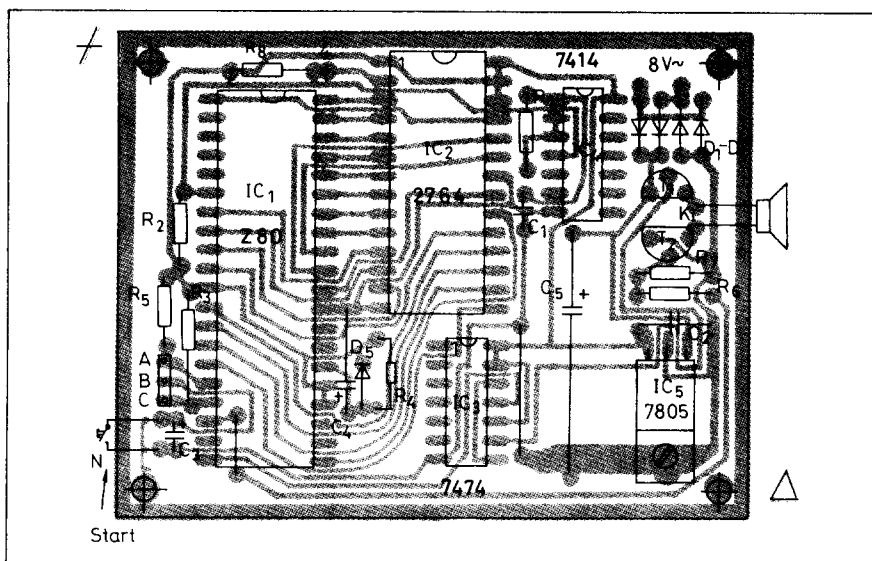
Az egyoldalas nyomtatott áramkör a 13. ábra alapján készíthető el. Az alkatrészek beültetése a 14. ábra szerint történik. A nyákhöz csak a tápegységet, a hangszórót és a nyomógombot (nyomógombokat) kell kívülről csatlakoztatni.

A panel egyoldalas rajzolata miatt a CPU és az EPROM között az eredeti cím- és adatsorrend megváltozott. Az IC<sub>2</sub> a programot ez szerint tartalmazza. Új program írásánál erre figyelni kell!

A szerelés megkezdése előtt a panelt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs-e rajta gyártási hiba: zárlat vagy szakadás. Forrasszuk be a két átkötővezetéket, ezután az ellenállásokat, diódákat, kondenzátorokat stb., végül az IC<sub>3</sub>, IC<sub>4</sub>, IC<sub>5</sub>-öt. IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> helyét hagyjuk szabadon. Kapcsoljuk a „8 V” jelzésű pontokra a csengőreduktor hasonló jelű pontjait. A trafót a hálózatra kapcsolva mérjük meg a C<sub>5</sub> feszültségét, ez kb. 10 V. Ezután mérjük meg az IC<sub>5</sub> kimenetét, itt 5 V-nak kell lennie.

Ha van oszcilloszkópunk vagy TTL indikátorunk, nézzük meg a G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> kimenetét, hogy van-e órajel. Ezzel nem szokott gond lenni, de ha nem bízunk benne, tegyük a következőket: forrasszuk C<sub>1</sub>-gyel párhuzamosan ideiglenesen egy 2 µF-os kondenzátort. A G<sub>2</sub> kimenetét egy vezetékkel ideiglenesen kössük össze IC<sub>3</sub> 11. lábával. Az R<sub>6</sub> HALT felőli végére forrasszuk egy huzaldarabot. Ennek a végét érintsük először a +5 V-ra; ekkor a hangszóróból sípoló hangnak kell hallatszania. Ezután érintsük a testpontra, a sípoló hang elhallgat.

Az előző mérésekkel és ezzel mindent leteszteltünk. Az ideiglenesen használt kötések szüntessük meg, majd tegyük a helyére az IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub>-t. A készüléket ismét hálózatra kapcsolva, a start gombot működtetve megszólal az



14. ábra

első dallam. Ha ez nem történik meg, a RESET lábat egy pillanatra kössük földre.

Az órajel frekvenciája R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>-től függ. Ha ez nem megfelelő, a dallam gyors vagy lassú lesz. Ekkor R<sub>1</sub> helyére kössünk egy 1 kΩ-os trimmert és állítsuk be a jó tempót. Ezután a potmétert a beállított értékhez legközelebbi szabványos ellenállásra cseréljük ki.

#### 5. µP-s polifonikus orgona

Az alább ismertetendő áramkör elektronikus orgona építésre használható univerzális oktávszintetizátor, amellyel régi orgonákat is egyszerűen fel lehet újítani. A szintetizátor rendszere eltér a megszokott kapcsolásoktól, mert viszonylag kevés hardver és egy intelligens szoftver állítja elő a 4,5 oktávnyi terjedelmű hangkészletet, amit egy mátrixba kötött klaviatúrával tudunk megszólaltatni. Ez a megoldás bizonyos szempontból talán kedvezőbbnek tűnik, mint a korábban erre a célra használt TOS, (pl. az AY0212), mert egyszerű szoftvercserével lehet átállítani és más funkcióra pl. többszólamú dallamgenerátor építésére, vagy az orgonában előre programozott demó lejátszására felhasználni.

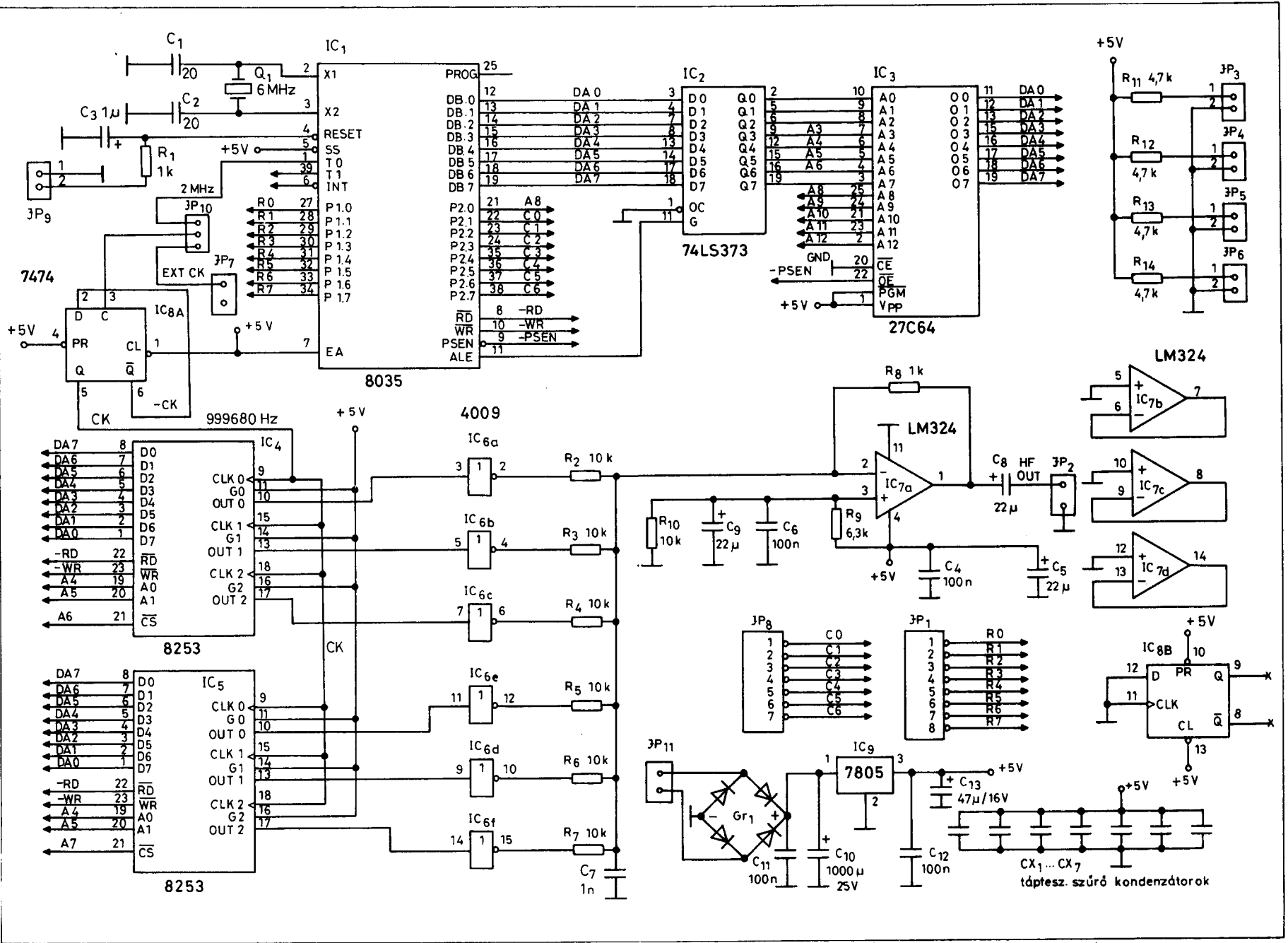
##### 5.1. A µP-s orgona áramkörének működése

A hardver kapcsolási rajza a 15. ábrán látható. Ennek lényegi részét a 8035 típusú mikrokontroller a 6 MHz-

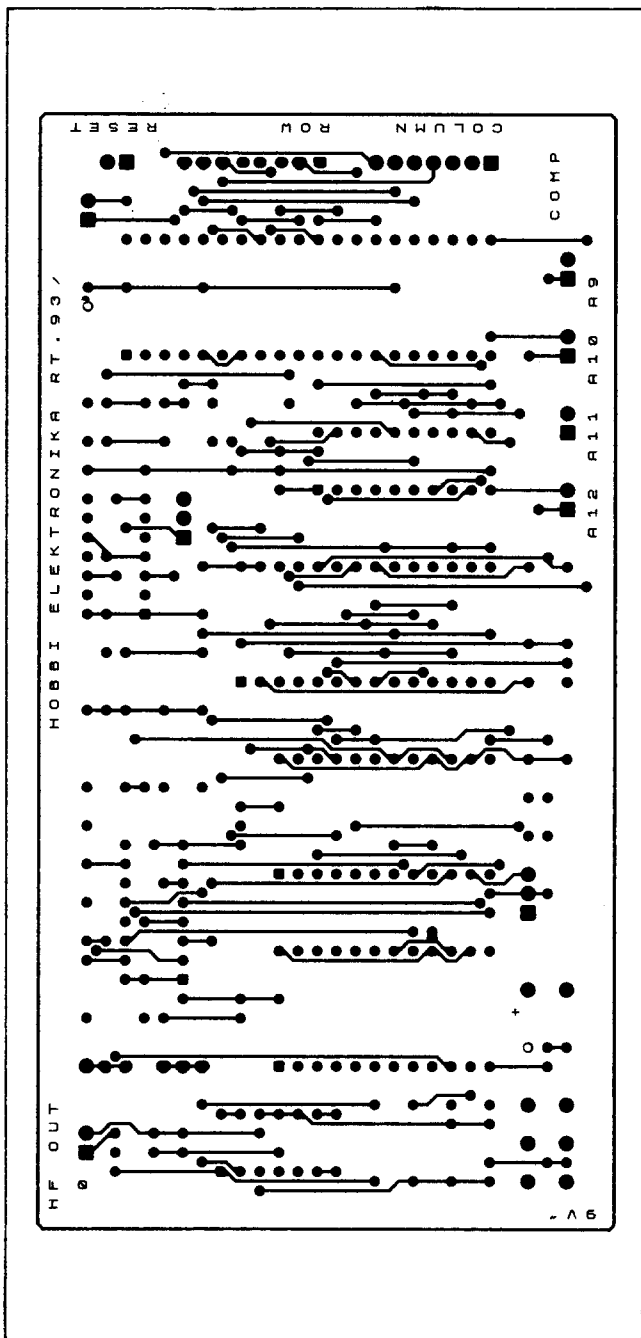
es kvarckristállyal, a 2764-es EPROM, a 74373 típusú cím-latch és a két 8253 típusú programozható osztó alkotja. Az orgonához szükséges program mérete kisebb mint 0,5 kilobájt, így az EPROM megcímzéséhez 9 bit elegendő. Ennek megfelelően a P2 portból 7 bit (P2.1-P2.7) és a P1 portból mind a nyolc bit fennmarad arra, hogy beolvassunk egy 7 × 8-as billentyűmátrixot. Az EPROM felső 4 címbitjét (A9-A12) egyenként, ellenállásokkal +U<sub>T</sub>-re húzzuk és jumperekre vezetjük (JP<sub>3</sub>-JP<sub>6</sub>). Ezzel lehetővé vált a 8 kilobájtos EPROM bármelyik 0,5 kilobájtos szeletének kiválasztása (amit természetesen mindig reset előtt kell megtenni). Itt helyezhetők el azok a programok, amelyek a demót, többszólamú dallamokat stb. tartalmazhatnak, mint ahogy a bevezetőben említettem.

Mostanáig csak az orgonaprogram készült el, amely az utolsó lapra van beégetve, az 1E00h címre. Azért ide égettem ezt a programot, mert az orgonához csak erre van szükség és ennek megcímzéséhez nem kellenek a JP<sub>3</sub>-JP<sub>6</sub> jumperek, így azok üresen hagyhatók.

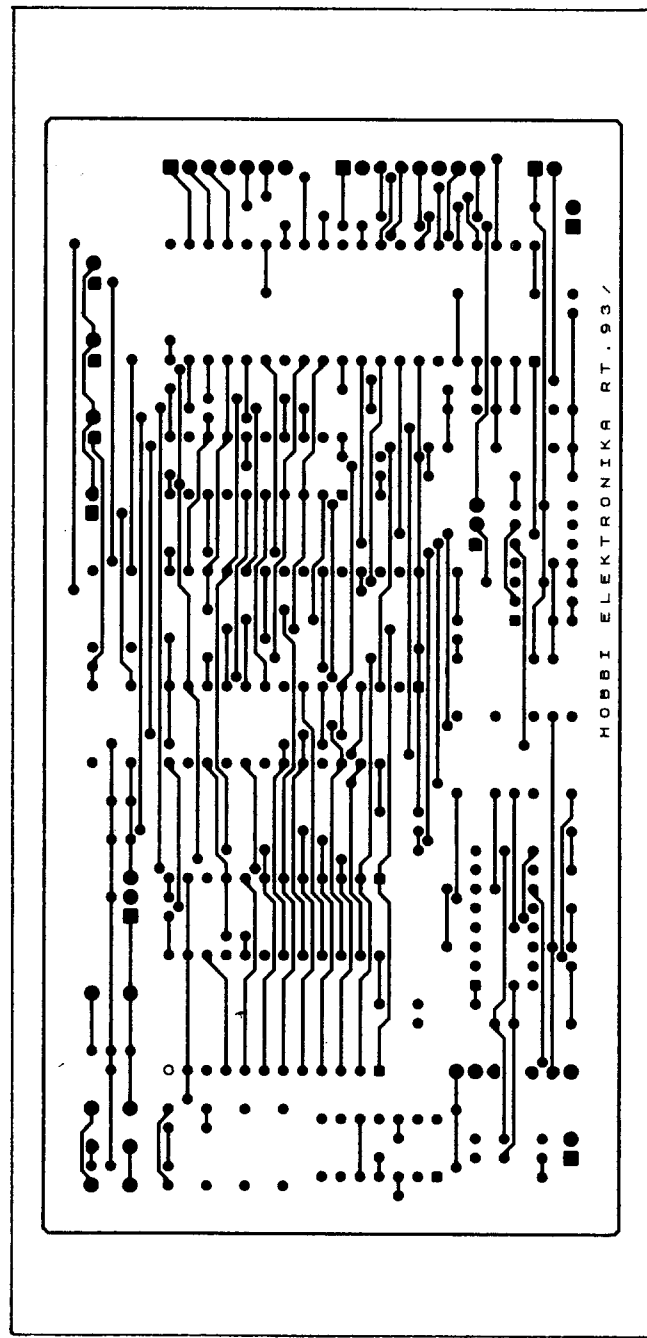
A µP számára a kiválasztott szelet mindig a 0-ás címen, a programmezőben látszik, ugyanis a µP PSEN jele engedélyezi az EPROM-ot. Az adatmezőben két darab 8253-as timer tokot helyeztünk el, melyeket a µP RD, WR jelei vezérelnek. A tokokon belüli 4 címet az A4, A5 szelektálja, míg a tokokat egymástól az A3, A6 választja szét. A dekódolás nem teljes, így 10h-



táptesz. szűrő kondenzátorok



16. ábra



17. ábra

ként ismétlődnek a címek. IC<sub>4</sub> báziscíme 8h, IC<sub>5</sub>-é pedig 40h.

Az IC<sub>4</sub>, és IC<sub>5</sub> tartalmazza a 3-3 darab 16-bites frekvenciaosztót, amelyek a hat, egymástól független hangot állítják elő. Ezek biztosítják a polifóniát. Az osztók bemenetei közös 1 MHz-es órajelet kapnak, amelyet azonban nem szükséges önálló kvarcoszcillátorral előállítani, mert az ENT0 CLK utasítás hatására a mikrokontroller 1-es lábán megjelenik az óragerátor egyharmad frekvenciája. Ezt az IC<sub>8A</sub>, 7474-es D tároló tovább felezi és ren-

delkezésünkre áll az 1 MHz. A JP<sub>10</sub>-zel azonban a  $\mu P$  1-es lábán levő 2 MHz helyett választható egy külső órajelet is, mely a JP<sub>7</sub>-en adható be. (A szerk. megjegyzése: az i8253 regisztereiről, üzemmódjairól részletes ismertetés jelent meg a *Rádiótechnika* 1992/10. számában.)

A billentyűzet 56 gombból áll, amelyeket 0-tól 55-ig indexeltünk; a 0. gomb a legmagasabb és az 55. gomb a legmélyebb hangnak felel meg. Az EPROM-ba a temperált skálának megfelelő osztásviszonyokat programoztuk

be, ennek megfelelően bármely két szomszédos billentyű frekvencia-aránya 2-nek 12. gyöke (1.059463).

Mivel 12 gomb egy oktáv, így 4,5 oktáv a teljes frekvenciaátfogás. (Másképpen: a 0-ás és az 55-ös gomb frekvencia-aránya 24. A 34. gomb adja a 440 Hz-es normál „a” hangot, ha 999680 Hz a közös órajelet frekvenciája. Az 1 MHz-es órajelet - amit Q<sub>1</sub> a már ismert módon szolgáltat - csak 0,3 ezrelékes hibát jelent. Ez 10-szer kisebb, mint a legnagyobb relatív osztási hiba. A 0. gombnak a legnagyobb a relatív

hibája, hiszen itt a legkisebb az osztó (319); ez kb. 3 ezrelék. Ezt az eltérést már csak egy igen finom hallású ember hallja meg. Az előzőek alapján a 0. gombnak a 3133,7 Hz, az 55. gombnak a 130,7 Hz felel meg.

A számlálók kimenetének jelalakja szimmetrikus négyszög. A program folyamatosan figyeli a billentyűzetet és a nyomva tartott billentyűknek megfelelően beállítja a „sípok” frekvenciáját. Ha hatnál több billentyűt nyomunk le, azokat figyelmen kívül hagyja. A sípok kimenetét egy egy CMOS bufferre vezetjük és egy invertáló összegző erősítővel összeadjuk. Síponként 0,1-szereset erősítünk, így egy síp esetén a TTL szintű jelből 0,5 V-os, míg hat síp esetén 3 V-os jel keletkezik az összegző kimenetén. Végül a C<sub>8</sub>-cal leválasztjuk a DC szintet és a JP<sub>2</sub>-re vezetjük.

A 7 × 8-as billentyűzet-mátrix bekötéséhez a 8 sorvezetékét a JP<sub>1</sub> (R0-R7) lábai, a 7 oszlopvezetékét a JP<sub>8</sub> (C0-C6) lábai adják. Mivel itt lényeges, hogy az egyszerre nyomva tartott gombokat is el lehessen olvasni, ezért a kapcsolókat diódákkal szét kell választani. Minden egyes kapcsolóval sorba kötünk egy-egy 1N4148-as diódát úgy, hogy a dióda katódját kapcsoljuk a sorvezetékre, az anódját a kapcsoló egyik érintkezőjére, a kapcsoló másik érintkezőjét pedig az oszlopvezetékre. A mátrix R. sorában és C. oszlopában 7 × R + C lesz a gomb sorszáma,

hogy a fentiekkel összhangban maradjunk.

Az áramkör tápellátását egyszerű 5 V-os stabilizátor biztosítja. Normál TTL tokok esetén az áramfelvétel mintegy 0,3 A, ezért a maradékfeszültség függvényében a 7805-öt hűtőszálalóval kell ellátni.

A programba beépítettünk egy teszt-szegmenst is, amely akkor aktivizálódik, ha a reset alatt és még utána kb. 1 s-ig nyomva tartunk egy tetszőleges gombot. Ebben az üzemmódban sorban adja ki a hangokat 0,8 másodpercenként az elsőtől az utolsóig, majd az 55. hang után kezdi előlről. Ez így megy tovább egészen addig, amíg nem kap egy normál resetet. A reset gombot a JP<sub>9</sub>-re kell kötni.

## 5. 2. A $\mu P$ -s orgona megépítése

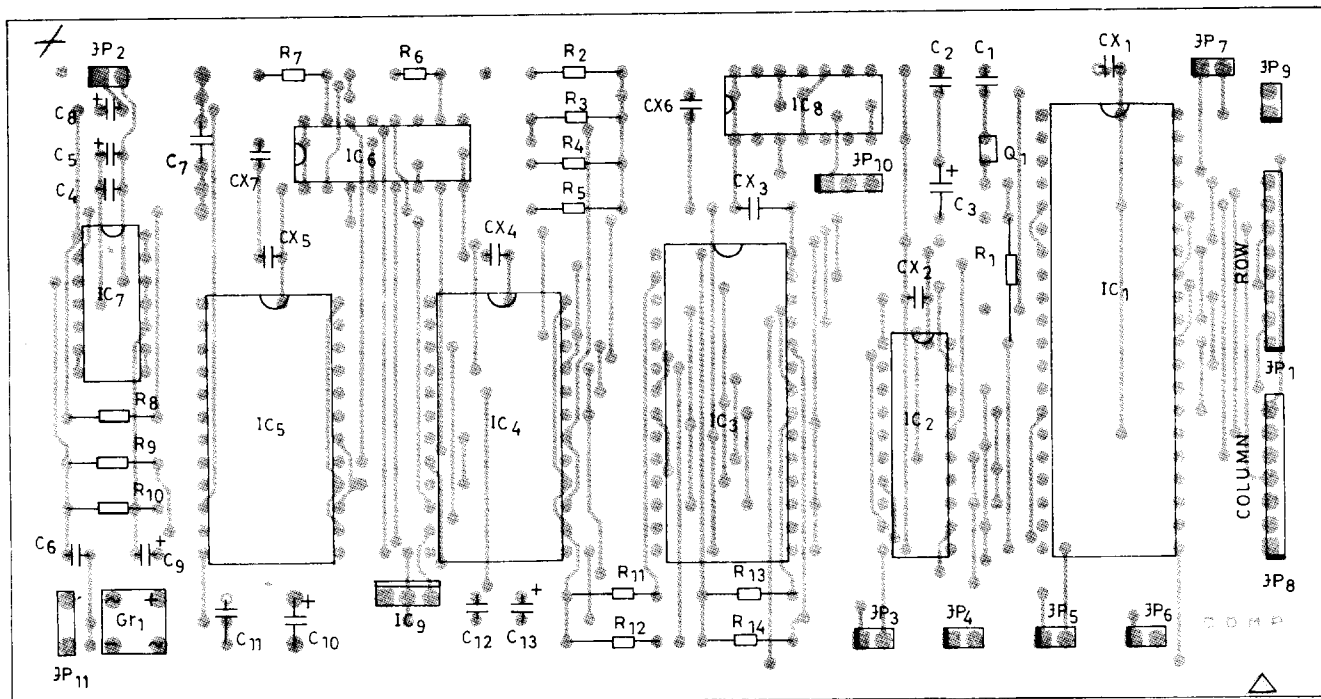
A leírtakból következően a jelen összefoglalónak ez a legbonyolultabb áramköre, ezért a szerelést, élesztést ennek megfelelő hozzáállással végezzük. Az áramkör kétoldalas, célszerűen furatgalvanizált nyákra építhető meg, amelynek alkatrész-oldali rajza a 16. ábrán, a forrasztás-oldali a 17. ábrán látható.

A nyák ugyan kellő türelemmel és ügyességgel házilag is elkészíthető ugyan, de ehelyett mindenképpen ajánlatos azt a szerző szaküzletében megvásárolni.

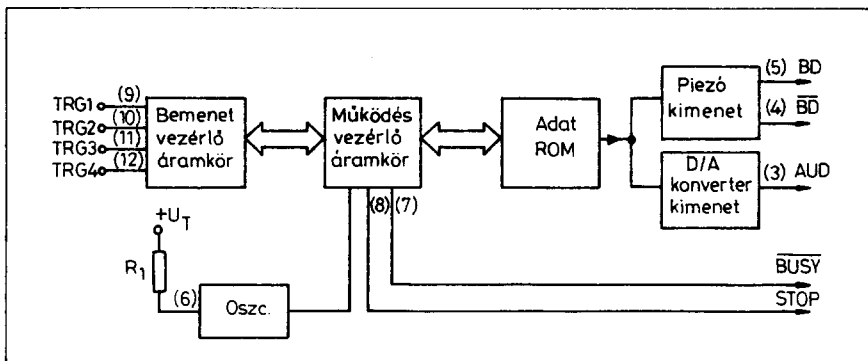
A beültetést a 18. ábra alapján, az ellenállásokkal kezdjük. Mivel mindkét oldalon van fémes rajzolat, az ellenállásokat ne ültessük le a panel szintjére, mint ahogy ezt általában javaslom, hanem hagyjunk egy-két mm távolságot a paneltől. Még egy fontos dologra oda kell figyelni az ültetés során. Az átvezetések és az alkatrészek lábának furatai azonos átmérőjűek, ezért egy-egy alkatrésznel félvezető lehet a pozicionálás. Ha valamelyik alkatrész helyét nem találjuk egyértelműnek az ültetési rajz alapján, a kapcsolási rajzzal egyeztessünk. Az IC-eket foglalatba kell tenni; ezek az egységcsomagban is megtalálhatók.

A kész áramkört erős fényvel átvilágítva még egyszer alaposan ellenőrizzük, hogy nincs-e rajta szemmel látható hiba. Ha mindent rendben találunk, kapcsoljunk tápot a készülékre! Ez lehet stabilizált tápegység is, 5 V-ra beállítva. Ha ilyen nincs, vezessünk váltakozófeszültséget a panelen is jelzett pontokra. (Értéke nem kritikus: 8 V és 15 V között bármi lehet, ami rendelkezésére áll. Ilyenkor csupán a disszipációra kell odafigyelni, mert a nagy dropnál a stabilizátor IC túlmelegszik. Ezen egy kis hűtőbordával segíthetünk.) A készülék áramfelvétele nem haladja meg a 300 mA-t.

A kész áramkör kimenetét kapcsoljuk erősítőre. Rövidre zárva a mátrixpontok valamelyikét, megszólal egy



18. ábra



19. ábra

hang. Futtassuk le a bevezetőben említett tesztprogramot, ekkor az egész hangkészlet megszólal. Az ellenőrzéshez ennyi elegendő.

A kész áramkör elvileg bármilyen orgonába beépíthető, ahol az eredeti billentyűzetből kialakítható a szükséges mátrix-kötés a soros diódákkal együtt.

## 6. Állathangok szintetizálása

Mindig nagy érdeklődéssel fogadták az olvasók az olyan áramköröket, amelyek állathangokat állítottak elő. Jó példa erre a Kutyaugatás szintetizátor (*Hobby Elektronika 1991/2*), a hozzátartozó Eb-vezérlő (*Rádiótechnika 1991/8*, a Villanykanári (*Hobby Elektronika 1992/4*) és tulajdonképpen a Szűnyogriasztó is (*Hobby Elektronika 1991/6*).

A címnek megfelelően most is hasonló szolgáltatású áramkört ismertettek, de ez most valami új lesz, szenzációs a maga nemében. Az UMC egyik legfrissebb újdonságát felhasználva, most nem diszkrét elemekből állítjuk elő az állathangokat, hanem egy PCM technikát alkalmazó funkcionális IC

segítségével. Ez lehetővé teszi az állathangok szinte élethű reprodukcióját, az egyszerű utánépítést, valamint azt, hogy egy IC-vel többféle állat hangját szintetizáljuk.

Az új szintetizátor igen egyszerű felépítésű. A kapcsolás lelke az UM5003 típusú hangszintetizátor-IC, amely három másodperc időtartamú hangeffektusokat képes előállítani. A szintetizálendő hangokat egy, a csipen integrált ROM-ban tárolja.

Az IC belső felépítésének a tömbvázlata az 19. ábrán látható. A tár négy részre van osztva. Az egyes részek a TRG (trigger-) bemeneteken keresztül aktivizálhatók. Valamelyik triggerbemenetre kötött nyomógombot működtetve, a felfutó élre megindul a hozzátartozó hangeffektus lejátszása. Ennek idődiagramját a 20. ábra mutatja.

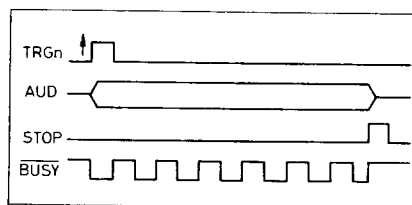
A működő áramkör felépítése rendkívül egyszerű. A kapcsolási rajz a 21. ábrán látható. Az IC működtetéséhez mindössze a nyomógombok és egy ellenállás szükséges. Az IC kétféle hangfrekvenciás kimenettel rendelkezik. Az NBD ( $\overline{BD}$ ) negált kimenetekre közvetlenül piezo-sugárzó köthető, az AUD kimenet pedig erősítőre vezethe-

tő. Nagyobb hangerő elérése érdekében nyilván ez utóbbi használható. A továbbiakban ezzel foglalkozunk, hiszen ezek a hangok csak tisztességesen felerősítve érdekesek, mert gondoljuk meg, hogy egy suttogó oroszlánra ki figyelne oda!

Az erősítőnek célszerű valamilyen jó minőségű, könnyen kezelhető, egyszerű felépítésű végfok IC-t használni. Ilyen a TDA 2030 vagy TDA 2003.

A kapcsolási rajz ez utóbbival készült kapcsolást mutatja be. Az erősítő meghajtása az UM5003 AUD kimenetéről történik. Erre a lábra a token belül egy digitál/analog átalakító csatlakozik, amelynek kimenete áramgenerátor jellegű, 2 mA középtérrel, ha a bemeneti jel 0,7 V.

Az  $R_1$  ellenállás értékének módosításával változtatható az IC órajelének frekvenciája és ezáltal a hangok lejátszási sebessége. A szabályozási tartomány 3 ... 10 kHz. Ennek változtatásával lehet az eredetit legjobban megközelítő hangot beállítani.



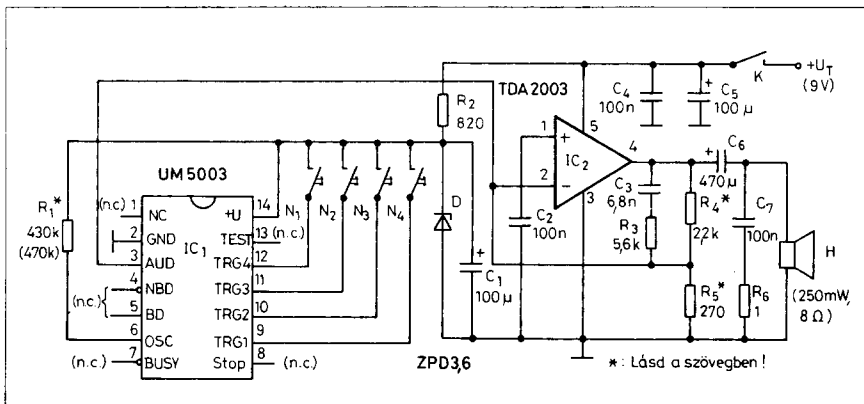
20. ábra

A gyártó az UM 5003 tok több változatát állítja elő, amelyek egymástól csak a memóriában tárolt hangokban különböznek. Mindegyik változathoz előírják  $R_1$  értékét.

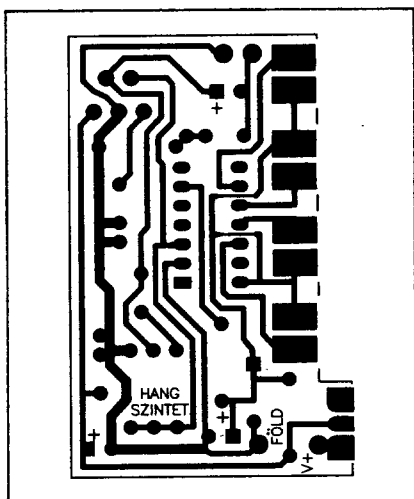
Az IC STOP kimenete több UM5003 láncba kapcsolására szolgál. Ilyenkor az IC STOP lába egy másik IC valamelyik TRG lábára kapcsolódik, a kimeneteket pedig párhuzamosan kötjük. Ekkor az első IC hangjátékanak lejátszása után automatikusan indul a következő IC játéka.

A TDA2003 minimális tápfeszültségigénye 8 V, ezért a rendszer tápfeszültségétől 9 V-ot választottam, mert így telepről is táplálható. Mivel az UM 5003 maximális tápfeszültsége 5,5 V lehet, számára a tápfeszültséget a D, 3,6 V-os Z-diódával korlátozzuk.

IC<sub>1</sub> az AUD kimenetén keresztül hajtja meg az IC<sub>2</sub> végfokot. A vezérlő áram a TDA 2003 invertáló bemenetbe folyik, melynek virtuális potenciálja 0,7 V. A C<sub>2</sub> kondenzátor hangfrekvenciás szempontból hidegíti a tok nemin-



21. ábra

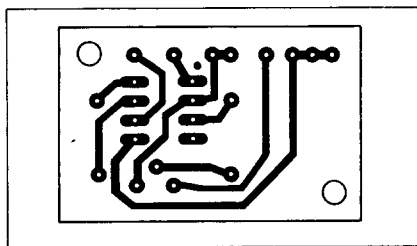


22. ábra

vertáló bemenetét. Az  $R_4$  és  $R_5$  ellenállások a kimenet egyenáramú feszültség szintjét állítják be. Ha az  $IC_1$  nincs bekötve, akkor az  $IC_2$  kimenetén 4 V körüli feszültséget kell mérnünk. Az  $R_4$  és  $R_5$  aránya állítja be az áramkör erősítését. A  $C_6$  csatoló kondenzátor leválasztja a hangszórót a kimenet DC szintjéről. Az  $R_3$  és  $C_3$  az átviteli frekvenciasávot korlátozza,  $R_6$  és  $C_7$  a végfok gerjedését akadályozza meg. Az  $R_4$  ellenállással beállított erősítés a rajz szerint olyan, hogy a végfok 9 V-on a 8  $\Omega$ /0,25 W-os Hobbi hangdobozt maximálisan kivezéreli. Ha növelni akarjuk a kimeneti teljesítményt, emelni kell a tápfeszültséget és cseréljük az  $R_4$ ,  $R_5$  ellenállásokat 2,7 k $\Omega$ -ra, illetve 330  $\Omega$ -ra. Ha ez sem lenne elég, cseréljük az  $R_4$ -et 3,3 k $\Omega$ -ra. Utóbbi két esetben előfordulhat, hogy az UM5003 paramétereinek szórása következtében kissé torz lesz a hang, ezért mindenki az ízlése szerint válassza ki a legjobban megfelelő megoldást.

### 6.1. Az állathang-szintizátor szerelelése, élesztése

A cikk elején, a bevezetőben említettem, hogy ez az IC egészen friss

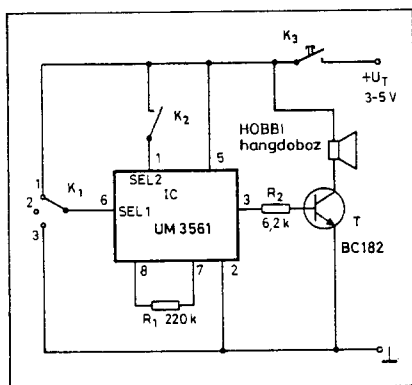


25. ábra

termék, ezért a beszerzése elsősorban a disztributornál, a szerző üzletében lehetséges. Azért hívom fel erre a figyelmet, hogy ne pazaroljuk az időt azzal, hogy máshol keressük.

Nálam a mintadarab meghallgatása után vásárolható IC, egységcsomag, amiben a panel is benne van. Ezt erős fénnel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs-e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás. Ezt mindig érdemes megnézni, mert elkerülhetjük a kellemetlen meglepetések nagy részét.

A 22. ábra alapján elkészített panelt a kontúrja mentén igazítsuk méretre, hogy a „csapott hátú” Hobbi hangdobozba kényelmesen beférjen. Ezután tetszőleges sorrendben forrasszuk be az alkatrészeket (23. ábra).  $IC_1$  részére használjunk foglalatot. Ez azért is ajánlott, mert lehetővé teszi, hogy az

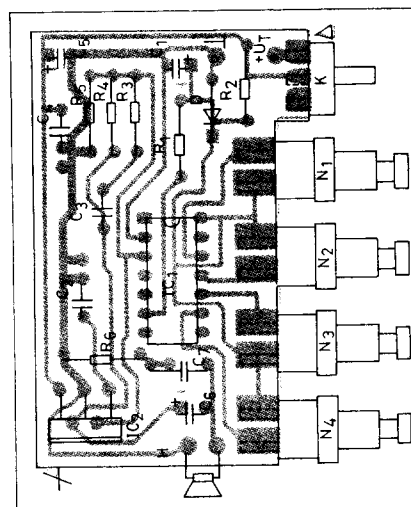


24. ábra

UM5003-nak akár az összes változatát kipróbáljuk.

A panelre a beültetési rajzon jól látható módon forrasszható fel a négy működtető nyomógomb és a tápfeszültség kapcsolója. A megvastagított források erre szolgálnak. Ezzel elkerülhető a sok kábelezés és megoldódik a szerelt panel dobozhoz való rögzítése is, mivel a nyomógombok mentes nyakrésze stabil rögzítést biztosít a már említett hangdobozban. Végül is az egész szerelvénnyel egy tenyérben jól elférő, megfelelő hangerővel rendelkező kompakt egységet alkot.

Az alkatrészek beferrasztása után, az  $IC_1$  foglalatba helyezése előtt kapcsoljunk tápot az áramkörre. Az  $IC_2$  4-es lábán ekkor 4 V körüli feszültséget kell mérnünk. A táp kikapcsolása után helyezzük az UM5003-at a foglalatba, kapcsoljuk vissza a tápot, és nyomjuk le az egyik nyomógombot. Ekkor vala-



23. ábra

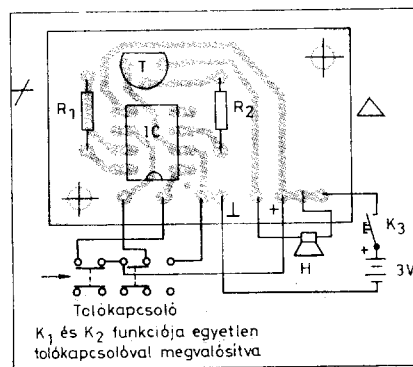
melyik állathang megszólal. Ha nem vagyunk megelégedve a hang lejátszásának sebességével, az  $R_1$  ellenállás cseréjével módosíthatjuk azt.

## 7. Multisziréna

Az UM3561 típusú, bonyolult belső struktúrájú CMOS LSI integrált áramkörrel kevés külső alkatrész felhasználásával kitűnő szirénahangokat imitáló áramkör építhető. A 24. ábrán bemutatott kapcsolás jól felhasználható különféle autó- és lakásriasztóhoz, valamint betörésszjelzőhöz is.

Mint az ábrán is látható, hogy az IC a  $K_1$  állásától függően háromféle szirénahangot állít elő, ha a  $K_2$  nyitva van. Ha ezt zárjuk, a  $K_1$  állásától függetlenül a gépágyú hangját szintetizálja. Az IC 3 V-os tápfeszültségről üzemel. A  $K_3$  megnyomásakor a csipben levő power-on reset áramkör automatikusan alap helyzetbe állítja a belső regisztereket, számlálókat és a kiválasztott effektus jelei megjelennek a kimeneten.

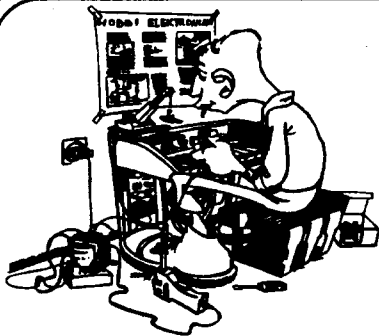
(Folytatás a 154. oldalon)



26. ábra



**Super  
ajánlat!**



# HOBBI ELEKTRONIKA

**Urbán István mérnök áramköreinek szaküzlete**

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)

Nyitva: H-P 10-17-ig Tel./fax: 322-8892 (Zárás után üzenetrögzítő)

Több, mint tíz éve írok a Rádiótechnikában, vezetem a „Zenei hobbi elektronika” fejlécű rovatot. A közölt témák nagyrészehez szaküzletemben - működő minta alapján - vásárolhat panelokat, részegységeket, egységcsomagokat.

## SZAMITASTECHNIKA:

C64 BŐVÍTŐK	egys.	élesztve
PLOFI Datasette cartridge	-	1.500 Ft
PLOFI Help + cartridge	-	1.700 Ft
PLOFI FASTLOAD cartridge	-	1.500 Ft
PLOFI FASTLOAD + SPEEDTAPE	-	1.700 Ft
PLOFI SIMON'S cartridge	-	1.700 Ft
ACTION REPLAY MK7 cartridge	-	3.450 Ft
FINAL III. cartridge	-	3.450 Ft
PAGEFOX DTP cartridge	-	3.900 Ft
MINI EPROMBANK cartridge	2.900 Ft	2.900 Ft
EPROMBANK 256 Kb-át	2.900 Ft	4.000 Ft
EPROMÉGETŐ (2716-27512-ig)	3.400 Ft	4.500 Ft
IC TESZTER (kb. 180 TTL IC)	2.700 Ft	3.900 Ft
FÉNYCERUZA + szoftver	-	1.450 Ft
HANGDIGITALIZÁLÓ + szoftver	-	1.700 Ft
DATASSETTE fejbőlítő	390 Ft	-
FREKVENCIAMÉRŐ 30MHz	1.800 Ft	2.500 Ft
USER CENTRONICS kábel	750 Ft	-

IBM BŐVÍTŐK	egys.	élesztve
IBM IC TESZTER + szoftver	5.900 Ft	9.800 Ft
IBM EPROMÉGETŐ + szoftver	7.200 Ft	11.000 Ft
IBM EPROMÉGETŐ tápegység	-	1.700 Ft
IBM CODEC HANGKÁRTYA	3.800 Ft	4.800 Ft
IBM I/O KÁRTYA 48 vonal	3.500 Ft	-
IBM GAL PROGRAMOZÓ	6.500 Ft	8.500 Ft
TTL, CMOS, TRANZISZTOR, DIÓDA, MEMÓRIA katalógus floppilemezen, egységesen:	600 Ft/db	-

## ZENE-HANGTECHNIKA:

	egys.	dobozolt
Sztereó előerősítő	1.500 Ft	-
FUZZ BOX dinamikus torzító	1.400 Ft	2.600 Ft
KORG DST-1 torzító	1.600 Ft	2.800 Ft
KORG DST-3 hard torzító	1.800 Ft	3.000 Ft
KORG OVERDRIVE torzító	1.400 Ft	2.800 Ft
CHORUS gitáreffekt	2.900 Ft	-
SHIFTER gitáreffekt	1.900 Ft	-
VAU VAU gitáreffekt	950 Ft	-
SZTEREÓ TREMÓLÓ	980 Ft	-
RINGMODULÁTOR	1.200 Ft	-
DIGITÁLIS VISSZHANGOSÍTÓ	7.500 Ft	-
EQUALISER, 10 sáv, sztereó	4.700 Ft	-
KEVERŐ, 4 csatorna, sztereó előzetes	-	-
14 W mono erősítő	600 Ft	-
2 x 14 W sztereó erősítő	1.200 Ft	-
2 x 40 W sztereó erősítő	1.900 Ft	-
100 W mono erősítő	1.900 Ft	-
QUAD 405 erősítő 100 W	2.700 Ft	-
300W VMOS erősítő	7.600 Ft	9.600 Ft
VÉDELEM vágókörökhoz	1.800 Ft	-
RITMUSGÉP 32 ritmus	3.800 Ft	-
DOBSZINTETIZÁTOR	3.500 Ft	-
DOB PAD, dinamikus, ütős	1.950 Ft	-
SÚVOLTÓ szélvihar eff.	780 Ft	-
ORGONA, µP-s, 5 oktávra	2.900 Ft	-

FUTÓFÉNY 4 bites 220 V-os	2.900 Ft
FÉNYORGONA 220 V-os	2.900 Ft
8 x 8 FÉNYMÁTRIX TTL vez.	2.200 Ft
8 x 8 10 mm LED mátrix	2.600 Ft
SZIPORKÁZÓ színgyűrű	1.700 Ft
KIVEZÉRLÉS-JELZŐ 12 LED-es	700 Ft
KARÁCSONYI fényjáték	900 Ft
KNIGHT RIDER fuotény	1.400 Ft
KNIGHT 2000 fuotény	950 Ft
DISZKÓ VILLOGÓ	3.400 Ft
LEPES VILLOGÓ	350 Ft
SZÍNÁLTÓ VILLOGÓ KÉTSZÍNŰ LEDDEL	390 Ft
ALKONYAT KAPCSOLO	900 Ft
STROBOSZKÓPOS GYŰJTŐÁSVIZSGÁLÓ	1.400 Ft

## HOBBI ELEKTRONIKA:

DALLAMGENERÁTOR Z80-nal	1.500 Ft
DALLAMGENERÁTOR UM3481-82	800 Ft
DALLAMGENERÁTOR UM66Txx	480 Ft
PROGRAMOZHATÓ dallamgen.	750 Ft
BILLENTYŰZET a progr. dall. gen.-hoz	600 Ft
TRANZISZTOROS GÉPKOCSI GYŰJTÉS	1.200 Ft
MULTISZIRÉNA	480 Ft
SZŰNYOGRIASZTÓ	700 Ft
HANGUTÁNZÓ: kocsi, állat stb.	980 Ft
KNIGHT RIDER beszéjő része	3.500 Ft
HÓFOKSZABÁLYOZÓ	1.900 Ft

## VIDEO-AUDIO JELGENERÁTOROK:

RGB + FF képmintagenerátor	1.800 Ft
PAL kódor	1.800 Ft
HANGGENERÁTOR	4.200 Ft

## FENYTECHNIKA:

FUTÓFÉNY 8 bites, TTL	1.600 Ft
TRIAKOS kártya	3.100 Ft

**ÁFA-s árak. Az árváltoztatás jogát fenntartjuk.**

Csomagküldő szolgálat. Rendeles: levélben, telefonon vagy faxon. Cím: 1656 Bp., Pf. 50.

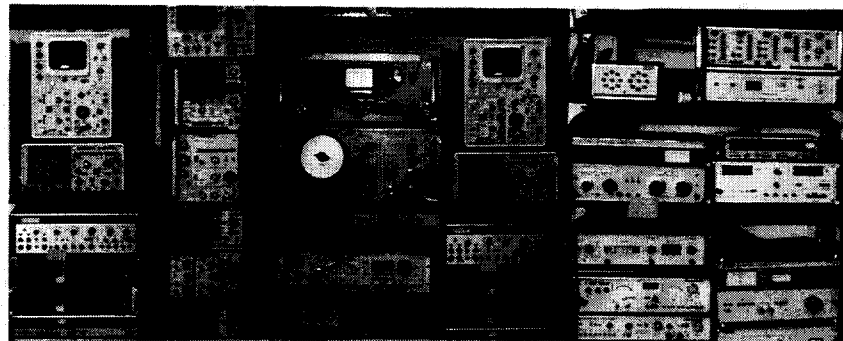


**HEWLETT  
PACKARD**

**SIEMENS ROHDE & SCHWARZ**

**PRECITRONIK**

*Rendkívüli oláslaték, elérhető áron!*



**ÁLLANDÓAN VÁLTOZÓ KÉSZLET!**

Oscilloszkópok, AM/FM szignálgenerátorok, voblerok, professzionális mérővevők, hanggenerátorok, hangfrekvenciás átviteltechnikai berendezések, frekvenciamérők, mérőhidak, telefontechnikai áramkörök stb.

*Jöjjön el, nézze meg, próbálja ki!*

# Elektronika a gépipari hosszmeréstechnikában 5.

Dr. Harmath József főiskolai docens, Pálinkás Tibor üzemmérnök

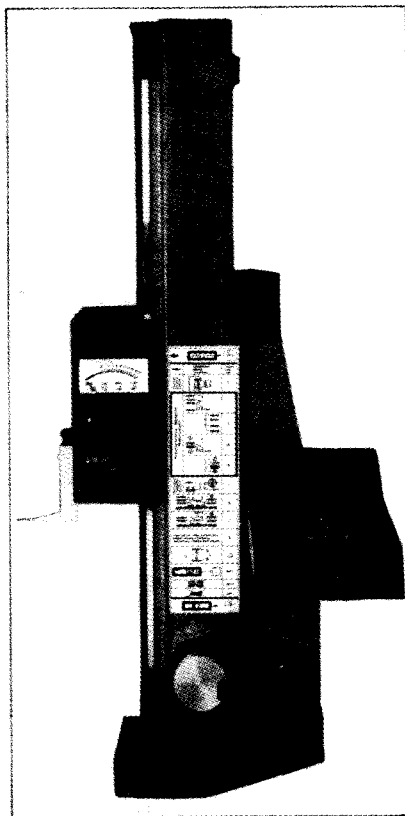
(Előzmények: Rádiótechnika 1992-es évkönyve, Rádiótechnika 1991/12. száma, Rádiótechnika 1993-as, ill. 1994-es évkönyvei.)

Ezidáig négy alkalommal jelentkeztünk cikksorozatunkal, de időközben a Rádiótechnikában is megjelent néhány, e témával kapcsolatos rövid közlemény (a MAHR elektronikus digitális szögmérője: RT 1992/8; a Balluff érintkezés nélküli működő azonosítórendszere: RT 1992/11; a Sokki mágneses inkrementális útdaó, szögdaó és kapcsolódó elektronikái: RT 1993/7, 10). Egy, a BDMF-en tervezett és megvalósított, PC-hez illesztett inkrementális mérőrendszer részletes ismertetését találhatjuk meg a Rádiótechnika 1993/10. számában.

Sorozatunk a vártnál nagyobb érdeklődést váltott ki már csak azért is, mert e téma (is) elkerülte a könyvkiadók érdeklődését, azaz magyar nyelvű szakkönyv kifejezetten a gépipari mérés technika elektronikájáról eddig nem jelent meg. Bár népszerű ismeretterjesztő színvonalú sorozatunk nem éri el egy erről a témáról írni szándékozott szakkönyv színvonalát, úgy látszik, mégis hiánypótló.

Az érdeklődők között kell megemlítenünk a nagy mérés technikai cégek magyarországi képviselőit, kereskedelmi irodáit, amelyek szakemberei szívesen álltak rendelkezésünkre és rengeteg információs anyag átadásával segítették munkánkat. (Elsősorban a Heidenhain, a Mitutoyo, az Opton és a Sokki érdekképviselőit illeti köszönet.)

Mondanunk sem kell, hogy a sorozat első részének megjelenése óta eltelt időszakban nem állt meg a fejlődés a gépipari mérés technika te-



97. ábra. A Tesa MICRO-HITE magasságmérője, amelynek beépített számítógépén minden igényt kielégítő 2D-s program fut

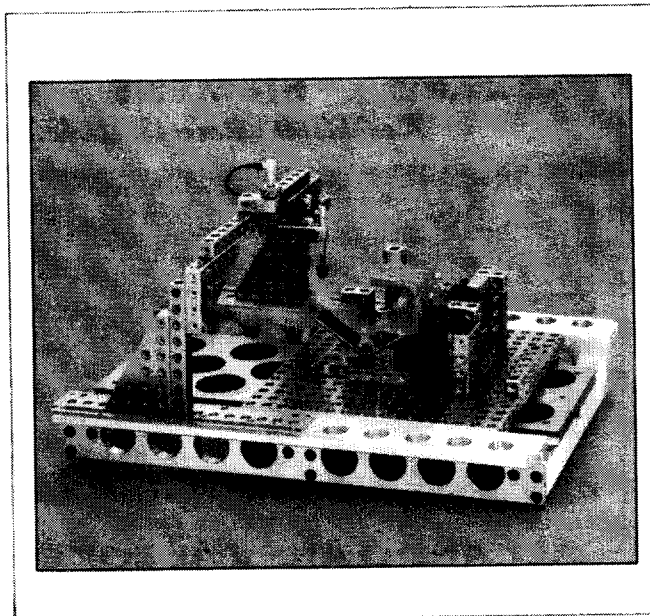
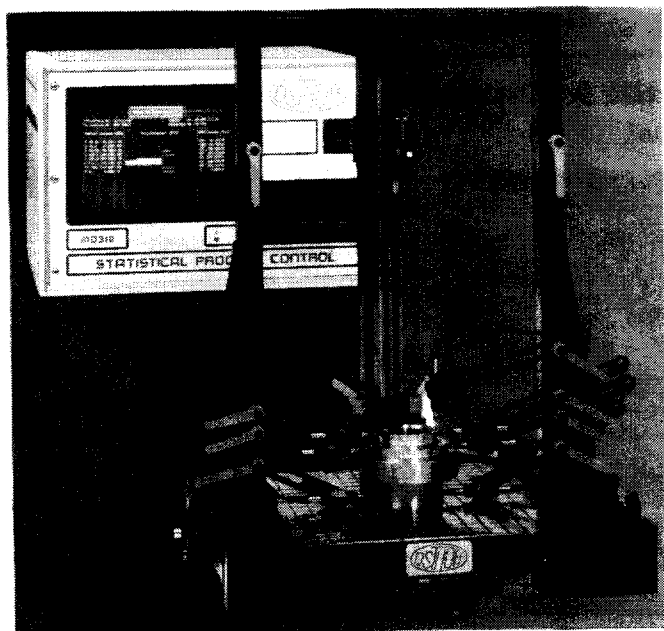
ületén sem; jónéhány érdekes újdonság is született. A korábban bemutatott, akkor a legmodernebbnek számító eszközök egy része a technológiailag nálunk fejlettebb országokban is csak mára nyertek igazán (mindennapos) alkalmazást. A cikksorozat ezen utolsó részében elsősorban a korábban terjedelmi okokból kimaradt, vagy az időközben birtokunkba jutott információs anyagokból helyezünk el egy-két „csemeget”, de természetesen beszámolunk néhány igazi újdonságról is. A tárgyalás sorrendje nagy vonalakban megegyezik az eddigi tematikával. Sajnos a számunkra kiszabott terjedelem ezúttal is igen szűk (persze, ezt minden szerző mindig így érzi...), így az alábbiakban csupán egy rövid, képekkel illusztrált összefoglalóra van módunk. A fejezetek számozása megegyezik az adott témához kapcsolódó eredeti számozással; a kiegészítést „-k” jelzi.

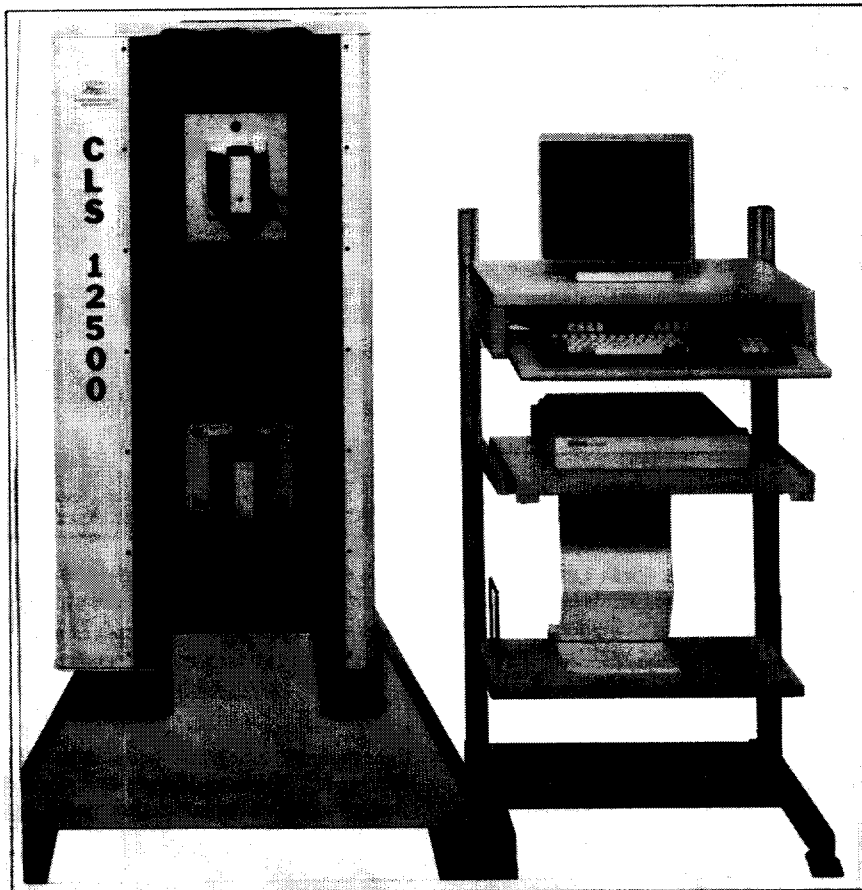
## 1-k. Digitális kéziműszerek, mérőórák

Nagy változásról, igazi műszaki újdonságról erről a területről nem értesültünk.

99. ábra. Precíziós alumíniumelemekből álló „féméptető készlet”, mint többmérés helyes mérőkészülék (Heckler & Koch). A képen az építőelemek összeszerelésének szinte végtelen variációs lehetőségei közül látható egy, amely történetesen egy alakos öntvény ellenőrzésére szolgál. Az elemek nagy merevsége lehetővé teszi, hogy az induktív finomtapintók helyére nagyobb súlyú digitális, vagy akár hagyományos mérőórákat tegyünk

98. ábra. Zárt keretszerkezeten alapuló többmérés helyes mérőkészülék (Osthoff). Figyeljük meg, milyen egyszerű a finomtapintók szerelésének, beállításának, rögzítésének módja! Ez a mérőkészülék szinte pillanatok alatt átszerelhető más mérési feladatra





100. ábra A laser-scan mikrométerekkel felszerelt többmértőhelyes lépcsős-tengely-ellenőrző készülék igencsak puritán mechanikai felépítésével tűnik ki (Dr. Heinrich Schneider GmbH & Co.)

tás mérőgépek tekinthetők. Szolgáltatásaik az üzemi gyakorlatban nagyon sok célra elegendők. Egy jellegzetes képviselőjük látható a 97. ábrán. (A műszer alapjában egykoordinátás. A beépített szoftver képes arra, hogy eltárolja az egyik koordináta irányában mért adatokat. A munkadarabot a mérősíkon „elfektetve”, azaz 90°-kal elfordítva végezhetjük el a másik koordináta irányában a méréseket. A kétkoordinátás mérésre jellemző eredményeket a program a két adathalmaz feldolgozása útján generálja.)

### 2.3-k. Többmértőhelyes mérőkészülékek

A mérőkészülékek mechanikai felépítése nagymértékben leegyszerűsödött, általában a tartószerkezet statikus merevségének egyidejű növelése mellett. Megfigyelhető a modern szerszámgépek konstrukciójára is egyre inkább jellemző építési elv, a zárt keretszerkezet. Egy ilyen mérőgépre mutat példát a 98. ábra. A 99. ábrán látható, furatos elemekből felépíthető konstrukció gyermekkorunk fémépítő készletét idézi.

Különösen lépcsős tengely jellegű alkatrészek mérésére újabban több cég ajánlja a lézer-scan mikrométerekkel felszerelt többmértőhelyes mérőkészülékeit (lásd: 10. ábra). Léteznek olyan megoldások, amelyekbe annyi lézermikrométert építenek be, ahány átmérőt kívánunk mérni, de van olyan készülék is, amelyben egyetlen lézermikrométer halad végig az ellenőrizendő szakaszon. Már említanünk sem kell, hogy ezek a berendezések számítógéphez kapcsolódnak (100. ábra).

A mérőkészülékek másik fejlesztési irányát mutatja olyan mérőfejek beépítése, amelyeket korábban kizárólag egyedi mérésekre használtak. Kiváló példája ennek a 101. ábrán bemutatott, forgattyústengely hengeres felületeinek makrogeometriáját mérő és kiértékelő mérőautomata. Az ábrán látható mérőberendezésre csak egyetlen mérőfejet szereltek, hiszen a képnek eredetileg a körkörösségmérő rendszer bemutatása volt a célja. Az illusztrációként befozott forgattyústengely ellenőrzéséhez több ilyen vagy más típusú, a korábbiakban megismert mérőfej is egyidejűleg felszerelhető a készülékre.

### 3-k. Útmérők

Alapvetően új mérési elvekről nincs tudomásunk. A már megismert elveken alapuló útmérő rendszerek fejlődésében három irányzat figyelhető meg:

Megfigyelhető az a tendencia, hogy az univerzális, a hagyományos mérőeszközök mintájára készített alpműszerek helyett a speciális mérési feladatra alkalmas mérőeszközök kerültek előtérbe. Ma szinte nem gyártanak olyan elektronikus kéziműszert, amelyet ne láttak volna el valamilyen, a mérési adat átvitelére szolgáló illesztőfelülettel. Ezek többnyire nem szabványosak,

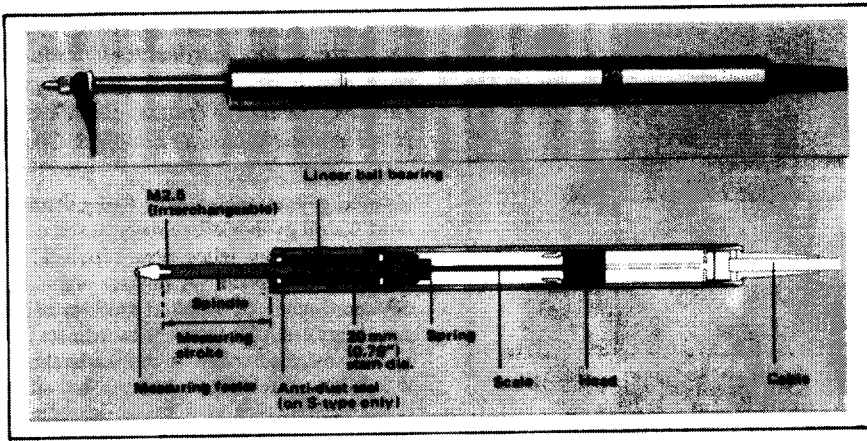
de a gyártók kínálatában szerepelnek olyan közbülső interfészek, amelyekhez egy, v. több műszer illeszthető, a kimenetük pedig megfelel pl. az RS-232, vagy IEE-488 szabványoknak.

Nagyobb előretörés figyelhető meg a magasságmérők terén. Egyes nagy mérettartományú (esetenként 1000 mm-es), légpárnán síkló magasságmérők kétkoordiná-



101. ábra. A körkörösségmérő fejek párhuzamvezető paralelogrammakar viszi mérési helyzetbe. A mérőfej induktív mérőrendszerének felbontása 0,2 µm. 28 ... 115 mm-es átmérők ellenőrzésére alkalmas, 6 átmérőtartományban (Perthen). A Formmeter F2P típusú mikroprocesszoros egység diagramokat, adatokat szolgáltat

- Rundheitsmeßeinrichtung für:
- exzentrisch umlaufende Werkstücke
  - Kurbbehalten
  - unregelmäßige Werkstücke
  - Inn- und Außenmessung
  - tiefen Ausrichtmaß
  - schnelle Maßergänzung
  - einfache Bedienung
  - Profilbewertung durch Perthen-Formmeter
  - 6 Durchmesserbereiche von 28 mm - 115 mm
  - Zwei Hubbereiche 100 mm / 160 mm
  - Auflösung < 0,2 µm
  - Reproduzierbarkeit besser 1%



102. ábra. 8 mm külső átmérőjű, mágneses inkrementális mérőtapintó, golyós vezetési tapintócsappal (Sony)

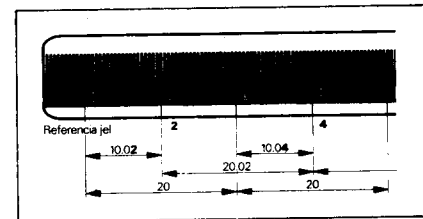
- miniaturizálás,
- a technológiák fejlődése folytán az abszolút kódolású rendszerek újbóli előretérése,
- reflexiós (visszavert fényű) mérőrendszerek.

A miniaturizálás jó példája a 102. ábrán bemutatott SONY mágneses inkrementális finomtapintó, amely külsejében nem különbözik a hagyományos „ceruza” jellegű induktív finomtapintóktól. A gyártmánycsalád tagjainak méréstartománya 10-100 mm, felbontásuk 1  $\mu$ m.

Az abszolút út- és szögadók megbízhatósága elvben sokkal nagyobb, mint az inkrementálisoké. Eddig azért szorultak háttérbe, mert technológiai okokból kisebb volt a felbontásuk. A CD-hez kifejlesztett technológiák azonban lehetővé tették 1  $\mu$ m-es felbontású abszolút utadók kifejlesztését. (Egyelőre csak kísérletekről tudunk, semmi lényeges adatot nem közöltek még erről a gyártók.)

Valószínű, hogy a kódokat a mérőléc haladási irányára merőlegesen, nagy sebességgel pásztázó lézersugár tapogatja le, végül soron a CD letapogatási módszeréhez hasonlóan. Sajnos ábrát, fotót sem tudunk ehhez mellékelni.)

Az egyéb mikroosztásos laboratóriumi anyagok (pl. szűrők, optikai rácok) gyártásában már igen nagy múltra visszatekintő Heidenhain cég az optikai mérőlécek gyártásában is élenjáró. A 103. ábra a cég legújabb, reflexiós mérőrendszerének működési



104. ábra. A referenciajelek elhelyezkedése az inkrementális mérőlécen (Heidenhain)

elvét ábrázolja. Az a ábrán LIDA és LB jelű, acél mérőszalagos rendszer, míg a b ábrán a fényelhajlást és a fényinterferenciát kihasználó LIP rendszer vázlata látható. A részletezéstől ezúttal eltekintünk, de a referencia jelekről érdemes egy pár szót szólni.

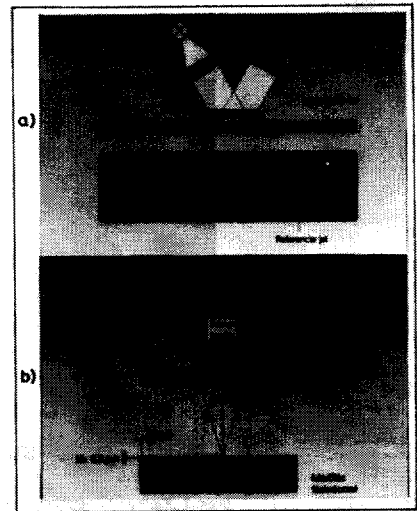
Inkrementális mérőeszközök esetében is lehet viszonyítási alapunk, ha a szabályos periodicitású fő osztássalá mellett egy vagy több speciális jelzést is elhelyezünk (104. ábra). Ezek álvéletlen-jellegű – azaz nem egyenletes osztásból álló – de egymással azonos felépítésű vonalmintázatok, amelyeket velük azonos osztású maszkokon keresztül tapintunk le. Amint a lécek egy referenciajele elhalad a maszk előtt, a fotoérzékelő kimenetén egyetlen, határozott impulzust kapunk. A referenciajelek egymástól való távolsága gyártónként és típusonként különböző lehet. (Az LS... sorozatnál pl. 10, vagy 20 mm.) Megemlíthjük, hogy a reflexiós mérőlécek gyakran burkolat nélkül szerelhetők fel.

### 5-k. Koordinátamérőgépek

Rengeteg új típust gyártanak, a lézeres útmérés is egyre jobban terjed. Az alábbiakban mégsem ezzel foglalkozunk – hiszen elvi újdonságot nem ismertünk meg –, hanem egy igen szellemes mérőeszközzel, amellyel mind a koordinátamérőgépek, mind a CNC szerszámgépek geometriai pontosságát egyszerűen, gyorsan, korrekt módon ellenőrizhetők.

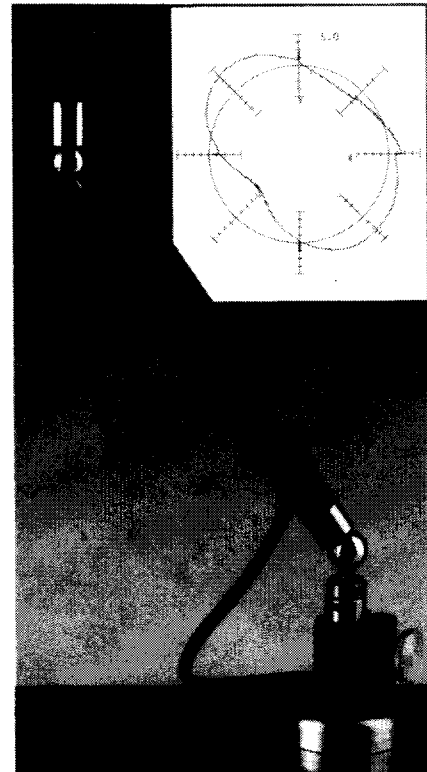
A mérőgépek ellenőrzésének egyik jó módszere lenne egy etalongömb letapogatása és a kapott mérési eredmények összehasonlítása az elméleti értékekkel. A bökkenő az, hogy egy etalongömb legfeljebb 50 mm átmérőjű (üvegből készül, az optikai lencsék gyártástechnológiájával). Az átmérője tehát túlságosan kicsiny egy koordinátamérőgép méréstartományához viszonyítva, ára pedig meglehetősen magas.

A 105. ábrán látható az a szellemesen egyszerű mérőeszköz, amellyel a probléma megoldható. Az eszköz alapja egy induktív

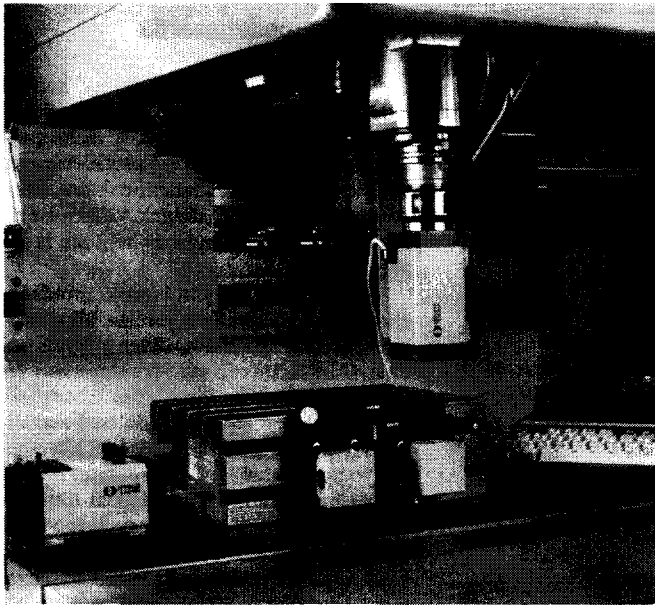


103. ábra. Reflexiós inkrementális elmozdulásmérők. a.: hagyományos kivitel; b.: a fényinterferenciát is hasznosító, nagy felbontású rendszer (Heidenhain)

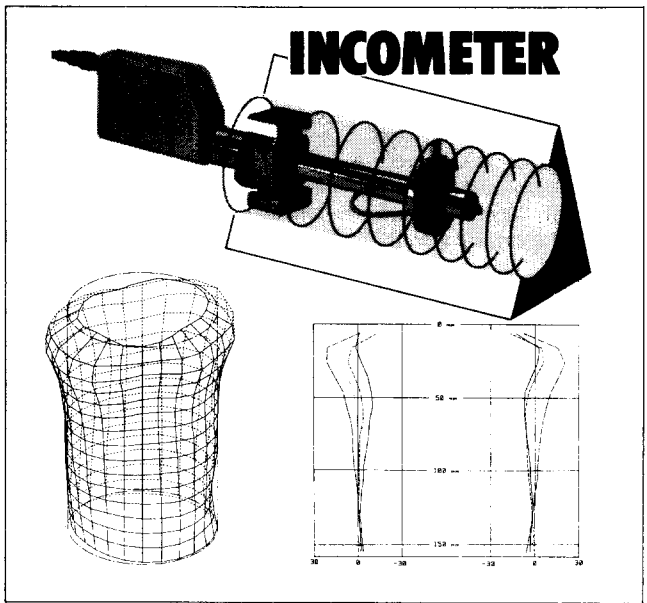
finomtapintó, amelynek tapintóház felőli végébe egy finoman leppelt csúcspérezet alakítottak ki, a tapintócsapra pedig egy



105. ábra. Induktív finomtapintó, mint „etalongömb”. Az effektív sugár az induktív mérőrendszer és a tapintóház hátsó része közé iktatható betétdarabokkal állítható be. A pontosság jobb, mint 1  $\mu$ m (Renishaw)



106. ábra. A szerszámgép beépített útmérőrendszerétől függetlenül lézerinterferométeres útmérő, fűró-marómű pontosságának mérése közben (Spindler & Hoyer)



107. ábra. Saját forgató-mozgató-előtoló mechanikával bíró kétpontos furatletapogató fej (PAT GmbH & Co.). A mérőfejhez illesztett számítógép 3D-s mérési adat gyűjtő és kiértékelő szoftverje pl. a bemutatott diagramokat szolgáltatja

mérőgömb pontosságú acélgolyót erősítettek.

A gép asztalára helyezhető (mágnesesen vagy mechanikai úton rögzíthető) talpas oszlop felső végén is egy ugyanilyen golyó van. A csúcsfészek mágneses, így a tapintóház kúpos fészkebe hatoló golyót ahhoz „tapasztja”. Szintén mágneses az a csúcsfé-

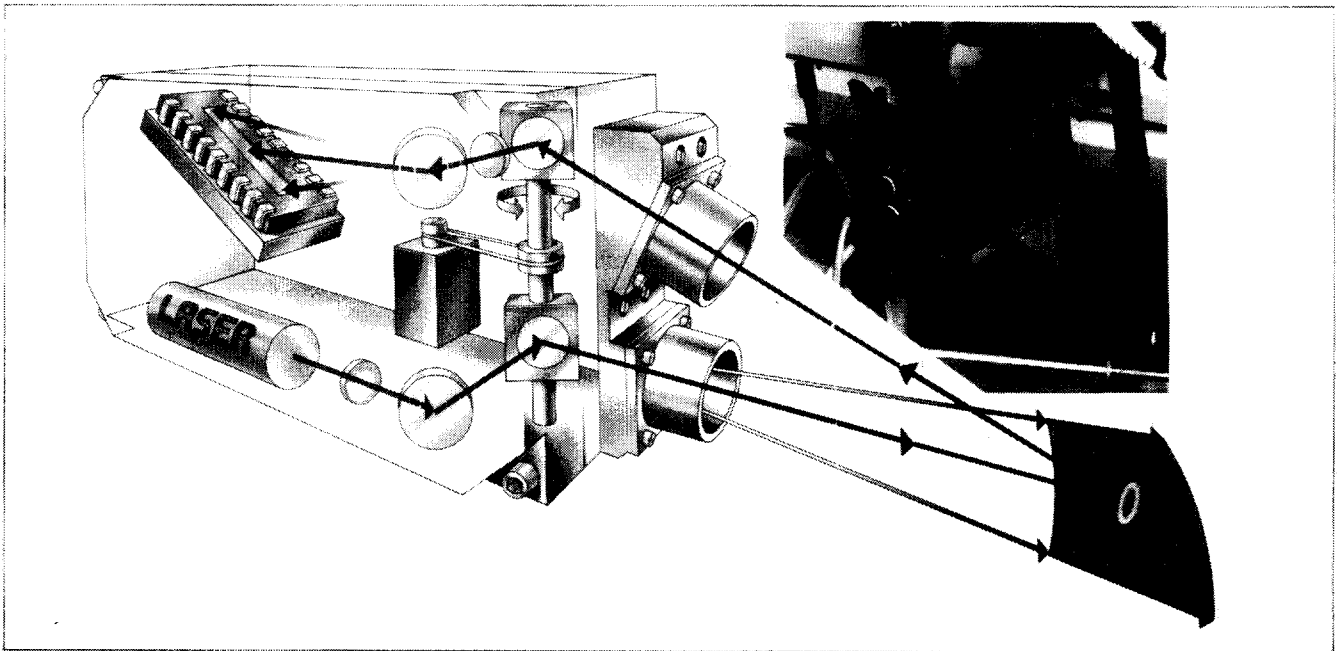
szek, amely a mérőfej-befogóba, vagy a főorsóban levő patronba rögzíthető.

Ha a koordinátamérőgépet vagy a szerszámgépet egy akkora gömbfelület mentén mozgatjuk – illetve annak egy-egy előre kiszámított pontjára ráállítjuk –, amelynek sugara megegyezik a két gömb középpontjának távolságával, miközben az induktív

tapintó mérőcsapja a méréstartományán belül tartózkodik, a sugár változását regisztrálva megállapíthatók a gép kinematikai hibái.

Ez az eszköz tehát egy nagy (több száz mm) sugarú etalongömböt helyettesít!

A szerszámgépek pontossága egyébként egyre nagyobb, úgyhogy ismét előtér-



108. ábra DELTA-2, lézerletapogató reflexiókompakt mérőfej (Blum). A 0,75 mW-os HeNe-lézerrel működő eszköz mintegy 70 mm hosszon képes pásztázni, 1 kHz-es mérési frekvenciával, 0,1 mm mérési pontosságot biztosítva. A mérési eredmény a lineáris CCD megvilágított elemeinek számából adódik. A beépített mikrokontroller soros vonalon továbbítja az adatot

be kerül azok mérőgépként (is) történő felhasználása. A 106. ábrán egy lézer-interferometriás mérőrendszer látható, amely a gép pontosságának meghatározására szolgál. (A feladat nagyon sokrétű; itt nem részletezzük.) A rendszer a gép vezérlőegységével is összekapcsolható, így a beépített útmérőktől független mérést is lehetővé tesz, főleg a munkadarab felfogása, beállítása közben.

### 5.2-k. Elektronikus mérőfejek

A korszerű mérőfejek annyira összetett és univerzális eszközök, hogy függetlenül tárgyalhatók a mérőberendezésektől. Korábban bemutattuk, hogy a mérőfejek nem csak a koordináta- és egyéb mérőgépek tartozékai, de számos esetben szerszámgépeken is használják azokat.

Egy érdekes, új konstrukciós szemléletet tükröz a 107. ábrán bemutatott furatgeometria-letapogató mérőfej. Ez egy komplex mechatronikai egység, amely nemcsak a mérőtapintót- és mérőjel-átalakítót foglalja magában, hanem annak vezető-mozgató-forgató-tájéolórendszerét is. Ennek következtében akár egy ipari robot vagy manipulátor is „kézbe tudja venni” és a mérendő furatba helyezni, amelyben a mérőfej már önállóan tevékenykedik. Ezáltal szokatlannul flexibilis mérőautomaták hozhatók létre.

Érintésmentesen dolgozik a 108. ábrán látható speciális, kompakt laser-scan jellegű mérőfej, amely a munkadarabot akár „röptében” is képes mérni, néhány tized mm-es felbontással. Ezen speciális képessége jól hasznosítható pl. szerelőrobotok

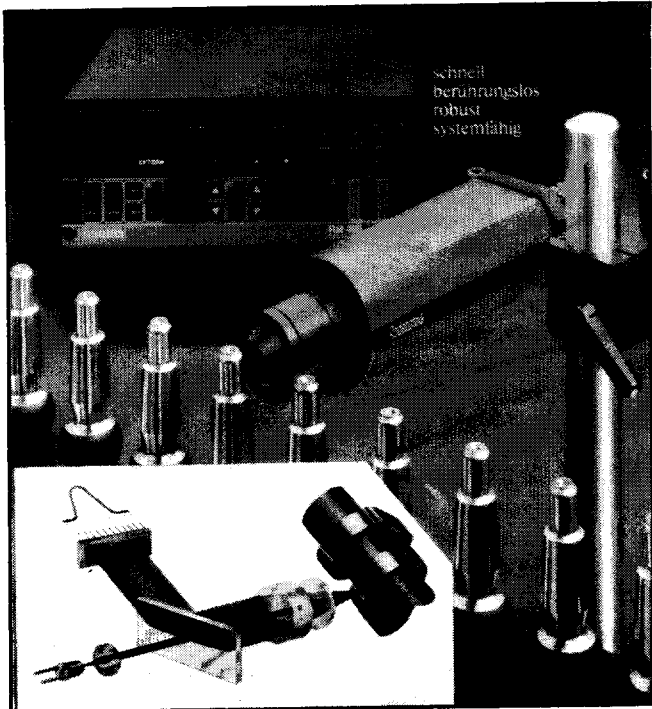


109. ábra. Flexibilis szerszámbeállító-fej (kapcsoló típusú). A mérőcsap végeire szerelt keményfém-hasáb oldalai párhuzamosak a szerszámgép tengelyeivel (Renishaw)

vezérléséhez, ahol nem a nagy mérési pontosság a fontos, hanem például különböző kötőelemek hosszúság szerinti biztos megkülönböztetése.

Minden egyéb, viszonylag kisebb pontosságot igénylő hossz mérés is megoldható a segítségével, ahol a mérőfejjel nem férhető hozzá a munkadarab, vagy az anyaga olyan lágy, hogy a mérőerő jelentősen deformálná azt.

A mérőfejek egy különleges csoportját alkotják a szergámgépekre telepíthető, a forgácsoló szerszám (pl. esztergakés) csúcsát pozicionáló mérőfejek. Igen sok kiviteli formájuk létezik; a 109. ábrán működés közben látható egy jellegzetes képviselőjük. Feladata: a szerszámcsúcs referencia-pozíciójának felvétele.



110. ábra. Optikai parametrikus érdességmérő mérés közben. Az ábra alsó részén a mérőfej sugármenete látható (Rodenstock). A mérőfejnek a mérendő felületről való távolsága 0...4 mm lehet, a megvilágított felület 1,8 mm átmérőjű kör. Mérési sebessége: 20 mérés/s. A felületi érdességre vonatkozóan egy 1...100 közötti számot jelez ki (SN; optikai érdesség mérőszám)

### 8.3-k. Érdességmérők

Kétségtelen hogy úgy-ahogy korrektt érdességi mérőszámokat és egyéb mikrogeometriai jellemzőket csak a mikroprocesszoros adatfeldolgozású profilletapogató érdességmérők tudnak produkálni. Ezek azonban bonyolultak, drágák, velük a mérés hosszú időt vesz igénybe és nehezen is automatizálhatók.

Az automata gyártósorok minőségellenőrzési igényeihez jobban alkalmazkodnak a fényszóródásos elven működő optikai érdességmérők (ún. parametrikus érdességmérők; 110. ábra). A működési elv az ábra bal alsó sarkában található sematikus szerkezeti vázlat segítségével követhető nyomon. A felület érintésmentes letapogatása párhuzamos fényalábbal történik, amelyet lézertűdő, vagy az infravörös, esetleg a látható tartományban sugárzó LED állít elő (utóbbi két esetben párhuzamosító lencsét is beépítenek). A féligáteresztő tükrön áthaladó fény sugar az objektívén keresztül a vizsgálandó felületre vetítődik, majd onnan visszaverődve ismét áthalad az objektívén és a féligáteresztő tükrön 90°-os eltérést szenved.

A visszavert fény végül a lineáris CCD-re, mint érzékelőre kerül; az optikai rendszer az érzékelőn egy síkmetszetet képez.

A visszavert fény sugár a felületi struktúrától függően szögfordást szenved (-15° ... +15°), azaz a CCD egyes céljának megvilágítása pl. az ábrázolt Gauss-eloszlás szerint alakul. A mért értékekből mikroszámítógép képezi az összintenzitást és az  $S_N$  optikai érdességi mérőszámot.

Ezek az eszközök elsősorban a viszonylag kis érdességi tartomány ( $R_q = 2 \mu\text{m max}$ ) mérésére alkalmasak.

\* \* \*

Sorozatunk ezzel véget ért. Bízunk benne, hogy sokak érdeklődését sikerült felkeltenünk ez iránt a hazánkban sajnos eléggé elhanyagolt, érdekes szakterület iránt. Reménykedünk abban is, hogy talán akad olyan kiadó, amely a cikksorozat anyagához hasonló tematikájúra tervezett, de a témát jóval részletesebben kifejűő szakkönyvünk kiadását vállalná. Ha igen, várjuk a jelentkezését!





# BUDAPESTI ELEKTROMOS MŰVEK RT.

## Üzletigazgatóságai, Fogyasztói Irodái, Kirendeltségei és Üzemvezetőségei.

### ÉSZAK-PESTI ÜZLETIGAZGATÓSÁG

1045 Budapest, Tó u. 7.  
Tel: 160-0612, 160-0450

Újpesti Fogyasztói Iroda /IV.,XV./  
1042 Budapest, Árpád út 40.  
Tel: 169-2215, 169-3839

Mátyásföldi Kirendeltség /XVI./  
1165 Budapest, Arany J. u. 55.  
Tel: 163-5298, 163-5443

Rákoscabai Kirendeltség /XVII./  
1171 Budapest, Péceli út 141.  
Tel: 147-6589, 127-4639

Gödöllői Kirendeltség  
2100 Gödöllő, Faiskola tér 13.  
Tel: 06-28-330-777, 06-28-310-041

Kerepestarcsai Kirendeltség  
2144 Kerepestarcsa, Szabadság útja 276.  
Tel: 06-28-370-747, 06-28-370-716

Dunakeszi Kirendeltség  
2120 Dunakeszi, Eötvös u. 15.  
Tel: 06-27-342-915, Bp:169-1398

Szobi Kirendeltség  
2628 Szob, Szent Imre út 21.  
Tel: 06-27-370-117, 06-27-370-135

Váci Fogyasztói Iroda  
2600 Vác, Flórián út 32.  
Tel: 06-27-316-198, 06-27-311-266

Váci Üzemvezetőség  
2600 Vác, Flórián út 32.  
Tel: 06-27-311-266, 06-27-311-214

Rákospalotai Üzemvezetőség /IV.,XV./  
1153 Budapest, Bocskai út 116.  
Tel: 169-3760, 160-3772

### KÖZÉP-PESTI ÜZLETIGAZGATÓSÁG

1133 Budapest, Dráva u. 1-3.  
Tel: 270-0322, 270-1401

Belvárosi Fogyasztói Iroda /V.,VI.,VII./  
1076 Budapest, Péterfy Sándor u. 21-23.  
Tel: 142-3926, 142-3927, 142-3928

Angyalföldi Fogyasztói Iroda /XIII./  
1133 Budapest, Pulszky u. 2.  
Tel: 270-1401, 270-0322

Zuglói Fogyasztói Ügyintézés /XIV./  
1134 Budapest, Angyalföldi út 5/b.  
Tel: 270-1401, 270-0322

Ferencvárosi Fogyasztói Iroda /VIII.,IX.,X./  
1096 Budapest, Haller u. 32-40.  
Tel: 147-5536, 147-5537, 216-9810

Közvilágítási Üzemvezetőség  
1076 Budapest, Garay u. 6-10.  
Tel: 142-3926, 142-3927, 142-3928

Belvárosi Üzemvezetőség  
1076 Budapest, Péterfy Sándor u. 21-23.  
Tel: 142-3926, 142-3927, 142-3928

Kőbányai Üzemvezetőség  
1108 Budapest, Maglódi út 26.  
Tel: 280-1838, 280-1834

### DÉL-PESTI ÜZLETIGAZGATÓSÁG

1203 Budapest, Csepeli átjáró 1-3.  
Tel: 283-0261, 283-0262

Kispesti Kirendeltség /XVIII.,XIX./  
1193 Budapest, Üllői út 266.  
Tel: 147-3182, 147-3185

Dél-pesti Fogyasztói Iroda /XX.,XXI./  
1203 Budapest, Csepeli átjáró 1-3.  
Tel: 283-0260, 157-0288  
Számlázás és Díjbeszedés  
/Erzsébeti Fogyasztói Iroda/  
1204 Budapest, Török Flóris u. 72.  
Tel: 283-0265, 283-0399, 280-5712

Csepeli Üzemvezetőség /XX.,XXI./  
1212 Budapest, Kolozsvári u. 13.  
Tel: 277-7310, 277-7722

Vecsési Kirendeltség  
2220 Vecsés, Telepi u. 22.  
Tel: 06-29-350-124, 06-29-350-447

Dunaharaszti Kirendeltség  
2330 Dunaharaszti, Móra F. u. 1.  
Tel: 06-24-370-259

Ráckevei Kirendeltség  
2300 Ráckeve, Lacházi út 5-7.  
Tel: 06-24-385-368, 06-24-385-100  
Számlázás és Díjbeszedés  
2300 Ráckeve, Lacházi út 34.  
Tel: 06-24-385-586, 06-24-385-910

Dabasi Kirendeltség  
2370 Dabas, Szent István u. 73.  
Tel: 06-60-330-847

Szigethalmi Kirendeltség  
2315 Szigethalom, Mú út 2.  
Tel.: 06-24-368-566, 06-24-368-514

### ÉSZAK-BUDAI ÜZLETIGAZGATÓSÁG

1037 Budapest, Kunigunda útja 47/a.  
Tel: 250-2770, 250-2775

Krisztinavárosi Fogyasztói Iroda /I.,II.,XII./  
1012 Budapest, Kuny Domokos u. 13-15.  
Tel: 156-9175, 175-1257

Rózsadombi Üzemvezetőség /I.,II.,XII./  
1025 Budapest, Pusztaszeri út 2.  
Tel: 212-4027, 212-4034

Óbudai Kirendeltség /III./  
1031 Budapest, Szentendrei út 135.  
Tel: 188-8525, 188-8528

Pilisvörösvári Kirendeltség  
2085 Pilisvörösvár, Piliscsabai út 2.  
Tel: 06-26-330-166, 06-26-330-327  
Számlázás és Díjbeszedés  
2085 Pilisvörösvár, Fő út 134.  
Tel: 06-26-330-103

Szentendrei Kirendeltség  
2100 Szentendre, Dumtsa J. u. 13-15.  
Tel: 06-26-310-414, 06-26-312-210

### DÉL-BUDAI ÜZLETIGAZGATÓSÁG

1116 Budapest, Mezőkövesd u. 5-7.  
Tel: 209-1369, 209-1368, 186-9011

Dél-budai Fogyasztói Iroda /XI.,XXII./  
1116 Budapest, Mezőkövesd u. 5-7.  
Tel: 186-9011, 227-4525  
Számlázás és Díjbeszedés  
1116 Budapest, Mezőkövesd u. 5-7.  
Tel: 228-0097, 228-0098

Kelenföldi Üzemvezetőség /XI.,XXII./  
1119 Budapest, Hauszmann A. u. 5.  
Tel: 185-1722, 185-1758, 226-8633

Érdi Kirendeltség  
2030 Érd, Velencei u. 37.  
Tel: 06-23-365-454, 06-23-365-704

Törökbálinti Kirendeltség  
2045 Törökbálint, Bajcsy-Zs. u. 8.  
Tel: 185-2020

Zsámbéki Kirendeltség  
2072 Zsámbék, Rácváros u. 2-4.  
Tel: 06-23-342-050, 06-23-342-060



# A PIC16Cxx mikrovezérlő családok

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, GAMF

A Rádiótechnika olvasói számára már ismerős a kisméretű, kb.  $3 \times 5$  cm-es panelen felépített mikroszámítógép, a BASIC STAMP. Ezt a csodálatos képességű kis számítógépet a Parallax cég (USA) szereli és forgalmazza. A számítógép programozása egy BASIC jellegű programnyelven végezhető el, IBM PC-n. A szoftverfejlesztő készlet az IBM PC-n futó programból és a PC párhuzamos PORT-ját a mikroszámítógéppel összekötő kábelből áll. A BASIC STAMP paneljén két IC, egy feszültségstabilizátor és néhány diszkrét alkatrész van mindössze. A visszafejtett kapcsolási rajzot az 1. ábrán mutatjuk be.

A BASIC STAMP lelke a PIC16C56 mikrovezérlő. Ezen mikrovezérlő belső EPROM-jába „égette be” a Parallax azt az interpretert, mely a BASIC utasításszavakat értelmezni tudja. Az utasításszavakat a BASIC STAMP-en elhelyezett 93LC56 típusjelű, soros adatkezelésű EEPROM őrzik.

A BASIC STAMP valóban unikum, hiszen kis méretei ellenére számos különleges képességgel rendelkezik. Nyolc felhasználói csatlakozópontjának bármelyike digitális I/O portként üzemeltethető, vagy potméter-állást olvashat le, működtethető PWM jelet előállító kimenetként, programozható hanggenerátorként, impulzusszélesség-mérőként stb. Programozható időtartamig a programvégrehajtás szüneteltethető, s ha célszerű, beállítható időre stand-by üzemmód is előírható (SLEEP).

A PIC16C56 a Microchip Technology Inc. (USA) terméke, egy folyamatosan bővülő mikrovezérlő-család egyik tagja. Nem véletlenül esett a Parallax választása erre a mikrovezérlőre, amikor különleges mikroszámítógéphez központi egységet keresett. A PIC mikrovezérlők ára és képességei, sebessége és hatékony, mégis egyszerűen megtanulható utasításkészlete, különleges hardver tulajdonságai mind figyelmet érdemelnek.

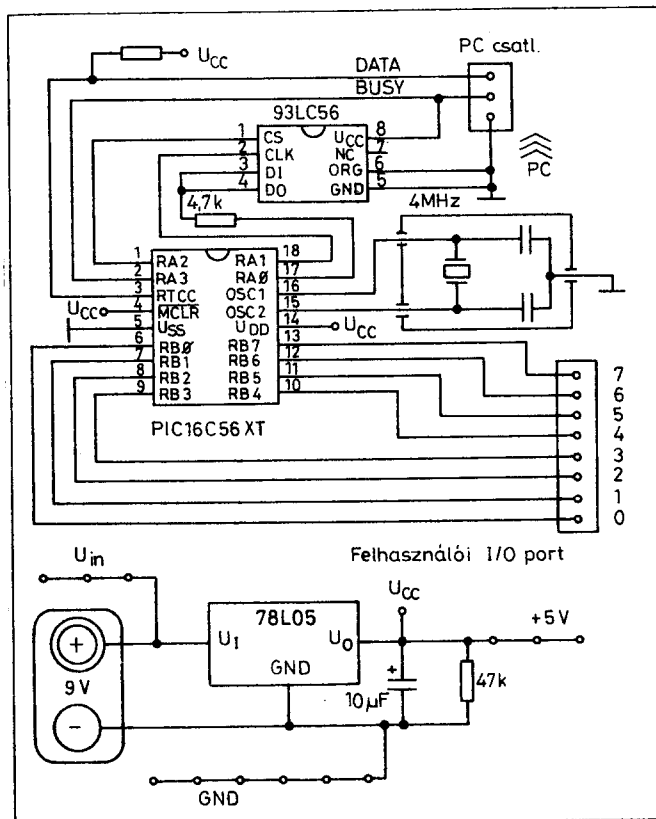
Mindezek indokolják, hogy a mikrovezérlőkkel foglalkozó korábbi cikkeket most egy olyan áttekintéssel

folytatjuk, melyben a PIC mikrovezérlőket mutatjuk be. Először az alapsorozatot fogjuk megismerni (PIC16C5x), majd két továbbfejlesztett típust, a PIC16C71-et és a PIC16C84-et. Meg kell jegyeznünk, hogy a PIC kategóriában a Microchip más eszközöket is gyárt, s a fejlesztés is folyamatos; így mind újabb és újabb típusokat lehet megismerni.

A PIC mikrovezérlők CMOS EPROM technológiával készülnek. Első pillanatban ez a tény nem tűnik túlságosan jelentősnek, pedig a PIC mikrovezérlők növekvő népszerűségének ez az egyik fő magyarázata. A mikrovezérlőket minden gyártó cég családként fejleszti ki: azonos CPU-maggal, különféle belső programtár-típussal készülnek a típusváltozatok. A hagyományos mikrovezérlő-családban is kell a programfejlesztésre egy olyan változat, amelyben a program módosítható. A belső EPROM-os, kvarcablakos kivitelűek drágák ugyan, de ezeket csak a programfejlesztésre használjuk; a

végleges program maszkprogramozott ROM-ba kerül. Így fejlesztették ki egy 87C48 mikrovezérlővel pl. a PC-képszerű egerének elektronikáját. Amikor a program véglegesnek minősült, a programot beküldték az Intelhez, ahol elkészült a ROM-terület fémezésének maszkja. Ezután már milliós darabszámban készülhettek a 80C48 ROM-os változatával az egerek. A maszkprogramozott ROM azonban csak nagy példányszám esetén kifizetődő.

Ha kisebb darabszámú volt a termék, vagy más okból a ROM nem jöhetett szóba (pl. hazai fejlesztések esetén) más megoldást kellett keresni. Néhány mikrovezérlő-gyártó a mikrovezérlő belső buszvonalaival a tok hátoldalára kivezette, mint egy EPROM-foglatot (Piggy back). Az ide behelyezhető kommersz EPROM a program fejlesztésére is és a végleges gyártmány céljaira is megfelelt. A piggy back kialakítású mikrovezérlők azonban szintén meglehetősen drágák. Végezetül maradt egy kényszermegoldás: a belső



1. ábra

programtár nélküli mikrovezérlő használatára, külső EPROM-mal. Ez a megoldás azonban olyan mértékben leköti a portokat s úgy lelassítja a működést, hogy sok esetben megkérdőjelezhető az így felépített egység gazdaságossága.

A PIC mikrovezérlők minden egyes családtagja CMOS EPROM csip (a legújabb változatoknál már CMOS EEPROM). Ugyanaz a csip szolgál programfejlesztésre, mint amelyik a végleges termékbe kerül. (A más családoknál nyújtott fejlesztési lehetőség néha nem volt teljesen kielégítő: a belső EPROM-os mikrovezérlő működése nem 100%-ig azonos a belső ROM-os változatéval). Hogyan biztosítja a Microchip a törölhető-újraprogramozható fejlesztő IC-t és az olcsó, tömegtermelésre alkalmas IC-t, ha csak egyféle technológiát alkalmaz? Úgy, hogy ugyanazt a csip-et forgalmazza CERDIP tokozással, kvarcablakkal – azaz a szokásos EPROM tokozással is, és zárt, olcsó műanyag tokozással is. A programfejlesztő rendszerek mindkét változatba ugyanúgy képesek betölteni a működtető programot – csak a zárt tokozású mikrovezérlőből a program többé már nem törölhető. S a legfontosabb tényező: a zárt műanyag tokozású elem sokkal olcsóbb, mint az ablakos! (A 16C84 pedig, mely CMOS EEPROM-csip, már egyetlen változattal kiszolgálja a fejlesztést és a sorozatgyártást is!)

A Microchip PIC mikrovezérlők csak belső programtárúkból hajtanak végre programot, külső programtár nem is csatlakoztatható hozzájuk. A programozásuk is sajátos, a legtöbb univerzális mikrovezérlő-programozó készlet ezért nem is kezeli ezeket az elemeket. De pl. a Parallax folyamatosan követi a Microchip fejlesztéseket s

piacra hozza a fejlesztő rendszereket. E fejlesztő rendszerek gyártása közben alakult ki a BASIC STAMP ötlete is. A Parallax nagyon sokat tesz a PIC-kultusz terjesztése érdekében. BBS vonalán fogadja a világ PIC-felhasználói ötleteit, s onnan mások is ötleteket, megoldásokat kaphatnak saját fejlesztő munkájukhoz. Itthon a Parallax márkaképviselőt a HUMANSOFT Kft. látja el; ugyanez a cég a fejlesztő eszközök mellett magukat a PIC mikrovezérlőket is forgalmazza.

## 1. A PIC16C5x mikrovezérlő változatok

A Microchip Technology Inc. cég PIC16C5x mikrovezérlői nagy képességű, gyors, teljesen statikus működésű, CMOS EPROM alapú áramkörök. A PIC mikrovezérlők alig több mint 30 utasításból álló utasításkészlete RISC jellegű, hatékony utasításokból épül fel, melyek többsége egyetlen gépi ciklus alatt végrehajtható. A mikrovezérlők 8-bites adatokat kezelnek, de utasításaik hosszabbak – a 16C5x változatok esetében 12-bitesek. Ez a megoldás kb. 2:1 arányú kódkompressziót tett lehetővé.

A PIC mikrovezérlők négyféle óragenerátorral működtethetők; a kvarcablakos tokozásúaknál az óragenerátor típusa programozható, a zárt tokozású változatoknál gyárilag beállították. A bekapcsolási RESET folyamat után egy belső időzítő rendszer addig nem engedélyezi a mikrovezérlő működését, míg az oszcillátor jelei nem végleges, stabil impulzusok. A mikrovezérlő üzemi készségére watch-dog timer ügyel: ha nem szükséges folyamatos programvégrehajtás, lehetséges a kis fogyasztású SLEEP állapot használata is.

A 16C5x változatoknál a programfejlesztést kvarcablakos tokozású csipekkel lehet elvégezni, majd a már kipróbált programot olcsó, műanyag tokozású elemekbe lehet betölteni. A mikrovezérlők között kisebb és nagyobb programmemóriájút is találunk, így mindig lehetőség van a feladathoz optimális elem kiválasztására. Az 1. táblázat a fémkerámia (CERDIP) tokozású, kvarcablakos változatokat foglalja össze. Ezeknél a program betöltésekor a fejlesztő rendszer állítja be az oszcillátor típusát a következő lehetőségek egyikeire:

- RC oszcillátor (DC ... 4 MHz), jele RC,
- kvarc, ill. rezonátoros oszcillátor (0,1 ... 4 MHz), jele XT,
- nagysebességű kvarc- vagy rezonátoros oszcillátor (4 ... 20 MHz), jele HS,
- kisfogyasztású kvarc- vagy rezonátoros oszcillátor (DC ... 40 kHz), jele LP.

A lényegesen olcsóbb, zárt műanyag tokozású mikrovezérlők EPROM-ja nem törölhető, így ezek a változatok csak egyszer programozhatóak (OTP; One Time Programmable). A 2. táblázat az OTP változatokat foglalja össze. Itt azért találunk sok típust, mert az OTP mikrovezérlőknél az oszcillátor-fajtát már gyárilag beállítják.

### 1.1. A PIC16C5x elemek belső felépítése

A PIC16C5x változatok közül a páros végződésűek (16C54, 16C56) 18 kivezetésű PDIP, SOIC vagy CERDIP tokozással készülnek (2. ábra), a páratlan végződésűek (16C55, 16C57) 28 kivezetésű PDIP, SOIC illetve CERDIP tokozással (3. ábra).

Mint a mikrovezérlők általában, a PIC változatok is tartalmaznak a csipen belül, a CPU mellett program- és adatmemóriát, párhuzamos portokat, időzítő-számláló egységet. A PIC család is, mint a mikrovezérlők többsége, a Harvard architektúrát követi, azaz elkülönített a programmemória és az adattároló. Az viszont már a PIC család sajátossága, hogy ez a két memóriaterület a csipben eltérő szélességű. A programtár EPROM, 12 bites rekeszekkel, az adattár statikus RAM, 8 bites szélességgel. A PIC mikrovezérlők belső egységei busz-hierarchiával kapcsolódnak egymáshoz. Megta-

1. táblázat

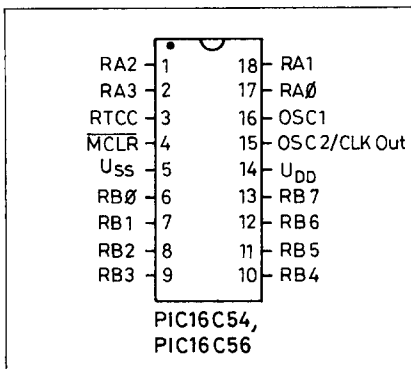
Típuszám	EPROM	RAM*	I/O***	Tápfesz.	Oszc. frekv.	Tokozás
PIC16C54	512 × 12	32 × 8	13	4,0** ... 5,5 V	DC ... 20 MHz	18 lábú CERDIP
PIC16C55	512 × 12	32 × 8	21			28 lábú CERDIP
PIC16C56	1k × 12	32 × 8	13			18 lábú CERDIP
PIC16C57	2k × 12	80 × 8	21			28 lábú CERDIP

\* A speciális funkciójú regiszterekkel együtt  
 \*\* Az „ipari” és a HS változatoknál 4,5 ... 5,5 V  
 \*\*\* Beleértve az RTCC lábat is

2. táblázat

Típuszám	EPROM	RAM	I/O	Tápfesz.	Oszc. típus*	Oszc. fark.	Láb
PIC16C54RC	512 × 12	32 × 8	13	4,0 ... 5,5 V	RC	DC ... 4 MHz	18
PIC16C54XT	512 × 12	32 × 8	13	4,0 ... 5,5 V	XT, külső	0,1 ... 4 MHz	18
PIC16C54HS	512 × 12	32 × 8	13	4,5 ... 5,5 V	XT, külső	4 ... 20 MHz	18
PIC16C54LP	512 × 12	32 × 8	13	3,0 ... 5,5 V	XT, külső	DC ... 40 kHz	18
PIC16C55RC	512 × 12	32 × 8	21	4,0 ... 5,5 V	RC	DC ... 4 MHz	28
PIC16C55XT	512 × 12	32 × 8	21	4,0 ... 5,5 V	XT, külső	0,1 ... 4 MHz	28
PIC16C55HS	512 × 12	32 × 8	21	4,5 ... 5,5 V	XT, külső	4 ... 20 MHz	28
PIC16C55LP	512 × 12	32 × 8	21	3,0 ... 5,5 V	XT, külső	DC ... 40 kHz	28
PIC16C56RC	1 k × 12	32 × 8	13	4,0 ... 5,5 V	RC	DC ... 4 MHz	18
PIC16C56XT	1 k × 12	32 × 8	13	4,0 ... 5,5 V	XT, külső	0,1 ... 4 MHz	18
PIC16C56HS	1 k × 12	32 × 8	13	4,5 ... 5,5 V	XT, külső	4 ... 20 MHz	18
PIC16C56LP	1 k × 12	32 × 8	13	3,0 ... 5,5 V	XT, külső	DC ... 40 kHz	18
PIC16C57RC	2 k × 12	80 × 8	21	4,0 ... 5,5 V	RC	DC ... 4 MHz	28
PIC16C57XT	2 k × 12	80 × 8	21	4,0 ... 5,5 V	XT, külső	0,1 ... 4 MHz	28
PIC16C57HS	2 k × 12	80 × 8	21	4,5 ... 5,5 V	XT, külső	4 ... 20 MHz	28
PIC16C57LP	2 k × 12	80 × 8	21	3,0 ... 5,5 V	XT, külső	DC ... 40 kHz	28

\* Külső órajel esetén az alsó frekvenciahatár minden esetben DC

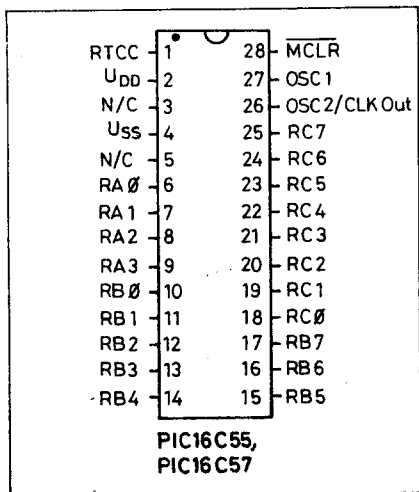


2. ábra

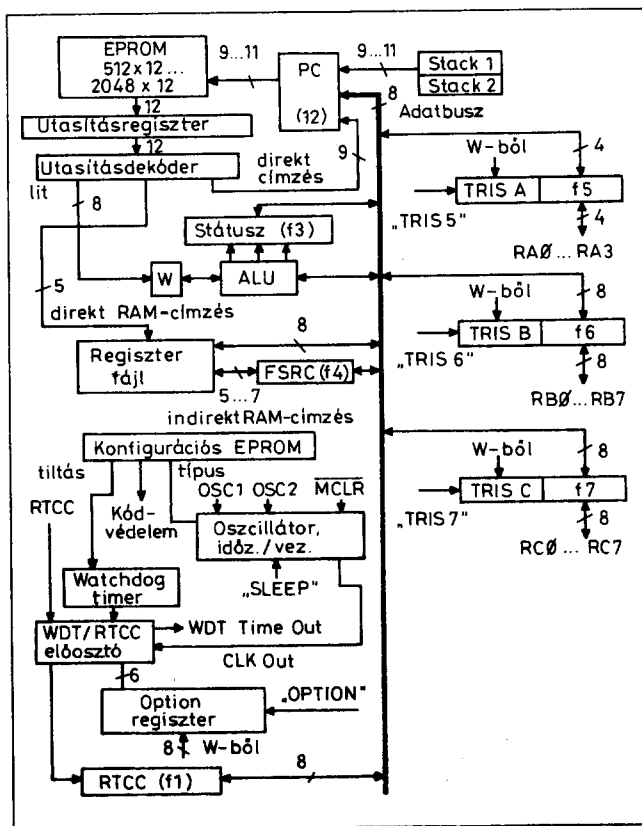
láljuk a címbuszt, a programelem 12-bites buszát és az adatok 8-bites adatbuszát. Mint általában a mikrovezérlőknél megszokhattuk, ezek a buszok nincsenek kivezetve, a felhasználó számára nem hozzáférhetőek. A PIC16C5x változatok belső felépítését a 4. ábra mutatja be.

A különválasztott buszok lehetővé teszik, hogy míg a CPU egy utasítást végrehajt, azalatt már a következő utasításszó beolvasódjék. Az így megvalósuló átlapolt utasításbeolvasás- és végrehajtás eredménye az, hogy az utasítások zöme egyetlen gépi ciklus alatt fut le gyakorlatilag, bár a beolvasás és végrehajtás valójában két gépi ciklus ideig tart.

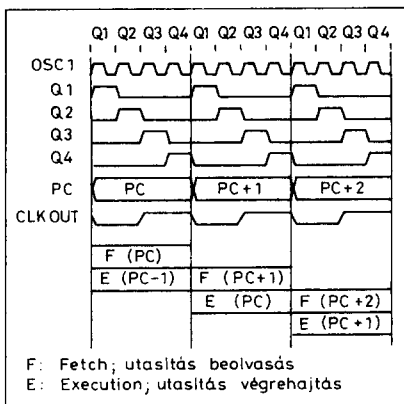
A PIC mikrovezérlők nemcsak RISC jellegű, tömör utasításkészletük révén hatékonyak, hanem azért is, mert belső felépítésüket az utasításkészlet végrehajtására optimalizálták. A belső egységek közötti kapcsolatokat megfigyelve szinte előre leolvashatjuk az utasítás-típusokat. A PIC kitüntetett belső regisztere a W jelű munkaregisz-



3. ábra



4. ábra



5. ábra

ter, ide kerülhet az utasításban szereplő konstans (literál), különféle egyéb regiszterek tartalma; s innen is sokféle áttölthető az adatok. Szerepel a belső felépítés ábráján a veremtár is: látható, hogy ezek a mikrovezérlők kétszeres

szubrutin beágyazásra alkalmasak. Az ábrán látható f1 ... f7 jelölések az ún. fájlregiszterekre utaló jelölések. A PIC16C5x elemek belső hierarchiája még nem egységes, sok belső funkciót ilyen fájl-regiszterrel valósítottak meg, de még számos, önálló regiszter is található az áramkörökben. A későbbi családtagok (16C71, 16C84) már jobban építenek a fájlregiszterekre.

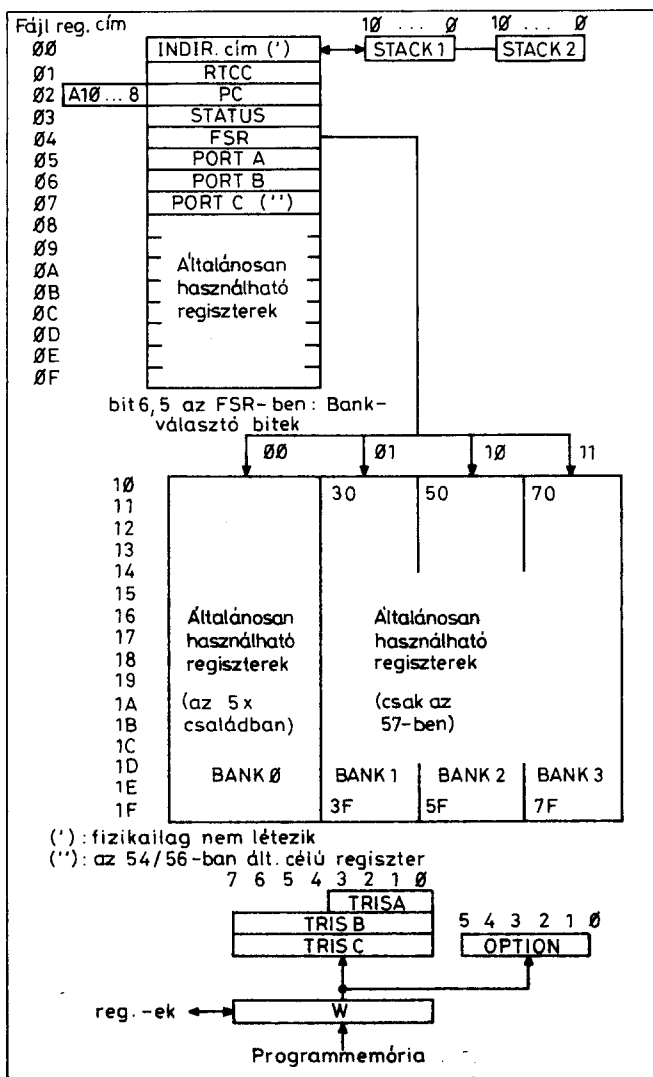
Tekintsük át most a mikrovezérlők csatlakozópontjait:

- RA0 ... 3 A port (PORTA, 4-bites)
- RB0 ... 7 B port (PORTB, 8-bites)
- RC0 ... 7 C port (PORTC, 8-bites)
- RTCC a valós idejű óra/számláló léptető bemenete (Real Time Clock/Counter)

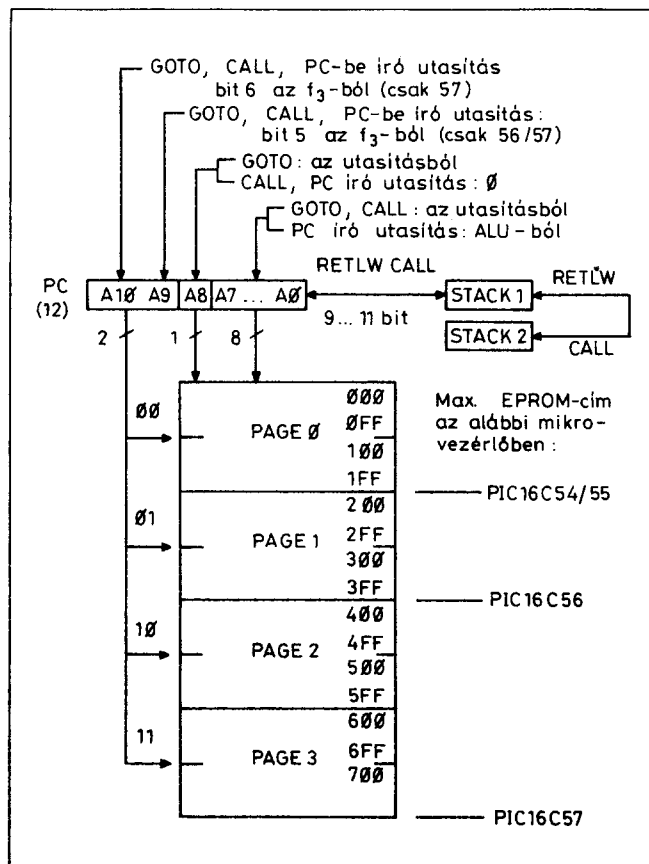
- MCLR alaphelyzet beállító bemenet (Master Clear)
- OSC1 oszcillátor bemenet
- OSC2/CLKOUT oszcillátor kimenet
- U<sub>DD</sub> tápfeszültség
- U<sub>SS</sub> 0 (GND)
- N/C bekötetlen pont.

Az oszcillátorban kialakuló impulzussorozatot a mikrovezérlő időzítő egysége negyvel leosztva, négy, egymást át nem lapoló (Q1, Q2, Q3, Q4) belső órajelle alakítja át. A négy, egymást követően fellépő leosztott óraimpulzus alkot egy gépi ciklust, az 5. ábrán látható módon. A Q1 ... Q4 impulzusok fellépése precízen meghatározott működési fázisokat jelent a gépi cikluson belül:

- Q1 közben történik a PC inkrementálódása,
- Q2 és Q3 idején a megcímezett rekeszből az utasítás beolvasódik a CPU-ba,
- Q4 alatt éri el az utasítás az utasításregisztert; a következő Q1 ... Q4 gépi ciklus alatt fog az utasítás dekódolása és végrehajtása megtörténni, miközben egy



6. ábra



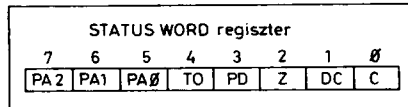
7. ábra

következő utasításszó már be is olvasódik.

A 16C5x mikrovezérlők belső adatbusza két fő egységet kapcsol össze egymással; a 8-bites ALU-t (az aritmetikai-logikai műveletvégző egységet) és a Register fájl nevű statikus RAM területet (regiszterfájl, ebben találhatóak a már említett fájlregiszterek). A Register File legnagyobb mérete 80 bájt (a PIC16C57-ben). A fájlregiszterek közvetlenül is és közvetve is címezhetőek, a közvetett címzés az f4 (FSR, File Select Register) tartalmával valósul meg. Érdekes az utasításkészlet megoldása, ugyanis csak egyféle fájlkezelő utasítás van, a közvetlen címzésű. Ha azonban egy közvetlen címzésű utasításban az alkalmazott fájl cím 00 (f0), akkor valósul meg a közvetett címzés, ahol a cím az FSR (f4) tartalma. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az f0 valójában nem létező, fizikailag nem kivitelezett fájlregiszter. A regisztermező (SRAM terület) felépítését a 6. ábra mutatja be.

Az alap SRAM méret 32 regiszter, ha nagyobb az adattár, akkor 32-bájtos ún. Bank-területekre osztható. A 16C57-ben lévő négy bank (bank0...bank3) közül az FSR-ben lévő bank-választó bitek (Bank Select, bit6,5) jelölik ki az éppen működő 32-bájtos területet. Az adattárban találhatóak általános célú regiszterek is és speciális feladatú, funkciójú regiszterek is. A RAM ábráján látható különleges regiszterek a következők:

- RTCC: a valós idejű óra/számláló regisztere, f1
- PC: programszámláló (Program Counter), f2
- STATUS: állapotregiszter (Status Register), f3
- PORT i: porttartalom regiszter, f5 ... f7



9. ábra

**FSR:** fájlválasztó regiszter, f4

Azt is láthatjuk az ábrán, hogy több funkciót a RAM-területől elkülönített regiszterekkel kezelnek ezek a mikrovezérlők – ezek a TRIS i regiszterek, az OPTION regiszter.

A 16C5x változatok programmemóriája EPROM. A mikrovezérlők 512 szavas programmemóriát képesek a PC alsó 9 bitjével kezelni. A PC további két bitje az esetlegesen nagyobb méretű EPROM 512 szavas lapjai (PAGE0 ... PAGE3) közül jelöli ki az egyiket. A PC tartalma folyamatosan növekszik az utasítások végrehajtása közben. Ha ugróutasítás, szubrutinhívás illetve közvetlen PC-be történő adattöltés miatt változik meg a PC tartalma, ezek a változások nem érintik a PC teljes terjedelmét. A 7. ábra bemutatja a programtároló EPROM kialakítását is és a címek kialakulását is különböző esetekre. Látható az ábrán a veremtár kialakítása, s a veremtárat használó utasításpáros is.

### 1.2. A belső regiszterek szerepe és használata

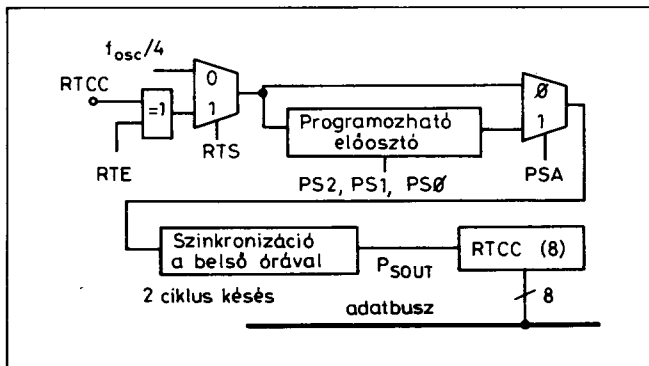
A következőkben kissé részletesebben leírjuk a regiszterek szerepét és használatát.

**f0 – indirekt adatszámoló regiszter** (Indirect Data Addressing). Ez az a regiszter, amelyik valójában nem is létezik; ez egy fiktív regiszter. Ha egy regiszter-referenciás utasításban a megjelölt regiszter az f0; akkor az FSR tartalmával kijelölt regiszter lesz az

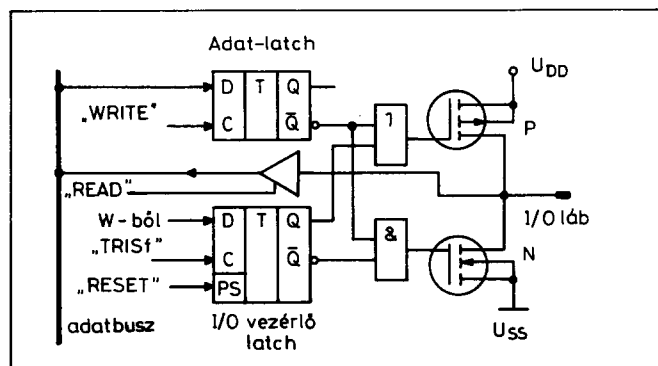
operandus regiszter. Az utasításban elhelyezett f0 tulajdonképpen csak egy jelzés, ami a közvetett címzésre utal. Ha ilyen közvetett címzéssel magára az f0-ra utalunk (azaz ha az FSR tartalma 0), olvasáskor 00H-t kapunk, írás helyett egy NOP valósul meg.

**f1 – óra- és számláló regiszter** (RTCC, Real Time Clock/Counter). Írható/olvasható regiszter, általános célra is használható. A tartalmát különféle forrásokból érkező jelekkel lehet inkrementálni, felfelé léptetni. Léptethető az RTCC a mikrovezérlő RTCC jelű csatlakozópontjára bevezetett impulzusokkal, vagy a belső,  $f_{osc}/4$  frekvenciájú ún. utasításciklus órajellel (ez léphet ki a CLKOUT ponton is). Az RTCC felépítését a 8. ábra szemlélteti. Látható, hogy az RTCC működését vezérlő bitekkel lehet konfigurálni. Ezek a vezérlő bitek (RTE, RTS, PSA, PS0 ... PS2) az OPTION regiszterben találhatóak. A PSA bit a nyolcbites előosztót is az RTCC-hez rendeli, ezen át jutnak a léptető impulzusok az RTCC számlálójába. Az RTCC osztásarányát a PS0 ... PS2 bitek írják elő. Ha az előosztót a számláléhoz rendeltük, minden, az f1-et író utasítás hatására az előosztó nullázódik. Az RTS bit határozza meg a léptető jel forrását (RTS: RTCC Signal Source); RTS = 0 esetén az oszcillátorfrekvencia negyed frekvenciájával folyamatosan léptetődik az RTCC (Timer üzemmód), az RTS = 1 írja elő a külső léptető jelet az RTCC lábról (Counter üzemmód). Utóbbi esetben az RTE = 1 a felfutó élet, az RTE = 0 pedig a lefutó élet jelöli ki működtető élként. Ha a léptetések során az RTCC eléri az FFH értéket, a következő léptető jel hatására a tartalma 0H lesz.

**f2: – programszámláló** (PC, Program Counter). A programszámlálóban alakul ki a következő beolvasandó uta-



8. ábra



10. ábra

sításszó címe. Az egyes változatokban a PC és a veremtár mérete eltérő:

16C54/55-nél 9 bit  
16C56-nál 10 bit  
16C57-nél 11 bit.

A RESET-folyamat eredményeként a PC tartalma csupa 1-es lesz; a vezérlésátadó utasítások különféle módon módosítják:

a, GOTO az utasítás a PC alsó 9 bitjét írja felül. A 16C56/57 esetében a felsőbb biteket a STATUS regiszter lapválasztó bitjei adják (PA1, PA0).

b, CALL a PC következő utasításhelyre mutató értékét elmenti a verembe, a PC alsó 8 bitjét közvetlenül betölti, a kilencediket (PC8) nullázza. A 16C56/57 esetében a PC legfelső bitjei a PA1, PA0 státuszbiték értékét kapják.

c, RETLW a PC a veremből kapja a tartalmát

d, ha egy utasításban a PC szerepel adattöltéskor célregiszterként, az itt kezelt 8-bites adat kerül a PC alsó 8 bitjére, a kilencedik bit (PC8) 0 értékű lesz. A legfelsőbb bitek a PA1, PA0 státuszbitékből kapják értéküket.

Látható, hogy a PC8 a PC írásakor és a CALL esetén 0 értékre vált. Ezért a programtár 512 szavas lapjain belül a kiszámított ugrásokkal és a CALL szubrutinhívó utasítással elérni kívánt pontokat a lap első felén kell elhelyezni. Fontos azt is folyamatosan figyelembe venni, hogy a PC legfelső két bitje nem része a PC számláncnak. Ha pl. folyamatos inkrementálódás során az alsó kilenc bit túlszordul és nullázódik, eközben a legfelső bitek nem változnak, azokat csak a STATUS regiszter megfelelő bitjei módosításával, majd az új értékeknek a PC-be történő átvételével lehet megváltoztatni.

RESET-folyamat után a PC minden bitje 1, miközben a lapkijelölő bitek a státuszregiszterben 0 értékűek. Ha a PC által mutatott legmagasabb címen egy GOTO utasítás áll, annak hatására a lapválasztó bitek áttöltődnek a PC legfelső bitjeibe, s a program végrehajtása az első lapon (lapcíme 00) folytatódik.

A veremtár (STACK) mindössze két rekeszből áll. A CALL hatására a verem 1. szint tartalma áttöltődik a ve-

3. táblázat

Esemény	TO	PD
Power-up	1	1
WDT Timeout	0	u
SLEEP utasítás	1	0
CLRWDW utasítás	1	1
u: változatlan		

rem 2. szintre, annak eddigi tartalma elvész. A RETLW hatására fordított irányú az áttöltődés, az 1. szintben tárolt cím ekkor a PC-be íródik. A RETLW szubrutinból visszatérítő utasítás egy 8-bites konstans (literal) értéket is tartalmaz, amit a W regiszterbe tölt be.

f3: státuszregiszter (SWR, Status Word Register ill. STATUS Register). Ez a regiszter az ALU állapotáról és a CPU állapotáról informáló biteket tartalmaz (9. ábra). A nagyméretű programmemóriák lapválasztó bitjei is itt találhatóak. Bár az f3 is szerepelhet a fájlreferenciás utasításokban célregiszterként és így tetszőleges tartalmat alakíthatunk ki benne, célszerű a státuszbiték kezelését a CPU-ra bízni. A TO és a PD bitek pedig egyáltalán nem írhatóak közvetlenül.

Vegyük sorra a státuszbitéket:

SWR0 = C Carry Bit.  
A rotáló (léptető) utasítások is használják, de elsősorban az összeadáskor keletkező túlszordulás ill. a kivonásnál igénybe vett kölcsön jelzésére szolgál.

SWR1 = DC Digit Carry Bit.  
Az alsó négybites részleten fellépő túlszordulástill. kölcsöntjelzőszzeadáskor ill. kivonáskor.

SWR2 = Z Zero Bit Flag, mely 1 értékkel jelzi, ha az aritmetikai vagy logikai művelet eredménye 0.

SWR3 = PD Power Down Bit.  
A tápfeszültség bekapcsolási folyamata során 1 értéket vesz fel, s a CLRWDW utasítással is 1-re állítható; a SLEEP utasítás törli.

SWR4 = TO Time Out Bit.  
1-re áll a tápfeszültség bekapcsolásakor, a CLRWDW és a SLEEP utasítások hatására. A watchdog timer timeout állapota nullázza.

SWR5,6 = PA0,1  
A PIC16C54/55 esetében általánosan használható bitek  
A PIC16C56-nál az SWR6 általános célú bit, az SWR5=PA0 lap-előválasztó bit; ha 0: Page 0 (000-1FFF), ha 1: Page 1 (200-3FFF).  
A PIC16C57 mikrovezérlőben mindkét bit lap-előválasztó szerepű:

PA1	PA0	
0	0	Page 0 (000 - 1FFF)
0	1	Page 1 (200 - 3FFF)
1	0	Page 2 (400 - 5FFF)
1	1	Page 3 (600 - 7FFF)

SWR7 = PA2 általánosan használható bit.

A TO és a PD bitek a CPU-ban végbemenő különleges eseményekre utalnak, a 3. táblázat szerint. Ha a mikrovezérlő RESET folyamat után van, a RESET kiváltó okára is utal ez a két bit, a 4. táblázat szerint.

f4: fájlregiszter-kiválasztó regiszter (FSR, File Select Register).

PIC16C54/55/56 mikrovezérlőkben a 0...4 bitek a 32 létező fájlregiszter címzésére használhatóak, az 5...7 bitek olvasva 1-t adnak, nem írhatóak.

PIC16C57-ben az alsó bitek szerepe változatlan, az 5...6 bitek a bank kiválasztó (bank select) bitek. Az összes bank alsó 16 bájta - fizikailag egyazon 16 bájta - mindig kijelölődnek,

4. táblázat

TO	PD	a RESET folyamat oka
0	0	WDT ébresztett SLEEP-ből
0	1	WDT timeout, normál
1	0	MCLR ébresztés SLEEP-ből
1	1	Power up
u	u	MCLR normál működéskor
u: változatlan		

ha a címben a bit4 = 0 (illetve indirekt címzéskor FSR4 = 0). Ha a cím ötödik bitje 1, azaz a felső 16 bájtra utal, akkor érvényesülnek a bank- kiválasztó bitek (FSR 5,6). A bit7 ebben a mikrovezérlőben is csak olvasható, s mindig 1-t ad.

A portok adatait az f5...f7 regiszterek segítségével lehet kezelni. Programozástechnikailag ezek ugyanolyan regiszterek, mint a többi fájlregiszter. Olvasásukkor a port csatlakozópontjain levő logikai értéket adják meg, akár bemeneti akár kimeneti a port. A RESET-folyamat eredményeként minden port bemeneti állapotú lesz (azaz az I/O vezérlő regiszterekben, a TRISA, TRISB és TRISC regiszterekben minden bit 1 lesz). Ha egy TRIS bit 0 értékű, a megfelelő portbit kimeneti üzemmódú lesz.

**f5: az A port I/O regisztere** (RA0...RA3). Négy működő bittel rendelkező regiszter, az alacsonyabb helyiértékű négy bit az A port I/O regisztere. A többi bit olvasáskor mindig 0-t ad.

**f6: A B port I/O regisztere** (RB0...RB3). A B port 8 bites I/O regisztere.

**f7: A C port I/O regisztere** (RC0...RC3) A C port 8 bites I/O regisztere a PIC 16C55/57 mikrovezérlőkben; általános célú regiszter a 16C54/56-ban.

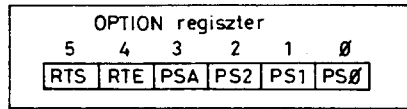
Egy portbit áramköri kialakítása látható a 10. ábrán. Minden portbit használható bemenetként (a megfelelő vezérlő bit a TRIS regiszterben 1) vagy kimenetként (a vezérlő bit 0). Az ábráról leolvasható, hogy a port-olvasás nem a kimeneti tárolóban lévő logikai értéket adja vissza, hanem a port csatlakozópontján lévő logikai szintet. A port-olvasó utasítás a végrehajtó ciklus elején vesz mintát a port-csatlakozópont állapotáról, a port-írás utasítás hatására a következő ciklus elején vált csak a kimenet értéket.

#### Általános célú regiszterek

A 16C54/55/56 mikrovezérlőkben 24 általános felhasználású regiszter van, ezek az f08...f1FH regiszterek.

A 16C57 belsejében az adattár regiszter bank-tagolású, minden Bank alsó része a 16 általános célú regiszternek felel meg, melyek a bank0 területen vannak:

f08 ... f0FH általános célú regiszterek  
f10 ... f1FH általános regiszterek a bank0-ban



11. ábra

f20 ... f2FH fizikailag az f00 ... f0FH regiszterek  
f30 ... f3FH általános regiszterek a bank1-ben  
f40 ... f4FH fizikailag az f00 ... f0FH regiszterek  
f50 ... f5FH általános regiszterek a bank2-ben  
f60 ... f6FH fizikailag az f00 ... f0FH regiszterek  
f70 ... f7FH általános regiszterek a bank3-ban,  
fizikailag tehát összesen csak 80 regiszter létezik.

**W: munkaregiszter** (Working Register). 8-bites ideiglenes regiszter, kétoperandusos utasítások egyik operandusát tárolja.

**TRISA: az A portot vezérlő regiszter.** Csak a 0...3 bitjei működnek; az A port irány-kijelölő regisztere.

**TRISB: a B portot vezérlő regiszter** A B port iránykijelölő regisztere.

**TRISC: a C portot vezérlő regiszter** A C port iránykijelölő regisztere.

A TRIS regisztereket a W regiszterben előkészített adattal lehet betölteni. Ha egy TRIS-bit 1 értékű, a megfelelő portbit bemenetként viselkedik, ha a TRIS 0: a portbit kimenet. A TRIS regisztereket csak írni lehet, a RESET folyamat tiszta 1-gyel tölti fel mindet.

**OPTION: opcióregiszter** (Prescaler/RTCC Option Register). Itt lehet aktivizálni az előosztót az RTCC vagy a WDT kiegészítő elemeként; s beállíthatjuk az előosztási értéket. Az OPTION regiszternek hat működő bitje van (11. ábra). Az OPTION regiszter kívánt tartalmát a W regiszterben kell előkészíteni s egy OPTION utasítással lehet betölteni. A RESET folyamat az OPTION regiszter minden bitjét 1-re állítja.

Az OPTION regiszter egyes bitjeinek szerepe a következő:

**RTS (bit5):** az RTCC jelforrás kijelölése, 0 esetén a belső utasítás órajel (Instruction Cycle Clock, ami a CLKOUT ponton is kilép); 1 esetén az RTCC csatlakozó lábán kialakuló élek léptetik a számlálót.

**RTE (bit4):** az RTCC-t léptető külső jel aktív élét kijelölő bit. 0 esetén az aktív él az L - H átmenet, 1 esetén a H - L.

**PSA (bit3):** az előosztót odarendelő bit (Prescaler Assignment Bit). Ha 0, az előosztó az RTCC előtt működik; ha 1, az előosztó a WDT mögött dolgozik. Ilyenkor az „előosztó” elnevezés nem logikus, de a gyártó ekkor is így nevezi a programozható osztót. A WDT-hez rendelve az osztót, az a WDT-ből kilépő jeleket számolja, így nyújtja meg a WDT működési időt. Ilyen üzemmódban az osztót a CLRWDT utasítás törli, a WDT-vel egyszerre.

**PS2, PS1, PS0 (bit2...0):** előosztási értéket meghatározó bitek, hatásuk a PSA bit értékétől is függ:

		előosztó osztási értéke, ha PSA értéke		
PS2	PS1	PS0	0(RTCC)	1(WDT)
0	0	0	1:2	1:1
0	0	1	1:4	1:2
0	1	0	1:8	1:4
0	1	1	1:16	1:8
1	0	0	1:32	1:16
1	0	1	1:64	1:32
1	1	0	1:128	1:64
1	1	1	1:256	1:128

A regiszterek alapállapotát a RESET-folyamat állítja be. A RESET-folyamatot több esemény is kiválthatja:

- a tápfeszültség bekapcsolása (Power-Up Reset),
- LOW impulzus az MCLR csatlakozón (Master Clear)
- a Watchdog Timer time-out állapota.

A RESET-folyamatot mesterségesen meghosszabbították ezekben a mikrovezérlőkben, a kb. 18 ms futási idejű Oscillator Start-up Timer révén (OST). A tápfeszültség bekapcsoláskor (Power-Up RESET) akkor indul a 18 ms-os késleltetés, amikor az MCLR ponton H szint jelenik meg; WDT time-out esetén a time-out jel végénél;



MCLR RESET esetén pedig a LOW impulzus végénél.

A RESET-folyamat hatása a következő:

- az oszcillátor fut ill. megindul, ha SLEEP állapotból ébresztettük (wake-up);
- minden TRIS bit 1 lesz, minden I/O pont bemenet;
- minden PC bit 1-re áll, így a kezdőcím;  
16C54/55 esetén: PC = 1FFH  
16C56 esetén: PC = 3FFH  
16C57 esetén: PC = 7FFH
- az OPTION regiszter minden bitje 1;
- a Watchdog Timer és utó-osztója törölődik;
- a Status Register-ben a lap előválasztó bitek 0-ra állnak;
- RC egységénél a CLKOUT jel az OSC2 lábán LOW szintű.

### 1.3. Az utasításkészlet áttekintése

A PIC mikrovezérlők nyolcbites CPU-val épültek, de az utasításaik hosszabbak. A 16C5x elemek utasításai 12 bitesek, így elfér bennük az operációs kód mellett a cím vagy az adat is. Az utasításokat három csoportra lehet osztani:

- bájt-orientált utasítások,
- bit-orientált utasítások,
- vezérlésátadó és konstansos (literal) utasítások.

A PIC 16C5x mikrovezérlők utasításkészletét az 5. táblázat foglalja össze. A táblázatban szerepeltetjük a bináris kódot is, bár ennek nincs különösebb jelentősége ennél a mikrovezérlő családnál, hiszen külső programtárból nem lehet programot végrehajtani csak a belső EPROM-ból; oda pedig a speciálisan erre a családra kialakított fejlesztő rendszer tölti be az assembler programok alapján. A táblázat megmutatja az utasítás nevét, mnemonikáját, az utasítás hatását és az utasítás által befolyásolt állapotbiteket (flag-eket).

Az utasításokban az ffff egy fájlregiszter öt bites címe. A d jelző arra utal, hogy az eredmény hova kerül. Ha d = 1, a célregiszter az utasításban megjelölt fájlregiszter; ha d = 0, az eredmény a W-be kerül. A bit-orientált utasításokban a bbb adja meg a kijelölt bit sorszámát a fájlregiszteren belül. A nyolcbites konstans (literal) és a vezérlésátadó utasításokban a nyolc vagy kilenc bites címetek kkkk... jelöli.

A bájt-orientált utasítások között adja meg a Microchip a NOP (működés nélküli) utasítást; a W vagy valamelyik fájlregisztert törölő utasításokat; a W és egy fájlregiszter tartalmán, mint két operanduson végezhető műveleteket; a fájlregiszterek tartalmát áttöltő, léptető, komplementáló, inkrementáló és dekrementáló utasításokat. Az inkrementálás és a dekrementálás feltételesen utasításátlépéssel is összeköthető, így feltételes programelágazást lehet beépíteni a szoftverbe. A bájt-orientált utasítások eredményét befogadó regiszter (célregiszter, destination) legtöbbször választható módon vagy az utasításban megnevezett fájlregiszter (ekkor a kiindulási operandus felülíródik), vagy a W.

A bit-orientált utasítás egy kiválasztott fájlregiszterben jelöl ki egy bitet, ez törölhető (Clear) vagy 1-re állítható (Set). A további két utasítás a kiválasztott bitet teszteli, s ha a feltételezett értéket találja, utasítás-átlépést valószínűsít meg - ez tehát ismét egy feltételes programelágaztatási lehetőség.

A konstansos utasítások esetében magában az utasításban található egy nyolcbites számkonstans, a literál (Literal). A konstans betölthető a W regiszterbe; más utasításokban a literál és a W tartalma között művelet írható elő (az eredmény a W-ben marad).

A vezérlő utasítások között láthatjuk az OPTION és a TRIS vezérlő regisztereket a W-ből feltöltő utasításokat, a SLEEP módba beléptető utasítást, a Watchdog Timer törölő utasítását. A szubrutinhívó utasítás (CALL) csak nyolc címbitet tartalmaz. Ez az utasítás is, és a PC közvetlen átirása is (az f2 tartalmát módosító bájt-orientált utasítás) a PC kilencedik bitjét (f2 Bit8) 0-ra módosítja.

A GOTO utasításban kilenc-bites címadat helyezhető el. A szubrutinból visszatérítő utasítás (RETLW) a szokásos RETURN funkciókon kívül (azaz a főprogram következő címének a veremből történő helyreállításán kívül) az utasításban elhelyezett konstans is betölti a W-be.

Az utasítások többségét a PIC mikrovezérlők egyetlen gépi ciklus alatt hajtják végre, a feltételt vizsgáló és a PC-t módosító utasítások igényelnek csak két ciklust. 4 MHz-es oszcillátort feltételezve így az utasításciklus ideje általában 1 µs, a hosszabbaké 2 µs.

Most, hogy áttekintettük a PIC utasításokat, igazat adhatunk a Microchip

fejlesztőinek, akik ezt az utasításkészletet tömörnek, hatékonyak, RISC jellegűnek minősítik.

### 1.4. Speciális egységek és képeségek

A PIC mikrovezérlők egyik különlegessége a beépített Watchdog timer (WDT). A Watchdog áramkör a CPU folyamatos működését ellenőrzi. Ha valamilyen zavar miatt a normál működés megszűnik, pl. egy végtelen ciklusba kerül a mikrovezérlő, vagy ha „lefagy”, a Watchdog timer egy idő után megoldja a helyzetet: kiváltja a RESET-folyamatot. A Watchdog timer egy időzítő egység, melyet a normál működésű szoftver időnként töröl. Ha ez a rendszeres törlés elmarad, az időzítő végigszámol (Time out helyzet) s kiváltja a RESET-folyamatot.

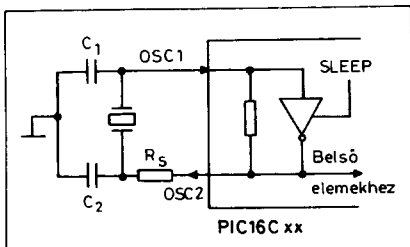
A Watchdog egység nem függhet a CPU működésétől, az alaposzcillátortól, a külső órajelektől. A PIC mikrovezérlőkben a Watchdog timer egy csipen belüli, szabadon futó RC-oszcillátorra épül, mely nem igényel külső komponenseket. Így a Watchdog timer a SLEEP állapotban is fut, amikor az alaposzcillátor leáll. Ha a felhasználónak nincs szüksége a Watchdog szolgáltatásra, a PIC programozásakor a fejlesztő rendszer segítségével letiltható ez a működés.

A WDT névleges time-out ideje 18 ms (ha az „előosztó” nincs mögéje kapcsolva vagy az osztásaránya 1 : 1). A normál működés során a programba beiktatott CLRWDT utasítás törli, s nullázza a SLEEP utasítás is; így elmarad a RESET folyamat. A time out idő pontos értéke függ a környezeti hőmérséklettől, a tápfeszültségtől, a mikrovezérlő-példánytól. Ha hosszabb time-out időre van szükség, a WDT mögé kell kapcsolni az „előosztót”, melynek osztásaránya ebben a helyzetében 1 : 128 - ig növelhető. A time-out idő így 2,5 s-ra hosszabbítható meg.

Ha a WDT eléri a time-out állapotot s kiváltja a RESET folyamatot, egyúttal a STATUS regiszterben (f3) a TO bitet is törli.

A PIC mikrovezérlők sokoldalú belső oszcillátorral készülnek, ezt négy különféle módon lehet használni. A kvarcablakos tokozású változatoknál az oszcillátor típusát a program betöltésekor lehet előírni, az OTP változatokban gyárilag beállított az oszcillátor jellege.

Bajtorientált fájlregiszter működések (ha d=0, a cél a W; ha d=1, akkor az f)					
opkód (bin)	hex.	angol utasításnév	mnemonik	működés	flag
0000 0000 0000	000	No operation	<b>NOP</b>	–	–
0000 001f ffff	02f	Move W to f	<b>MOVWF f</b>	W→f	–
0000 0100 0000	040	Clear W	<b>CLRW</b>	0→W	Z
0000 011f ffff	06f	Clear f	<b>CLRF f</b>	0→f	Z
0000 10df ffff	08f	Subtract W from f	<b>SUBWF f,d</b>	f–W→d	C,DC,Z
0000 11df ffff	0Cf	Decrement f	<b>DECF f,d</b>	f–1→d	Z
0001 00df ffff	10f	Inclusive OR W and f	<b>IORWF f,d</b>	W v f→d	Z
0001 01df ffff	14f	AND W and f	<b>ANDWF f,d</b>	W & f→d	Z
0001 10df ffff	18f	Exclusive OR W and f	<b>XORWF f,d</b>	W ⊕ f→d	Z
0001 11df ffff	1Cf	Add W and f	<b>ADDWF f,d</b>	W + f→d	C,DC,Z
0010 00df ffff	20f	Move f	<b>MOVF f,d</b>	f→d	Z
0010 01df ffff	24f	Complement f	<b>COMF f,d</b>	fneg→d	Z
0010 10df ffff	28f	Increment f	<b>INCF f,d</b>	f+1→d	Z
0010 11df ffff	2Cf	Decrement f, Skip if Zero	<b>DECFSZ f,d</b>	f–1→d, skip if zero	–
0011 00df ffff	30f	Rotate right f	<b>RRF f,d</b>	f(n)→d(n–1), C→d(7), f(0)→C	C
0011 01df ffff	34f	Rotate left f	<b>RLF f,d</b>	f(n)→d(n+1), C→d(0), f(7)→C	C
0011 10df ffff	38f	Swap halves f	<b>SWAPF f,d</b>	f(0–3)↔f(4–7)→d	–
0011 11df ffff	3Cf	Increment f, Skip if Zero	<b>INCFSZ f,d</b>	f+1→d, skip if zero	–
Bitorientált fájlregiszter működések					
opkód (bin)	hex.	angol utasításnév	mnemonik	működés	flag
0100 bbbf ffff	4bf	Bit Clear f	<b>BCF f,b</b>	0→f(b)	–
0101 bbbf ffff	5bf	Bit Set f	<b>BSF f,b</b>	1→f(b)	–
0110 bbbf ffff	6bf	Bit Test f, Skip if Clear	<b>BTFSC f,b</b>	test bit b in file f; skip if clear	–
0111 bbbf ffff	7bf	Bit Test f, Skip if Set	<b>BTFSS f,b</b>	test bit b in file f, skip if set	–
Literál (konstans) és vezérlő működések					
opkód (bin)	hex.	angol utasításnév	mnemonik	működés	flag
0000 0000 0010	002	Load OPTION register	<b>OPTION</b>	W→OPTION register	–
0000 0000 0011	003	Go into standby mode	<b>SLEEP</b>	0→WDT, stop oscillator	TO,PD
0000 0000 0100	004	Clear Watchdog timer	<b>CLRWDT</b>	0→WDT (and prescaler, if assigned)	TO,PD
0000 0000 0fff	00f	Tristate port f	<b>TRIS f</b>	W→I/O control register f	–
1000 kkkk kkkk	8kk	Return, place Literal in W	<b>RETLW k</b>	k→W, Stack→PC	–
1001 kkkk kkkk	9kk	Call subroutine	<b>CALL k</b>	PC+1→Stack, k→PC	–
1001 kkkk kkkk	9kk	Call subroutine	<b>CALL k</b>	PC+1→Stack, k→PC	–
101k kkkk kkkk	Akk	Go To address (k is 9 bits)	<b>GOTO k</b>	k→PC (9 bits)	–
1100 kkkk kkkk	Ckk	Move Literal to W	<b>MOVLW k</b>	k→W	–
1101 kkkk kkkk	Dkk	Incl. OR Literal and W	<b>IORLW k</b>	k v W→W	Z
1110 kkkk kkkk	Ekk	AND Literal and W	<b>ANDLW k</b>	k & W→W	Z
1111 kkkk kkkk	Fkk	Excl. OR Literal and W	<b>XORLW k</b>	k ⊕ W→W	Z



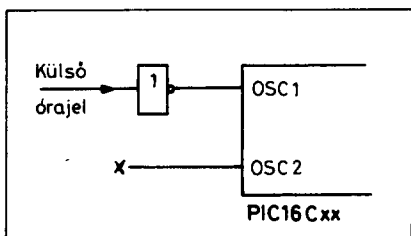
12. ábra

A PIC16C5x-XT, -HS és -LP változatoknál rezgőkvarc vagy kerámia rezonátor az oszcillátor frekvenciameghatározó eleme (12. ábra). A BASIC STAMP esetében a mikrovezérlő kerámiarezonátoros oszcillátorral működik. A soros ellenállás áramkorlátozó szerepű, a -HS oszcillátornál előírás az alkalmazása (értéke 100 Ω ... 1 kΩ közötti), az -XT típusnál akkor ajánlott, ha a rezgőkvarc AT metszésű kvarc. A kondenzátorok értéke a rezonanciafrekvenciától és a rezonátortól függ. A 6. táblázat a kerámiarezonátorhoz ajánlott kondenzátor-értékeket foglalja össze, a 7. táblázatban a rezgőkvarcok esetén ajánlott kapacitás-értékek láthatók.

Megoldható a PIC mikrovezérlők működtetése külső órajellel is, a 13. ábra szerinti kapcsolással. A külső órajel-sorozatokat ilyenkor az OSC1 pontra kell vezetni.

A 14. ábra mutatja be az RC-oszcillátor kialakítását. Az RC-oszcillátor olcsó megoldás, de a frekvenciaszabíthatósága gyengébb, mint az előző oszcillátoroké. Az RC-oszcillátor frekvenciája függ az alkalmazott RC-elemek időállandóságától, a tápfeszültségtől, a környezeti hőmérséklettől, a nyomtatott huzalozás és az IC kapacitásértékeitől. A stabilabb oszcillátort a nagyobb C és kisebb R érték adja. Az RC időzítő elemeknél az ellenállás javasolt érték-tartománya: 5 kΩ ... 100 kΩ.

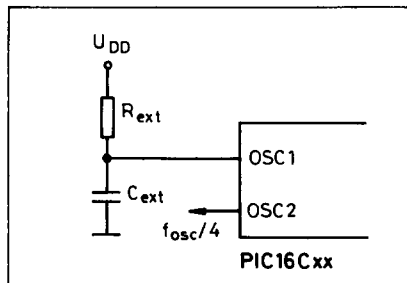
Az RC-oszcillátor időzítő elemei értékét néhány frekvenciára a 8. táblázat mutatja be. Az RC-oszcillátoros megoldásnál és a külső órajelnél az



13. ábra

6. táblázat

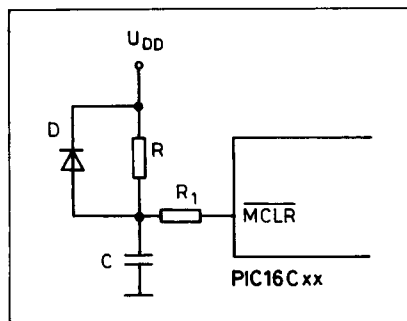
Oscillátor típusa	Rezonátor frekvenciája	Kapacitás érték $C_1 = C_2$
XT	455 kHz	150-330 pF
	2,0 MHz	20-330 pF
	4,0 MHz	20-330 pF
HS	8,0 MHz	20-200 pF



14. ábra

OSC2/CLKOUT kimeneten az oszcillátor frekvencia néggyel leosztva kilép – tesztelési és szinkronizációs célra.

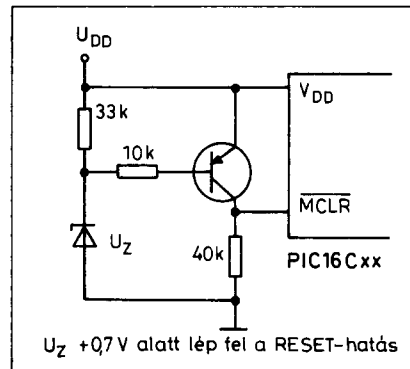
A PIC mikrovezérlő belső RESET áramköre az MCLR ponton át érhető el külső vezérlőjellel. Az alacsony szinten aktív alaphelyzetbe állító jelet a szokásos RC taggal, automatikusan elő lehet állítani a tápfeszültség bekapcsolásakor, External Power On Reset (15. ábra). Ha a PIC óragenerátora nagyobb



15. ábra

frekvenciájú és a tápfeszültség a bekapcsoláskor elég gyorsan nő, az MCLR pont közvetlenül a tápfeszültségre köthető (így alakították ki a BASIC STAMP esetében is). Az R ellenállás nem lehet 40 kΩ-nál nagyobb. Az R1 soros ellenállás áramkorlátozó szerepű, 100 Ω ... 1 kΩ közötti lehet.

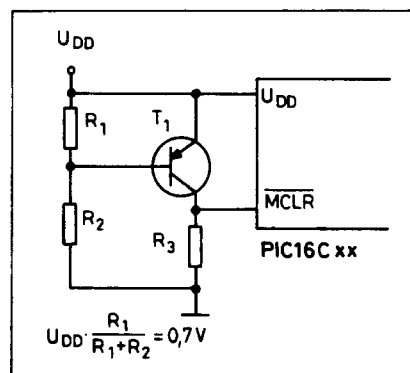
A 16. ábra Z-diódás Power Up RESET áramkört mutat be. Az áramkör



16. ábra

csökkenő tápfeszültségnél a Z-dióda küszöbfeszültsége ( $U_Z$ ) által meghatározott szintnél váltja ki a RESET folyamatot, pontosan  $U_Z + 0,7V$  szintnél. A szintérzékeny megoldás tranzisztortal is felépíthető, a 17. ábra szerint. Ez a kis kapcsolás akkor alakít ki alacsony szintet az MCLR bemeneten, ha az R1-R2 ellenállásosztó osztási pontján a feszültség kisebb, mint 0,7 V.

A PIC mikrovezérlők belső oszcillátora, mint minden, kapukból felépített RC- és kvarcoszcillátor, a bekapcsolás után egy ideig nem állít még elő pontos jelalakú és frekvenciájú órajellet. Egy további nyolcbites számláló, a Start-Up Timer szolgál a probléma megoldására. Amikor a külső alaphelyzetbeállító jel megszűnik, azaz az MCLR ponton HIGH szint alakul ki, akkor indul ez a számláló. A léptetését szintén egy csipen belüli RC-oszcillátor végzi. A számláló kb. 18 ms alatt telítődik, s ezután engedélyezi a CPU-hoz az oszcillátorjelek továbbítását. Ennyi idő alatt az órajelek többnyire már kialakulnak. Ha a SLEEP állapotból egy WDT time-out jel ébreszti a mikrovezérlőt, akkor is fellép a 18 ms-os várakozás.



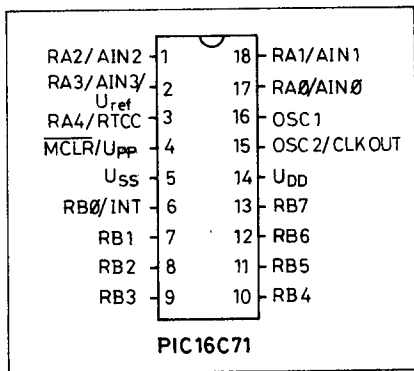
17. ábra

7. táblázat

Oscillátor típusa	Kvarc rez. frekvencia	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
LP	32 kHz	15 pF	15 pF
XT	100 kHz	15-30 pF	200-300 pF
	200 kHz	15-30 pF	100-200 pF
	455 kHz	15-30 pF	15-100 pF
	1 MHz	15-30 pF	15-30 pF
	2 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15 pF	15 pF
	20 MHz	15 pF	15 pF

8. táblázat

RC-oszcillátor		
C <sub>ext</sub>	R <sub>ext</sub>	oszcillátorfrekvencia
20 pF	5,1 k	3,33 MHz ±22%
	10 k	1,85 MHz ±22%
	100 k	189 kHz ±38%
100 pF	5,1 k	1,18 MHz ±15%
	10 k	669 kHz ±15%
	100 k	67,8 kHz ±26%
300 pF	5,1 k	46 kHz ±10%
	10 k	254 kHz ±13%
	100 k	25,1 kHz ±21%



18. ábra

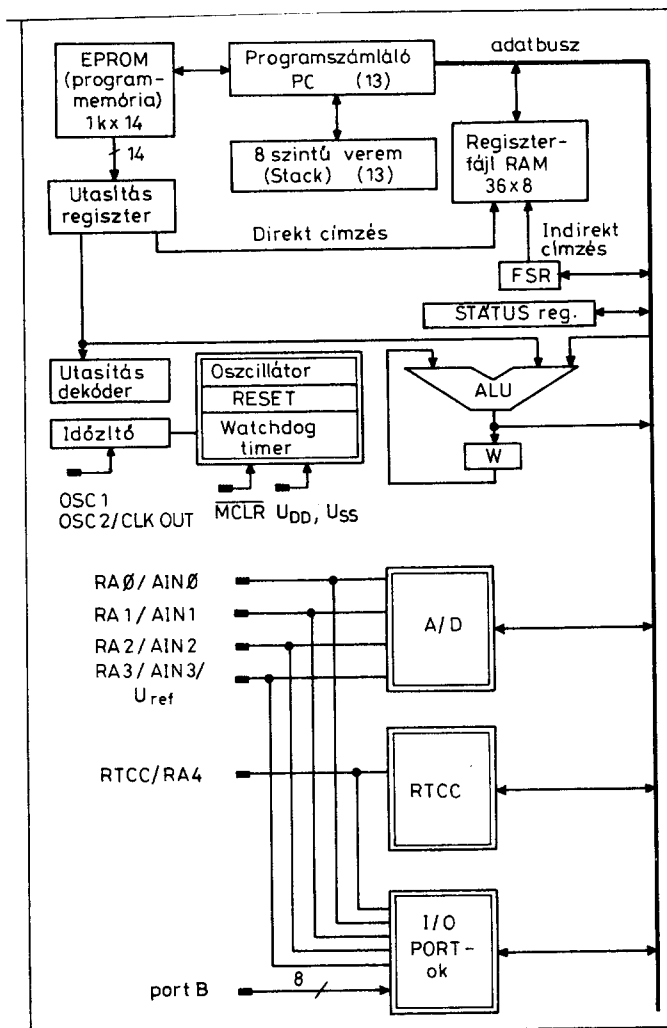
A PIC mikrovezérlők lehetőséget biztosítanak arra, hogy hosszú ideig tartó teletes üzem esetén, amikor programvégrehajtásra nincs szükség, egy minimális fogyasztású üzemmódba vezérelhessük (Power Down Mode, SLEEP). A SLEEP állapotot a SLEEP utasítással lehet kiváltani. A SLEEP állapot kezdetekor a WDT törlődik és tovább számol; a STATUS regiszterben (f3) törlődik a PD bit; a TO 1-re változik s a PIC óraoscillátor-meghajtó áramkör kikapcsolódik. A legkisebb tápteljesítményfelvételhez az szükséges, hogy az I/O pontok terheletlenek legyenek, az RTCC U<sub>DD</sub> vagy U<sub>SS</sub> szintre kerüljön, az MCLR ponton min. 0,85 U<sub>DD</sub> feszültség legyen. A SLEEP állapotból az ébredés (Wake-Up) két módon érhető el:

- a watchdog timer time-out jelére,
- az MCLR lábón beérkező LOW impulzus hatására.

A PIC mikrovezérlőkben a fejlesztőrendszer a program betöltésekor né-

hány konfigurációs információt is képes elhelyezni. Ezeket az ún. konfigurációs biztosítékok meghagyásával vagy „kiolvasztásával” lehet a PIC-ben rögzíteni. Ezek a biztosítékok a való-

ságban EPROM bitek, így a kvarcablakos tokozású mikrovezérlők esetében az alapállapot UV törléssel bármikor ismét beállítható. A négy konfigurációs biztosíték közül kettő az oszcillátor-



19. ábra

típus beállítását végzi; egy a WDT működés engedélyezésére vagy tiltására szolgál; egy pedig a programkódot védő, titkosító biztosíték. Ha ezt a bitet 0-ra programozzák (a biztosítékot kiolvasztják), többé a belső EPROM nem olvasható ki.

Ebben a titkosított állapotban a programmemória 040H címmel kezdődő területe nem programozható. Az alsó EPROM-terület (0...3FH), a konfigurációs bitek és az ID még programozhatók.

Az ID (Identifier) egy azonosító információ, mely 16 bites szintén az EEPROM-ban helyezhető el. A konfigurációs bitek és az ID a normál programvégrehajtás közben nem érhetőek el. A fejlesztőrendszer ajánlja fel az ID betöltését - beírható ide egy, az EPROM tartalomra vonatkozó check-sum vagy egy tetszőleges jelszó, megnevezés.

## 2. A PIC16C71 mikrovezérlő

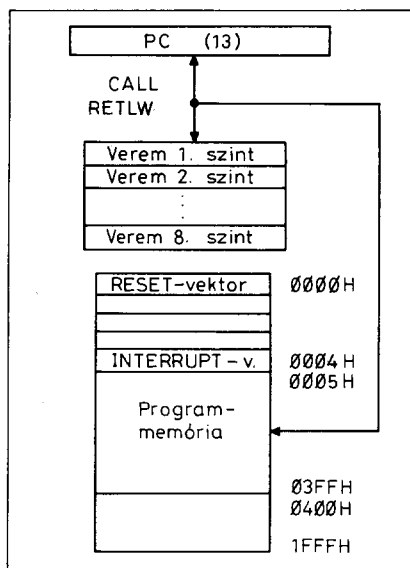
A PIC16C71 a PIC16C5x család továbbfejlesztett változata, elképzelhető, hogy egy későbbi népesebb 16C7x család első tagja. A Microchip kissé átrendezte a mikrovezérlő belső felépítését: minden belső programozható egységet fájlregiszteren keresztül lehet kezelni. Módosítottak a programtár címzési rendszerén is, az utasításkészletet néhány utasítással bővítették. Lényeges módosítás, hogy az utasítás szóhossza 14 bit lett.

A legfontosabb hardveres újdonság pedig az, hogy a '71 belső A/D átalakítót is tartalmaz, előtte négycsatornás analóg multiplexerrel. A 8-bites felbontású A/D konverziós ideje 20 µs. A bekapcsolási folyamat alatt újabb védelmek javítják a biztonságos programkezdés feltételeit.

A PIC16C71 mikrovezérlő PDIP, SOIC és CERDIP tokozással készül, 18 kivezetéssel (18. ábra). Tulajdonképpen a 16C54, 56 lábkiosztásával kompatibilis, az új csatlakozópontokat (az analóg bemeneteket) az A port pontjainak alternatív funkcióiként alakították ki.

### 2.1. A PIC16C71 felépítése, regiszterei

Ha a 19. ábrán megvizsgáljuk a 16C71 belső felépítését, a felsorolt módosítások egy részét azon is fel lehet fedezni, s az is látható, hogy a veremtár



20. ábra

8-szintesre bővült. A programszámláló és a verem szóhosszúsága láthatóan 13 bit, ami szintén arra utal, hogy várható a 71-es család bővülése (a 16C71 belső programmemóriája címzésére elegendő lenne 10 bit). A PIC 16C71 is készül kvarcablakos CERDIP tokozással is és zárt, műanyag tokkal (OTP változat).

A regiszterfájl területén találhatóak a programozható belső elemek kezelésére szolgáló regiszterek, az egyéb speciális regiszterek s az általános célú regiszterek is. A 16C71-ben már nincsenek a regiszter-fájlon kívüli speciális regiszterek, csak az akkumulátor-ként szolgáló W regiszter.

Mivel a 16C71 a 16C5x elemek továbbfejlesztése, sok részletben azokkal azonos módon működik. A továbbiakban csak az új részletekkel foglalkozunk ezért, illetve azokkal a részletekkel, melyekben módosított a Microchip. Az új csatlakozópontok a következők:

- RA4/RTCC ha ezt a lábat nem használjuk külső RTCC léptető jel bevezetésére, az A port ötödik pontjaként lehet alkalmazni.
- RA0/AIN0 Az A port „0” pontja, alternatív funkciója: analóg bemenet (0).
- RA1/AIN1 Az A port „1” pontja, alternatív funkciója: analóg bemenet (1).
- RA2/AIN2 Az A port „2” pontja, alternatív funkciója: analóg bemenet (2).

RA3/AIN3/VREF

Az A port „3” pontja, alternatív funkciói: analóg bemenet (3) illetve analóg referencia feszültség.

RB0/INT

A B port „0” pontja, alternatív funkciója: megszakításkérés.

A 13-bites programszámláló (PC) 8K × 14 bit kapacitású programmemória címzésére alkalmas, a 16C71-ben megvalósított 1K × 14 bites programtár e címezhető terület alsó 1K-s része; így a kezelt memória címtartomány: 000H ... 3FFH. RESET után a 000H címről indul a programvégrehajtás, a megszakításkezelő szubrutin belépési pontja: 004H. A programmemória és a veremtár elrendezése a 20. ábrán látható.

A 13-bites PC sajátos szerkezetű. Az alsó nyolcbites rész, azaz a PC alsó bájta (PCL) olvasható és írható regiszter (02H). A felső bájtot (PCH) közvéltlenül nem is írható, nem is olvasható. Ezt a felső bájtot a PCLATH regiszteren (0AH) keresztül lehet írni. Ha egy CALL, GOTO vagy PC-be író utasítás új értéket tölt be az utasításszámlálóba, a PCH automatikusan feltöltődik a PCLATH regiszterből. Ez a „feltöltés” azonban még érdemel néhány szót.

Az egyik elkülönítetten kezelt eset az, ha úgy módosul a PC tartalma, hogy egy utasításban adatmozgatáskor a PCL szerepel célregiszterként. Az adatkezelő utasítások nyolcbites adatokkal működnek, így maga az utasítás a PC-ben kizárólag az alsó bájtot, azaz a PCL-t változtatja (f02H). A PC felső bitjei (PC8...12) ekkor a PCLATH öt bitjét veszik át (PCLATH0...4).

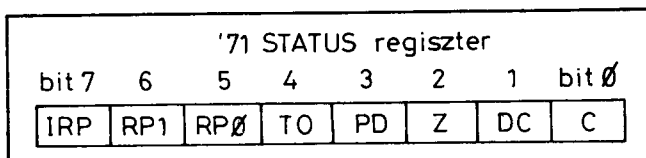
A vezérlésátadó utasítások (GOTO, CALL) a 16C71 esetében 11-bites címet tartalmaznak. Ez a 11 bit feltölti a PCL-t, továbbá a PC felső bájtban a PC8... 10 biteket. Ebben az esetben a PCLATH regiszterből csak a két legfelső bit, a PCLATH3...4 töltődik át a PC11...12 bitekbe.

A 16C71 adatmemóriája (a regiszter-fájl) SRAM jellegű, 256 × 8 bit szervezésű belső tár (21. ábra). Az adatmemória minden rekesze elérhető akár direkt, akár indirekt módon. Az indirekt címzés itt is a 00H című fiktív fájlregiszter megjelölésével valósul meg, amikor is a címet a 04H című FSR (File Select Register) tartalma adja. Az adatmemória lapokra tagolódik, egy-egy lap 128 × 8 méretű. A speciális célú regiszterek a lapok alján helyezkednek el; van amelyik mindkét lapon elérhető

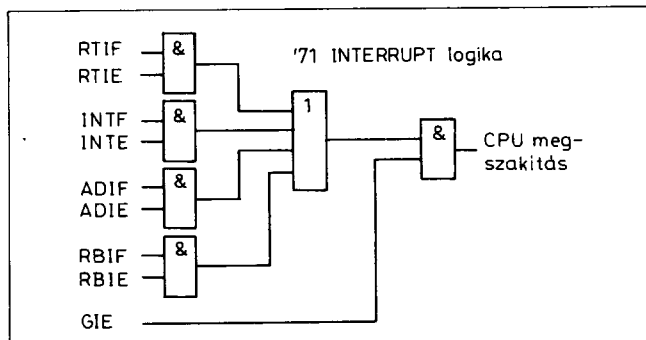
Fájl cím	Indir cím (')	Indir cím (')	
00			80
01	RTCC	OPTION	81
02	PCL	PCL	82
03	STATUS	STATUS	83
04	FSR	FSR	84
05	PORT A	TRIS A	85
06	PORT B	TRIS B	86
07	-	-	87
08	ADCON 0	ADCON 1	88
09	ADRES	ADRES	89
0A	PCLATH	PCLATH	8A
0B	INTCON	INTCON	8B
0C			8C
	36 ált. célú RAM-rekesz	A page 0 ismétlése (árnyéka)	
2F			AF
30	Nem létező memóriaterület (olvasáskor 0-t ad)		B0
7F			FF
	Page 0	Page 1	

('): fizikailag nem létező

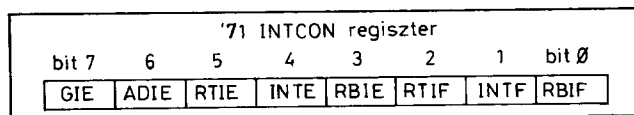
21. ábra



22. ábra



23. ábra



24. ábra

9. táblázat

Reg.	Cím	Power-on RESET (POR)	WDT time-out reset, normál működéskor	WDT timeout reset, SLEEP-ből	MCLR reset, normál működéskor	MCLR reset, SLEEP-ből	Ébredés megszakításra
W	-	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
INDIR	00H	-	-	-	-	-	-
RTCC	01H	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PC	02H	000h	0000h	PC+1	0000h	0000h	PC+1
STATUS	03H	0001 1xxx	0000 1uuu	uuu0 0uuu	000u uuuu	000u 0uuu	uuu1 0uuu
FSR	04H	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uu uu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORT A	05H	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORT B	06H	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
TRIS A	85H	---1 1111	---1 1111	---u uuuu	---1 1111	---1 1111	---u uuuu
TRIS B	86H	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
OPTION	81H	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
ADCON0	08H	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu	0000 0000	0000 0000	uuuu uuuu
ADCON1	88H	---- --00	---- --00	---- --uu	---- --00	---- --00	---- --uu
ADRES	09H	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PCLATH	0AH	---0 0000	---0 0000	---u uuuu	---0 0000	---0 0000	---u uuuu
INTCON	0BH	0000 000x	0000 000u	uuuu uuuu	0000 000u	0000 0000	uuuu uuuu

- : nem létező bit, olvasva 0; u: nem változó bit; x: nem adható meg egyértelműen

(pl. a PCL, a STATUS, az FSR stb.), ezekre a programban a két lehetséges cím bármelyikével lehet hivatkozni.

A fájlreferenciás utasításokban illetve az FSR-ben 7 bit szolgál a fájlregiszterek címzésére, tehát csak a lapon belüli cím szerepel itt. A lapok címzése a STATUS regiszter két bitje (RP1, RP0) értékével valósul meg.

A két adatmemória lap (Page0, Page1) alsó 12 címén találhatóak a speciális funkciójú regiszterek, a következő 36 rekeszt fizikailag csak egyszer valószínűsítették meg - a Page0-n. Ha magasabb lapon ez a terület címeződik, fizikailag akkor is a Page0 megfelelő regisztereit éri el a CPU. A lapok felső 80 rekesze a 16C71-ben nincs megvalósítva. A 9. táblázatban lehet megtalálni a speciális regiszterek RESET-események utáni induló tartalmát. Azt is bizonyítja a táblázat, hogy a különféle RESET-okok a regiszterek kezdőértékét is különbözőre állíthatják.

Új regiszter a PC felső bájtot tároló PCLATH. Az OPTION, a TRIS regiszterek a 16C5x családban látottakkal azonos módon működnek, csak bekerültek a fájlregiszter-területre. Az OPTION tartalma is módosult (22. ábra). A felső három bit szerepe változott:

IRP: regiszter lapválasztó bit indirekt címzéshez (valószínűleg ez a bit is a későbbi változatokban jut valódi szerephez); indirekt fájlregiszter címzéskor a lapcím:  
IRP: 0: Page 0, 1 (00 ... FFH)  
IRP: 1: Page 2, 3 (100 ... 1FFH).  
RP1,RP0: regiszter lapválasztó bitpáros direkt címzéshez (a 16C71-ben csak az RP0 működik):  
RP1,0 00: Page0 (00 ... 7FH)  
01: Page1 (80 ... FFH)  
10: Page2 (100 ... 17FH)  
11: Page3 (180 ... 1FFH).

A 16C71 a korábbi PIC mikrovezérlők egyik nagy hiányosságát már nem örökölte. A 16C5x alkalmazói gyakran kifogásolták, hogy az 5x elemcsaládnak nincs megszakításkezelése. A 16C71 már négy megszakítás-forrást tud kezelni:

- az INT csatlakozólábon érkező külső megszakítást (INTF),
- az RTCC túlsordulását jelző megszakítást (RTIF),
- az A/D modulnál a konverzió végét jelző megszakítást (ADIF),

- a B Port felső bitjein (RB: 4) fellépő értékváltozás miatti megszakítást (RBIF).

A globális megszakítás-engedélyező bit (GIE) minden megszakítást letilthat - ha engedélyezzük -, még egyenként a saját maszkbitjükkel külön-külön letilthatók a megszakítások. A megszakítási rendszer logikai felépítése a 23. ábrán látható, az egyes itt megjelenő jelek az INTCON illetve az ADCON0 regiszterben találhatóak meg.

A megszakítások mindannyian maszkolhatóak, az egyes független engedélyező bitek és a globális engedélyező bit az INTCON regiszterben (0BH) találhatóak. Ugyancsak az INTCON regiszterben találjuk meg az RBIF, INTF és RTIF megszakításigény jelző biteket. (Az A/D konverzió végét jelző ADIF bit az ADCON0 regiszterben van elhelyezve). Az INTCON regiszter bitelrendezése a 24. ábrán látható. Minden megszakítás-engedélyező bit esetében 0 jelzi a tiltást, 1 az engedélyezést. Minden megszakításkérés-jelet szoftverrel kell törölni. Az INTCON regiszter bitjei:

GIE: általános (globális) megszakítás-engedélyezés  
ADIE: az A/D konverzió megszakítását engedélyező bit  
RTIE: az RTIF-et engedélyező bit  
INTE: az INTF-et engedélyező bit  
RBIE: az RBIF-et engedélyező bit  
RTIF: RTCC túlsordulás megszakításkérő flag  
INTF: az INT lábba érkezett kérés flag-je  
RBIF: a B Port lábakon fellépett változás miatti megszakítást igénylő flag.

A GIE a RESET folyamat során 0-ra vált, így a megszakítások tiltottak lesznek. Hasonlóképpen tiltott állapotúra vált a GIE, ha a CPU egy megszakításkérést elfogadott, így minden további megszakítás-elfogadás tiltott. A megszakítás-elfogadás ciklus következő eseménye az, hogy a PC-ből a következő programlépés címe a verembe kerül, majd a PC-be betöltődik a 004H érték. A megszakításkezelő rutinak kell megvizsgálnia a megszakításkérő flag-eket, így állapíthatja meg a megszakítás-forrást. A megszakítás flag-et törölni kell, mielőtt ismét engedélyezzük a megszakítás-elfogadást. A RETFIE utasítás, mely a megszakításkezelő rutinból való visszatérés utasítása, egyúttal engedélyezi is a megszakítás elfogadását (a GIE bitet 1-re váltja).

A külső megszakításkérés az RB0/INT kétfunkciós csatlakozólábon beérkező kérést jelenti. Ez a kérés lehet felfutó vagy lefutó él - az OPTICON regiszterben található INTEDG bittől függően. Ha egy aktív él fellép az INT ponton, az INTF bit bebillen az INTCON regiszterben. Ha nincs letiltva a megszakítás elfogadása, a CPU elfogadja. Ha a SLEEP állapotba úgy léptetjük be a 16C71-et, hogy a külső megszakítást engedélyezzük, egy későbbi megszakításkérő hardver-jel „fel tudja ébreszteni”, a GIE-től függetlenül. Az, hogy az ébredés után mi történik a továbbiakban, már a GIE értéktől függ.

Az RTCC megszakítás akkor keletkezik, ha az RTCC számláló tartalma FFH értékről 00H-ra változik (túlsordulás). Ez az esemény bebillenti az INTCON-ban az RTIF bitet. Mivel a SLEEP állapotban a CPU bénítja az RTCC működését, ez a megszakítás nem képes felébreszteni a mikrovezérlőt.

A B port négy bitjén lévő bitelrendezés változása is kelthet megszakítást. Ha ezek a portvonalak bemenetként szerepelnek, minden utasításciklusban összehasonlítja a CPU a korábban betárolt utolsó bemeneti értéket és a pillanatnyi bemenő értéket. Ha eltérés tapasztalható, ezt az RBIF flag bebillenése jelzi az INTCON-ban. Ha a négy felső B portbit valamelyikét vagy többet kimenetként konfiguráljuk, akkor azzal kirekesztjük az összehasonlító vizsgálatokból. Ez a megszakítástípus is képes arra, hogy SLEEP állapotból felébressze a mikrovezérlőt. Ha a tárolt legutolsó bemeneti érték és a pillanatnyi bemenet esetleges különbségét meg kívánjuk szüntetni, egy port B olvasó utasítást kell kiadnunk.

A negyedik megszakítási forrás a csipre telepített A/D konverter egység. Az átalakítás befejezésekor az ADCON0-ban 1-re vált az ADIF flag.

A 16C71 utasításkészlete nem tér el jelentősen a 16C54 utasításkészletétől (10. táblázat). Az a fejlesztési lépés, hogy a speciális regisztereket beépítették a fájlregiszterek közé, lehetővé teszi, hogy jelentősen eltérő hardver elemkészletű mikrovezérlőknek azonos legyen az utasításkészlete. A regiszterek írása és olvasása alaputasítás. Ha e regiszterek köre bővül, illetve más-más belső elem kezelésére szolgálnak, az az utasításkészletben nem jelentkezik eltérésként! Talán még



Bajtorientált fajtregiszter működések (ha d=0, a cél a W; ha d=1, akkor az f)					
opkód (bin)	hex.	angol utasításnév	mnemonic	működés	flag
00 0111 dfff ffff	07ff	Add W and f	<b>ADDWF f,d</b>	$W + f \rightarrow d$	C,DC,Z
00 0101 dfff ffff	05ff	AND W and f	<b>ANDWF f,d</b>	$W \& f \rightarrow d$	Z
00 0001 1fff ffff	018f	Clear f	<b>CLRF f</b>	$0 \rightarrow f$	Z
00 0001 0xxx xxxx	0100	Clear W	<b>CLRW</b>	$0 \rightarrow W$	Z
00 1001 dfff ffff	09ff	Complement f	<b>COMF f,d</b>	$\text{neg}f \rightarrow d$	Z
00 0011 dfff ffff	03ff	Decrement f	<b>DECf f,d</b>	$f-1 \rightarrow d$	Z
00 1011 dfff ffff	0Bff	Decrement f, Skip if Zero	<b>DECFSZ f,d</b>	$f-1 \rightarrow d$ , skip if zero	-
00 1010 dfff ffff	0Aff	Increment f	<b>INCF f,d</b>	$f+1 \rightarrow d$	Z
00 1111 dfff ffff	0Fff	Increment f, skip if Zero	<b>INCFSZ f,d</b>	$f+1 \rightarrow d$ , skip if zero	-
00 0100 dfff ffff	04ff	Inclusive OR W and f	<b>IORWF f,d</b>	$W \vee f \rightarrow d$	Z
00 1000 dfff ffff	08ff	Move f	<b>MOVF f,d</b>	$f \rightarrow d$	Z
00 0000 1fff ffff	008f	Move W to f	<b>MOVWF f</b>	$W \rightarrow f$	-
00 0000 0xx0 0000	0000	No Operation	<b>NOP</b>	-	-
00 1101 dfff ffff	0Dff	Rotate left f	<b>RLF f,d</b>	$f(n) \rightarrow d(n+1)$ , $C \rightarrow d(0)$ , $f(7) \rightarrow C$	C
00 1100 dfff ffff	0Cff	Rotate right f	<b>RRF f,d</b>	$f(n) \rightarrow d(n-1)$ , $C \rightarrow d(7)$ , $f(0) \rightarrow C$	C
00 0010 dfff ffff	02ff	Subtract W from f	<b>SUBWF f,d</b>	$f-W \rightarrow d$	C,DC,Z
00 1110 dfff ffff	0Eff	Swap halves f	<b>SWAPF f,d</b>	$f(0-3) \leftrightarrow f(4-7) \rightarrow d$	-
00 0110 dfff ffff	06ff	Exclusive OR W and f	<b>XORWF f,d</b>	$W \oplus f \rightarrow d$	Z
Bitorientált fajtregiszter működések					
01 00bb bfff ffff	1bff	Bit Clear f	<b>BCF f,b</b>	$0 \rightarrow f(b)$	-
01 01bb bfff ffff	1bff	Bit Set f	<b>BSF f,b</b>	$1 \rightarrow f(b)$	-
01 10bb bfff ffff	1bff	Bit Test f, Skip if Clear	<b>BTFSF f,b</b>	test bit b in file f, skip if clear	-
01 11bb bfff ffff	1bff	Bit Test f, Skip if Set	<b>BTFSF f,b</b>	test bit b in file f, skip if set	-
Literál konstans és vezérlő működések					
11 111x kkkk kkkk	3Ekk	Add literal to W	<b>ADDLW k</b>	$k + W \rightarrow W$	C,DC,Z
11 1001 kkkk kkkk	39kk	AND Literal and W	<b>ANDLW k</b>	$k \& W \rightarrow W$	Z
10 0kkk kkkk kkkk	2kkk	Call Subroutine	<b>Call k</b>	$PC+1 \rightarrow TOS$ , $k \rightarrow PC$ PCLATH4:3 $\rightarrow PC$	-
00 0000 0110 0100	0064	Clear Watchdog timer	<b>CLRWDT</b>	$0 \rightarrow WDT$ (and prescaler, if assigned)	TO,PD
10 1kkk kkkk kkkk	2kkk	Go To address	<b>GOTO k</b>	$k \rightarrow PC10:0$ , PCLATH4:3 $\rightarrow PC$	-
11 1000 kkkk kkkk	38kk	Incl. OR Literal and W	<b>IORLW k</b>	$k \vee W \rightarrow W$	Z
11 00xx kkkk kkkk	30kk	Move Literal to W	<b>MOVLW k</b>	$k \rightarrow W$	-
00 0000 0000 1001	0009	Return from interrupt	<b>RETfIE</b>	$TOS \rightarrow PC$ , '1' $\rightarrow GIE$	-
11 01xx kkkk kkkk	34kk	Return, place literal in W	<b>RETLW k</b>	$k \rightarrow W$ , $TOS \rightarrow PC$	-
00 0000 0000 1000	0008	Return from subroutine	<b>RETURN</b>	$TOS \rightarrow PC$	-
00 0000 0110 0011	0063	Go into standby mode	<b>SLEEP</b>	$0 \rightarrow WDT$ , stop osc.	TO,PD
11 110x kkkk kkkk	3Ckk	Subtract W from literal	<b>SUBLW k</b>	$k-W \rightarrow W$	C,DC,Z
11 1010 kkkk kkkk	3Akk	Excl. OR Literal and W	<b>XORLW k</b>	$k \oplus W \rightarrow W$	Z
00 0000 0110 0010	0062	Load OPTION register	<b>OPTION</b>	$W \rightarrow \text{OPTION reg.}$	-
00 0000 0110 0fff	006f	Tristate port f	<b>TRIS f</b>	$W \rightarrow \text{I/O control reg.}$	-

szemléletesebben bizonyítja majd ezt az állítást az, hogy a 16C71 és a 16C84 utasításkészlete teljesen azonos - holott majd látjuk, hogy a speciális részletekben a hardver jelentősen különbözik!

A 16C71 utasításai között megtalálható az OPTION és a TRIS utasítás, csak azért, hogy az utasításrendszer a 16C5x elemekkel kompatibilis maradjon. A Microchip azt ajánlja, hogy ha a későbbi PIC mikrovezérlőkkel is kompatibilis programot kívánunk készíteni, ezt a két utasítást inkább ne használjuk.

Új utasítások is megjelentek. A RETLW mellett egy egyszerűbb visszatérítő utasítás is van már a készletben, a RETURN; a megszakítási szubrutinból egy további utasítással kell visszatérni, ez a RETFIE. Még két új utasítást lehet a táblázatban felfedezni: a 16C71 a W tartalmát ki tudja vonni egy konstans (Literal) értékéből (SUBLW), illetve hozzá tudja adni ahhoz (ADDLW).

Mivel az új változatoknál (16C71, 16C84) már nagyobb belső memória-kapacitásokra is felkészültek a fejlesztők, tovább növelték az utasításszó hosszát. A táblázatból is láthatóan az utasítások 14 bitesek. Érdekes eredményre vezet, ha összehasonlítjuk a 16C5x utasítástáblázatát a 16C71 utasítástáblázatával. Sok utasításnál a két mikrovezérlőnél megegyezik a gépi kód érdemi része, de találunk eltéréseket is.

A PIC mikrovezérlőkhöz a Microchip fejlesztőrendszereket is forgalmaz. Hazánkban azonban nem ezek a fejlesztőeszközök terjedtek el, hanem a Parallax cég termékei. A Parallax fejlesztőrendszerek sokoldalú szolgáltatásaik mellett is kedvező árfekvésűek, és emellett egy különleges többletet is nyújtanak. A PIC mikrovezérlők 32...35 utasításfajtaból álló utasításkészlete nem elégítette ki a Parallax fejlesztőit, mivel korábban már sok különféle mikrovezérlőhöz készítettek szoftver-fejlesztéseket. Ugyanakkor a PIC mikrovezérlő hardvere és utasításai elvileg minden „szokásos” mikrovezérlő-működést lehetővé tesznek, legfeljebb nem egy, hanem két, esetenként három utasítás felhasználásával. A Parallax PIC fejlesztőrendszer nagyszámú „új utasítást” tartalmaz, melyeknek új mnemonikja is van. Ezek tulajdonképpen az eredeti Microchip utasítások egymásutáni végrehajtásából álló apró makrók, önálló mnemonikkal, formátummal. Mivel az új utasítások

11. táblázat

Port csatl. pont	Bitn	Funkció	Alternatív funkció
RA0/AIN0	bit0	I/O Port, TTL	Analóg bem., #0 csatoma
RA1/AIN1	bit1	I/O Port, TTL	Analóg bem., #1 csatoma
RA2/AIN2	bit2	I/O Port, TTL	Analóg bem., #2 csatoma
RA3/AIN3	bit3	I/O Port, TTL	Analóg bem., #3 csatoma vagy kis referenciafeszültség (U <sub>ref</sub> )
RA4/RT	bit4	I/O Port. Kimenet: nyitott kollektoros, bemenet: Schmitt-triggeres	Külső léptető jel az RTCC-hez

12. táblázat

Regiszter	Funkció	Cím	Power-on kezdőérték
PORTA	olvasva: PORTA csatl. pontok írva: PORTA latch	05H	... x xxxx
TRISA	PORTA irány kijelölő reg.	85H, Page 1	... 1 1111
ADCON1	A/D konverter vezérlő reg.	88H, Page 1	... .. 00

x: nem adható meg egyértelműen; -: nem létező bit, olvasva 0

13. táblázat

Port csatl. pont	Bitn	Funkció	Alternatív funkció
RB0/INT	bit0	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	Külső megszakítás
RB1	bit1	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	
RB2	bit2	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	
RB3	bit3	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	
RB4	bit4	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	Megszakítás PORT bemenet változáskor
RB5	bit5	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	Megszakítás PORT bemenet változáskor
RB6	bit6	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	Megszakítás PORT bemenet változáskor
RB7	bit7	I/O Port, TTL bemenet, pogramozható felhúzó ell.	Megszakítás PORT bemenet változáskor

mnemonikjai is újak, lehetővé vált, hogy a Parallax fejlesztővel történő szoftverkészítéskor e kétféle utasításrendszert a felhasználó teljesen vegyesen alkalmazza programjaiban.

A 16C71 is tartalmazza a watchdog timert és az induló oszcillátor jelkiala-

kulásáig a CPU-t várakoztató egységet, az Oscillator start-Up Timer-t (OST), amely a 16C71-ben a meginduló oszcillátor impulzusaiból 1024-et leszámol, s csak ezután enged a CPU-hoz az órajeleket. De egy további védelmi egységet is beépítettek, ez pedig a Po-

wer-Up Timer (PWRT), a tápfeszültség felépülési folyamat alatt a CPU-t bényítő áramkör. Ez 72 ms névleges időtartamú késleltetésével megakadályozza, hogy a tápfeszültség végleges kialakulása előtt a mikrovezérlő működése megkezdődjék. A két védelmi egység közül, a tápfeszültség növekedése hatására, a PWRT lép először működésbe. Amikor ez a várakozási idő „lejár”, akkor indul az OST, s ennek kifutását követően kezdődik meg a mikrovezérlőben a programvégrehajtás.

Megtalálható a 16C71-nél is a SLEEP állapot, s az onnan történő ébresztési lehetőségek sora is; újdonságot a megszakításos ébresztési lehetőségek jelentenek. Ugyancsak a 16C5x sorozattal egyezők az oszcillátor-lehetőségek is.

Valamelyest módosultak a port-egységek, mivel az új funkciókat az eredeti port-képességek kiegészítéseként, alternatív működési módokként alakították ki. Az A port a 16C71-ben 8 bites, mert az RTCC léptető bemeneti pont, ha nem használjuk az RTCC számoltatására, portbitként használható. Az A port alsó négy pontja (RA0...3) vagy digitális I/O pontként, vagy analóg bemenetként használható. Az A port csatlakozópontjai alkalmazási lehetőségeit a 11. táblázat foglalja össze. A speciális regiszterek közül a PORTA (f5H) az adatregiszter, a TRISA (f85H) az irányjelölő regiszter (csak az alsó öt bitje működik). Az analóg működés programozására az ADCON1 regiszter szolgál (f88H), ennek két bitje határozza meg az RA0...3 lábak analóg vagy digitális működését. Az A port vezérlésére használható regisztereket a 12. táblázat ismerteti.

A B port újdonsága, hogy a felső biteken kialakuló értékváltozások megszakítást okozhatnak. A B port pontjainak funkcióit a 13. táblázat mutatja be. A port csatlakozópontjaira, ha kimenetként konfigurálódnak, egy-egy belső felhúzó elem (vezérelhető áramgenerátor) kapcsolódik a csip-en, kb. 250  $\mu$ A áramerősséggel. Ha nincs szükség ezekre, az OPTION regiszter legfelső bitje segítségével kikapcsolhatók. A B port kezelőregiszterei is a fájlregiszter mezőbe kerültek (14. táblázat).

Az időzítő/számláló és az előosztó felépítése, működtetése megegyezik a 16C5x elemeknél leírtakkal.

Az OPTION regiszter a 16C5x mikrovezérlőkben kihasznált alsó bite-

14. táblázat

Regiszter	Funkció	Cím	Power-on kezdőérték
PORTB	olvasva: PORTB csatl. pontok írva: PORTB latch	06H	xxxx xxxx
TRISB	PORTB irány kijelölő reg.	86H	1111 1111
OPTION	Felh. elem programozó reg. (RBPU bit)	88H	1111 1111

15. táblázat

Regiszter név (bit)	Funkció	Cím
ADRES	A/D eredmény	09H
ADCON0	A/D vezérlés és állapot	08H
ADCON1	A/D vezérlés	88H
INTCON (bit ADIE)	Megszakítás vezérlés	0BH

'71 OPTION regiszter							
bit 7	6	5	4	3	2	1	bit 0
RBPU	INTEDG	RTS	RTE	PSA	PS2	PS1	PS0

25. ábra

ken ugyanúgy működik, de itt a felső biteknek is van szerepük (25. ábra):

**RBPU:** a B port felhúzó ellenállásainak vezérlése

0: a felhúzó ellenállások engedélyezése

1: a felhúzó ellenállások tiltása.

**INTEDG:** Aktív él kijelölése az INT külső megszakításhoz

0: lefutó élre aktív

1: felfutó élre aktív.

## 2.2. A PIC16C71 A/D konverziós egysége

A megszakítási lehetőségek mellett a PIC16C71 legfontosabb újdonsága az A/D átalakítás. A csipre integrált A/D modul négy analóg bemenetet tud kezelni, ezekre analóg multiplexeren keresztül egy mintavevő-tartó majd egy A/D konverter kapcsolódik.

A nyolcbites konverter referenciafeszültsége kívülről is bevezethető az

16. táblázat

Vezérlő bitek ADCS1, ADCS0	$t_{ad}$ (>2 $\mu$ s)
0 0	2 $t_{osc}$
0 1	8 $t_{osc}$
1 0	32 $t_{osc}$
1 1	$t_{rc}$ (2 $\mu$ s ... 6 $\mu$ s; névl.: 4 $\mu$ s)

IC-be vagy belül is képezhető, az  $U_{DD}$ -ből. Az A/D átalakító szukcesszív approximációs típusú, az eredmény az ADRES regiszterben érhető el. Az analóg jelkezelés regisztereit a 15. táblázat tartalmazza. A konverzió előtt ki kell jelölni a megfelelő csatornát, majd elegendő időt kell hagyni a mintavételre. Az A/D egység működési ideje az oszcillátorfrekvencia függvényei. A minimálisan szükséges konverziós időtartam 20  $\mu$ s. A konverzió inicializálásakor az ADCON0 regiszterben 1-re kell állítani a vezérlő bitet (GO/DONE). Amikor a konverzió befejeződik, a GO/DONE bit automatikusan 0-ra változik s egyúttal aktivizálódik az A/D megszakításkérés is

Az A/D modul a két ADCON regiszter felhasználásával lehet vezérelni (ADCON0: f08H és ADCON1: f88H). Az ADCON0 bitjei a 26. ábrán láthatók:

**ADON:** az A/D modul be- ill. kikapcsolása  
**0:** az A/D modul kikapcsolja, így az nem fogyaszt tápáramot  
**1:** az A/D modul működik.

ADCON0 regiszter							
bit 7	6	5	4	3	2	1	bit 0
ADCS1	ADCS0	ait.	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADIF	ADON

26. ábra

ADCON1 regiszter									
bit 7	6	5	4	3	2	1	bit 0		
-	-	-	-	-	-	PCFG1	PCFG0		

27. ábra

- ADIF:** az A/D konverzió befejezését jelző flag, a konverzió végén 1-re vált; szoftverrel kell törölni.
- GO/DONE:** A/D konverziót indító vezérlő bit 1-re állítása indítja az A/D átalakítást, a konverzió befejeztével a hardver automatikusan nullázza.
- CHS1,CHS0:** az analóg csatorna sorszámát lehet itt beállítani (00...11).
- bit6:** általánosan használható, írható/olvasható bit (valószínű, hogy későbbi nagyobb csatornaszámú multiplexer cím-bitjének tartották fenn).
- ADCS1,ADCS0:** az A/D konverzió órajelét lehet itt kiválasztani, a 16. táblázat szerint.

Az ADCON1 regiszterben működő biteket a 27. ábra mutatja be. Az A port konfigurálását a PCFG0...1 bitek írják elő:

PCFG1,0	RA0,RA1	RA2	RA3	U <sub>REF</sub>
0 0	an. bem.	an. bem.	an. bem.	U <sub>DD</sub>
0 1	an. bem.	an. bem.	ref. bem.	RA3
1 0	an. bem.	dig. bem.	dig. bem.	U <sub>DD</sub>
1 1	dig. bem.	dig. bem.	dig. bem.	-

Az A/D konverzió szinkronizációs időegysége: tad. Ezt az időtartamot az ADCS1, 0 bitektől függően vagy a PIC órajeléből, vagy egy független belső RC oszcillátorból állítja elő a mikrovezérlő. A tad az egyes bitek konverziós időigénye: a teljes átalakítás időtartama 10 tad. A tad legkisebb lehetséges értéke: 2 μs.

Ha megkezdett A/D konverzió közben a mikrovezérlő SLEEP módba kerül, s az A/D egység szinkronizációja az OSC1 jelből volt előírva, a konverzió félbeszakad. Ha ilyen esetről a konverziós szinkronizációt az A/D saját RC oszcillátorra biztosította, az átalakítás folytatódik, s a konverzió befejezésekor a kialakuló megszakítás kérés a mikrovezérlőt „felébreszti” a SLEEP állapotból.

Az analóg bemenő jeleket az U<sub>DD</sub> és az U<sub>SS</sub> felé kapcsolt vágódiodák fogadják, melyek az esetleges túlfeszül-

ségtől védik a mikrovezérlő belső egységeit. Az analóg jelforrás belső ellenállása 500...10 kΩ közötti lehet. Amikor egy csatorna ki van jelölve, a bemenet a mintavédező kondenzátorra kapcsolódik (ennek tipikus értéke 51 pF). Amikor az ADCON0-ban az ADON vezérlő bit 1 értékű s a beállított csatornaszám érvényesített analóg bemenetre mutat; a bemenet mintavétele folyamatos. A mintavétel akkor zárul le, amikor a konverzió megkezdődik. Mivel nincs külön vezérlési lehetőség a mintavétel indítására, talán mintavételezés/tartás helyett célszerűbb a PIC16C71 esetében követés/tartásról beszélni. A konverzió befejeződése után kb. tad időkézés múlva a mintavételezés ismét beindul.

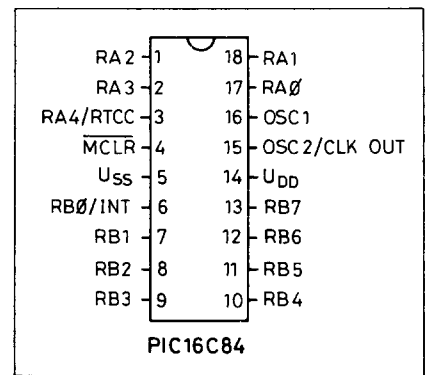
### 3. A PIC16C84, az EEPROM-mal épített mikrovezérlő

A PIC16C84 a Microchip 1993. évi újdonsága. Ez a mikrovezérlő a 16C71-gyel megkezdett új fejlesztési irány következő terméke. A csip a 16C71-gyel jelentős részben megegyezik – kivéve azt, hogy a 16C84 programmemóriája EEPROM, s hogy a 16C71-ben megjelent A/D egységet a 16C84 nem tartalmazza. A felszabadult területen egy harmadik memória részletet alakítottak ki – egy EEPROM adattárat.

A 16C84 több szempontból is újdonságot jelent. Újszerű a belső hierarchiája, a programmemórián és a fájlregiszter-területen túl egy független adatmemóriát is tartalmaz, melyet teljesen általános célra lehet használni. De újszerű ez az IC azért is, mert több különböző félvezető-technológiát sikerült egyetlen csipen alkalmazni: a CMOS CPU-t, a CMOS EEPROM program és adatmemóriát, a CMOS SRAM-fájl regisztermezőt. Az is figyelemre méltó, hogy különleges tápfeszültség-igény nélkül tudta megoldani a Microchip a belső EEPROM-törlését, programozását.

Az EEPROM jelleg azt is lehetővé teszi, hogy a mikrovezérlő szakaszosan működjék, a működési időszakok között SLEEP állapotban tápenergiát takarítson meg – s egy hosszabb időszak után az EEPROM-ban így is rendelkezésre álljanak az üzem során begyűjtött, feldolgozott adatok.

A 16C84-et elsősorban OTP, tehát egyszer programozásra kerülő mikrovezérlőként történő felhasználásra ajánlja a Microchip.



28. ábra

### 3.1. A 16C84 belső felépítése, regiszterei

Az előzőek szerint – kivéve az A/D modult – a PIC16C84 belső kialakítása, regiszterei megegyeznek a 16C71-nél megismertekkel. A 16C84 18-kivezetésű DIP és SOIC tokozással készül, a lábkiosztása a 28. ábrán látható. Tulajdonképpen az RA0...3 portoknál tűntek el az alternatív funkciók.

A 29. ábra a 16C84 belső felépítését ábrázolja. Valóban csak az A/D modul maradt ki, s helyette megjelent a belső EEPROM adatmemória. A 16C84-ben az EEPROM adattár kapacitása 64 × 8 bit. A szintén EEPROM jellegű programtár 1K × 14 bit kapacitású. A programtár címzése, az utasítások címkezelése ugyanolyan, mint a 16C71-nél.

A regiszterfájl annyiban módosult (30. ábra), hogy elmaradtak az A/D működést kiszolgáló regiszterek, s megjelentek az EEPROM adattár vezérlő regiszterei. A 17. táblázat a 16C84 regiszterei beállítását mutatja be, a különféle RESET folyamatok után.

Az EEPROM adattár alkalmazásának egyetlen problémája az, hogy az EEPROM írása nem oldható meg egyetlen gépi ciklus alatt, annál sokkal több időt igényel. A Microchip úgy oldotta meg ezt a problémát, hogy az A/D modulból származó megszakítás helyett (ami a 16C71-ben szerepelt) a 16C84-ben az EEPROM írási ciklus végét jelzi egy megszakítás (EEIF), s ezt építették most be a megszakítási rendszerbe (31. ábra). Természetesen ennek megfelelően módosult a megszakításokat vezérlő INTCON regiszter is (32. ábra).

A PIC 16C84 utasításkészletéről semmit nem kell mondanunk, mivel teljes egészében, bitről-bitre megegye-

Reg.	Cím	Power-on RESET (POR)	WDT time-out reset, normál működéskor	WDT timeout reset, SLEEP-ből	MCLR reset, normál működéskor	MCLR reset, SLEEP-ből	Ébredés megszakításra
W	-	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
INDIR	00H	-	-	-	-	-	-
RTCC	01H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PC	02H	000h	0000h	PC+1	0000h	0000h	PC+1
STATUS	03H	0001 1xxx	0000 1uuu	uuu0 0uuu	000u uuuu	000u 0uuu	uuu1 0uuu
FSR	04H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORT A	05H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORT B	06H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
TRIS A	85H	- - -1 1111	- - -1 1111	- - -u uuuu	- - -1 1111	- - -1 1111	- - -u uuuu
TRIS B	86H	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
OPTION	81H	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
EEDATA	08H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EEADR	09H	x xxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EECON1	88H	- - -0 0000	- - -0 ?000	- - -u uuuu	- - -0 0000	- - -0 0000	- - -u uuuu
EECON2	89H	-	-	-	-	-	-
PCLATH	0AH	- - -0 0000	- - -0 0000	- - -u uuuu	- - -0 0000	- - -0 0000	- - -u uuuu
INTCON	0BH	0000 000x	0000 000u	uuuu uuuu	0000 000u	0000 0000	uuuu uuuu

..: nem létező bit, olvasva 0; u: nem változó bit; x: nem adható meg egyértelműen

zik a 16C71 utasításkészletével. Mivel ezek a mikrovezérlők minden belső részletük kezelését speciális regisztereken keresztül valósítják meg, az A/D modulnak EEPROM adattárra történt kicserélése az utasításrendszer szintjén általában nem jelentett változást.

Az A port bitjeinél a szerepek egyszerűsödtek, hiszen elmaradtak a 16C71-ben meglévő alternatív funkciók (18. táblázat). Módosult az A portot kiszolgáló regiszterek felsorolása is, elmaradtak az analóg funkciók regiszterei (19. táblázat).

Az EEPROM jellegű programtár programozásáról részleteket alig árul el a Microchip, de ilyen részleteket az EPROM bázisú PIC mikrovezérlők esetében is csak keveset tudhattunk meg a katalógusokból. Ezek a tudnivalók a fejlesztőrendszer gyártóinak szükségesek csak, a PIC felhasználóknak nem. A beszerezhető fejlesztőrendszerek pedig természetesen ismerik a programozás menetét.

### 3.2. Az EEPROM adattár kezelése

Az EEPROM adatmemória a PIC16C84 olyan különlegessége, melynek révén egészen újszerű alkalmazási területekre is betörhet.

A korábbi PIC mikrovezérlők csak a fájlregiszter-területtel rendelkeztek, s memóriát közvetlenül nem is lehetett hozzájuk kapcsolni. Ha egy alkalmazásban adattárolásra is szükség volt, port- pontokon keresztül, szoftverrel kellett megoldani a külső memória vezérlését, az adatok kezelését. Ez a megoldás jelentős méretű szoftverelemeket igényelt, így a programtárból nagy részt leköttött, a port-pontokat lefoglalta és időigényes is volt.

Mindezeket a hátrányokat megszünteti a belső adattár beépítése. Az pedig, hogy ez az adattár EEPROM, azt a hatalmas előnyt is magával hozza, hogy az oda behelyezett adatok még a tápfeszültség lekapcsoláskor sem vesznek el.

A 16C84 EEPROM adattárja normál programfutás közben kezelhető, olvasható és írható. Ez a memóriaterület nincs semmilyen áramkörti kapcsolatban a SRAM-mal (a regiszterfájl-területtel), s ezért a regiszterreferenciás utasításokkal nem érhető el. Azért, hogy ne kelljen az utasításkészletben új utasításoknak megjelenniük (EEPROM kezelő utasításoknak), a regiszterfájl-területen az A/D modul hiánya miatt felszabadult regisztereket rendeltek az EEPROM adatmemóriához. Az EEPROM címzését, az adatok mozgását két regiszterrel lehet megvalósítani, ezek:

EEDATA (f08H), a 8 bites adattároló regiszter

EEADR (f09H), az EEPROM adatmemória címtárolója.

Az EEPROM adatmemória működését is saját működésvezérlő regiszterein át lehet kiváltani, amelyek a következők:

18. táblázat

Port csatl. pont	Bitn	Funkció	Alternatív funkció
RA0	bit0	I/O Port, TTL	
RA1	bit1	I/O Port, TTL	
RA2	bit2	I/O Port, TTL	
RA3	bit3	I/O Port, TTL	
RA4/RT	bit4	I/O Port. Kimenet: nyitott kollektoros, bemenet: Schmitt-triggeres	Külső léptető jel az RTCC-hez

19. táblázat

Regiszter	Funkció	Cím	Power-on kezdőérték
PORTA	olvasva: PORTA csatl. pontok írva: PORTA latch	05H	... x xxxx
TRISA	PORTA irány kijelölő reg.	85H, Page 1	... 1 1111

x: nem adható meg egyértelműen; -: nem létező bit, olvasva 0

20. táblázat

Regiszter	Funkció	Cím	Power-on kezdőérték
EEDATA	EEPROM adat	08H	xxxx xxxx
EEADR	EEPROM cím	09H	xxxx xxxx
EECON1	EEPROM vezérlés	88H	0000 x000
EECON2	EEPROM vezérlés	89H	-

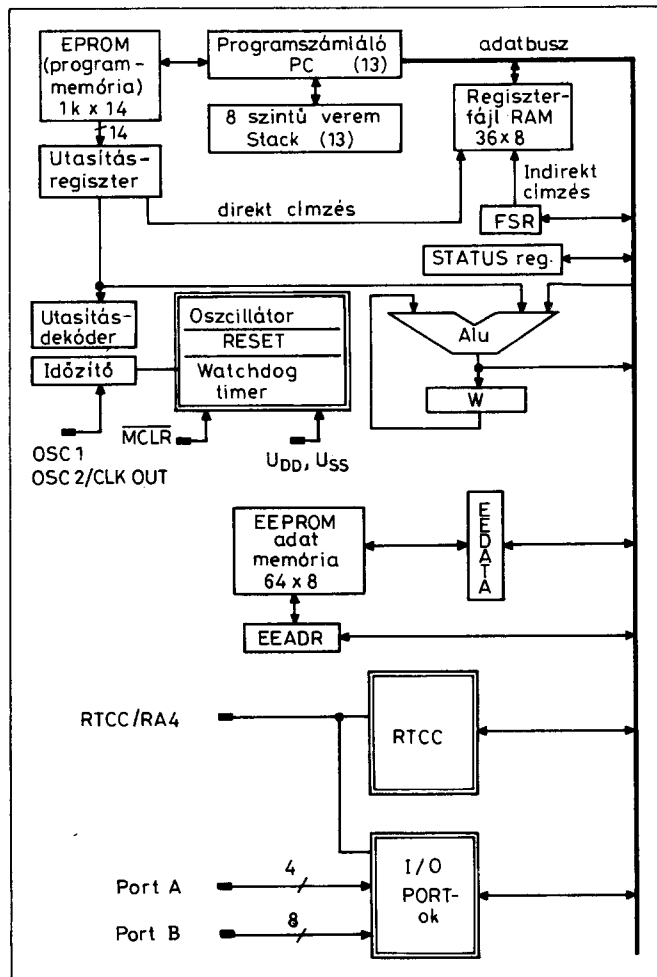
EECON1 (f88H)  
EECON2 (f89H).

Az EEPROM adattárolót kiszolgáló regisztereket a 20. táblázat foglalja össze.

Az EEPROM adatmemória 8 bites (bájt-szélességű) rekeszeibe a normál programfutás során lehet adatokat beírni, illetve onnan kiolvasni. Ahogyan általában az EEPROM-oknál, itt is egy

bájt beírása előtt a rekeszt alapállapotba kell hozni (törölni kell). A bájtbeírás elrendelése automatikusan megvalósítja ezt a törlést is. Egy EEPROM-rekesz beírási procedúrájának időigénye kb. 10 ms, s egy független, csipen belüli időzítő egység vezérli.

Az EEPROM adattár olvasása gyors, egyszerű folyamat. Az EEADR regiszterbe be kell tölteni a címet, majd

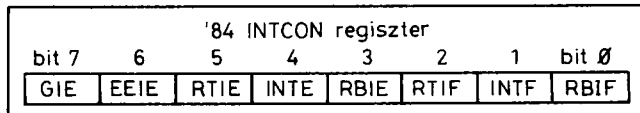
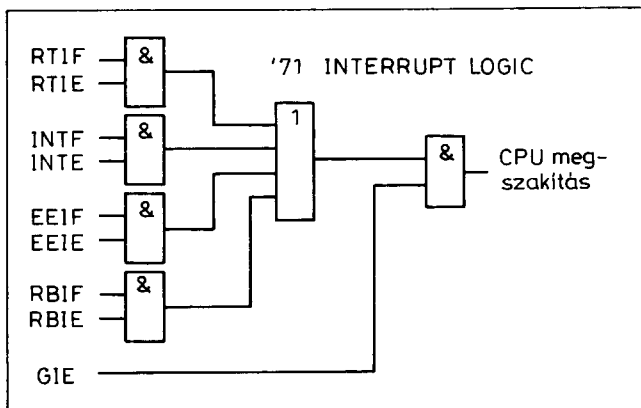


29. ábra

30. ábra

Fájl cím	Indir. cím (')	Indir. cím (')	
00			80
01	RTCC	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	EECON 1	88
09	EEADR	EECON 2	89
0A	PCLATH	PCLATH	8A
0B	INTCON	INTCON	8B
0C			8C
36 ált. célú RAM-rekesz			
A page 0 ismétlése (árnyéka)			
2F			AF
30			B0
Nem létező memóriaterület (olvasáskor 0-t ad)			
7F			FF

Page 0      Page 1  
('): fizikailag nem létező



32. ábra

31. ábra

az EECON1-ben az RD bitet (bit0) 1-re kell állítani. A kiolvasott adat már a legközelebbi ciklusban az EEDATA regiszterben rendelkezésre áll, tehát akár a következő utasítással ki is olvasható onnan.

Ha egy EEPROM adatmemória-rekeszbe adatot kell behelyezni, akkor is először a címet kell betölteni az EEADR regiszterbe. Ezután a beírásra szánt adatot kell beírni az EEDATA regiszterbe. Az írás kiváltásához a következő utasításokat kell végrehajtani:

```
MOVLW 55H
MOVWF EECON2
MOVLW AAH
MOVWF EECON2
BSF EECON1, WR
; a WR bit 1-re áll;
; az írás indul.
```

Az írási folyamatot ez az utasításszekvencia (azaz 55H beírása az EECON2-be, majd AAH beírása oda, végül a WR bit 1-re állítása az EECON1-ben) csak akkor képes valóban végrehajtani az írási folyamatot, ha ahhoz elegendő idő is rendelkezésre áll.

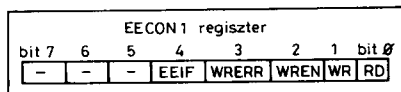
A Microchip ajánlása szerint a leírt beállítás után a megszakításokat le kell tiltani, nehogy megzavarják az írási folyamatot. Ezután az EECON1-ben az írási folyamatot engedélyező bitet (WREN) 1-re kell állítani. Ez a bonyolultnak tetsző eljárás azért szükséges, hogy az esetleges véletlen felíráásokat el lehessen kerülni. A gyártó azt ajánlja, hogy a WREN bit általában legyen tiltó állapotú (0 értékű), kivéve, ha valóban egy EEPROM adattár rekeszt kívánunk írni.

A beindított írási folyamatot nem kell szoftverrel felügyelni, az az EEPROM adattár saját időzítő egysége felügyelete mellett folyik, a mikrovezérlő eközben egyéb programelemeket hajthat végre. Amikor a rekesz írása befe-

jeződött, a CPU törli a WR bitet és 1-re állítja az EEPROM adattár-rekesz írási folyamatának végét jelző flagbitet (EEIF bit). A felhasználó engedélyezheti az EEIF megszakítás elfogadását s akkor megszakítási rutinnal lehet nyugtázni az EEPROM adattár egy rekeszének beírását. Mivel azonban az EEIF, akár csak a többi megszakítási igényt jelző flag, szoftverből közvetlenül is tesztelhető, a program a flag rendszeres ellenőrzésével is észlelheti az írási eljárás végét. Az EEIF bitet ezután szoftverrel kell törölni.

Az EEPROM adattár működtető regiszterei tehát az EECON1 és az EECON2 regiszterek. Az EECON1 (f88H, 33. ábra) vezérlőregiszter bitjei a következők:

- RD: a felső három bitnek nincs szerepe az EEPROM adattár kezelésében, csak olvasható bitek, olvasásukkor 0-t adnak, olvasási működést aktivizáló bit; 1: olvasás indul; csak szoftverrel állítható 1-re, a folyamat végén a hardver törli.
- WR: írási folyamatot aktivizáló bit; 1: írási folyamat indul, csak szoftverrel állítható 1-re, a folyamat végén a hardver törli.
- WREN: 1 értéke engedélyezi az írási folyamat elkezdését. A tápfeszültség bejapcsolási RESET folyamán a bit 0 értéket vesz fel.



33. ábra

WRERR: akkor vált 1-re, ha egy írási folyamat félbeszakít egy MCLR RESET vagy egy WDT time-out RESET. A RESET-folyamat ezt a bitet nem módosítja, így a RESET után megállapítható, hogy volt-e félbeszakadt írási kísérlet, s ha igen, az írási folyamat megismételhető.

EEIF: megszakítás flag, akkor vesz fel 1 értéket, ha egy EEPROM adatmemória-rekesz írási folyamata sikeresen lezárult. Ezt a bitet is szoftverrel kell törölni.

Érdekes sajátága a 16C84-nek, hogy az EECON2 regiszter fizikailag nem létezik, olvasásakor 0-t kapunk.

#### 4. A Parallax PIC fejlesztőrendszer fő elemei

A Parallax fejlesztőrendszerek komplex hardver-szoftver rendszerek, IBM PC kiegészítő elemként készültek. A programfejlesztés eredménye közvetlenül a mikrovezérlőbe tölthető. A fejlesztő rendszer fő elemei:

- Assembler
- Programmer
- Downloader.

Az assembler az assembly nyelvű forráskódból állítja elő a tárgykódot, ez a fejlesztő rendszer tisztán szoftvereleme. A Parallax assembler egyaránt fogadja, akár egyesesen is az eredeti Microchip assembly mnemonikokat, akár a Parallax kiegészítő utasításait. Példaként bemutatunk néhányat a Parallax által kidolgozott új utasításokból (összesen 116 ilyen új utasítással egészítette ki a Parallax a PIC utasításkészletét).

Természetesen, mivel ezek több eredeti Microchip utasítás végrehajtására épülnek, ennek megfelelő számú gépi ciklust igényelnek. Az alábbi példákban az „eredeti” utasítások a 16C71/84 utasításai, de természetesen hasonló módon a 16C5x elemeknél is alkalmazhatóak az új utasítások.



## CJAE fr,#literal,addr9

angol leírás: Compare fr to literal and jump if above or equal

felépítés: MOVLW literal  
SUBWF fr,0  
BTFSC 3,0  
GOTO addr9

leírás: Az utasítás összehasonlítja az fr fájlregiszter tartalmát a 8-bites konstans (Literal) értékével (a Literal-t a W-n át kezeli az utasítás). Ha az fr tartalma egyenlő a Literal értékével vagy nagyobb annál, elugrik az addr9 címre.

## SUB fr1,fr2

angol leírás: Subtract fr2 from fr1

felépítés: MOVF fr2,0  
SUBWF fr1,1

leírás: Az fr2 kivonódik fr1-ből, a W-n keresztül.

## XOR fr1,fr2

angol leírás: XOR fr2 into fr1

felépítés: MOVF fr2,0  
XORWF fr1,1

leírás: Az fr2 és az fr1 ANTI-VALENCIA (XOR) kapcsolata kerül az fr1-be, az fr2-t a W-n át kezeli.

Ebből a néhány példából is látszik, hogy valóban az eredeti utasításokból építkeznek az új Parallax utasítások. A kiegészített utasításkészlet már rokon a mikrovezérlőknél megszokott utasításkészlettel, így pl. erősen emlékeztet az Intel 8051 család utasításkészletére.

Az assembler (PASM) külön fájlként áll rendelkezésre a 16C5x elemekhez és a módosított utasításkészletű 16C71/84 elemekhez. Kétmenetes assembler, az assemblerek minden szokásos kényelmi elemével felszerelve. A forráskód .SRC kiterjesztésű fájl; az assembler futásának eredménye az .OBJ kiterjesztésű tárgyfájl. Ha igényeljük, a forráskód és a tárgykód egybeszerkesztett módon listafájl-ként is elkészül - ez egy igen jól olvasható, de nagyon terjedelmes fájl.

Közkezen forognak már PIC-szimulátor szoftverek, ezek lehetővé teszik a tárgykód „kipróbálását”, akár folyamatosan futtatva, akár lépésenként végrehajtva - s közben a PC monitor képernyőjén figyelemmel lehet kísérni a PIC belső állapotait, a regiszterek tartalmát.

A PIC program tárgykódja (.OBJ) már betölthető a PIC programtárolójába. A programtároló betöltésére a Programmer használható fel. A Programmer egy kis illesztő kártya, amit az IBM PC párhuzamos (nyomtató) portjához kell csatlakoztatni. A panelen 18 és 28 pontos DIL foglalatok találhatók, ide kell behelyezni a programozásra váró mikrovezérlőt. A Programmerhez szoftver is tartozik (PEP), mely egy kellemes, képernyős kezelői felületet biztosít a beprogramozáshoz. Indítás előtt ki lehet választani a mikrovezérlő típusát, az oszcillátor típusát, a Watchdog állapotot, a kódvédelem állapotát, az ID információ jellegét.

Egy középső képernyőterületen a tárgykód 64 szava látható, hexadecimális és ASCII formátumban. Ide az assemblerből származó .OBJ kód olvastatható be, de lehetséges egy már programozott PIC programtár tartalmának visszaolvasása is (ha nincs kiolvasás ellen védve a titkosító biztosíték kiolvasásával). A programozásra váró PIC programtárának üressége is ellenőrizhető. A képernyőn látható hexadecimális és ASCII területre tetszőleges karaktereket lehet billentyűzetről beírni, így módosítható is a tárgykód.

A fejlesztőrendszer harmadik eleme a Downloader. Ez egy további kis kiegészítő panel, amelynek szalagkábeles meghosszabbítása végén egy univerzális csatlakozódugasz van. A dugaszt a cél-mikrovezérlős egységben a PIC mikrovezérlő helyére kell bedugaszolni. Külön szoftvere nincs a Downloader-nek. A Programmer szoftver (PEP) képernyőjén szerepel az EMULATE választási lehetőség; ez indítja a Downloader működését. A tárgykódot a Downloader dolgozza fel, s a csatlakozó dugason keresztül a célrendszert

ugyanúgy működteti, mintha a célrendszerben a programmal betöltött PIC mikrovezérlő lenne a foglalatban.

A Downloader tartalmaz egy speciális PIC mikrovezérlőt, mely alkalmas a program (tárgykód) külső tárolóból történő végrehajtására. A Downloader-be behelyezhető speciális mikrovezérlőket a Microchip bocsátja a fejlesztőrendszer gyártók rendelkezésére, ezek azonban nem azonnal jelennek meg, amint egy új mikrovezérlő piacra kerül. Így esetenként néhány hónapot várni kell, míg a Downloader egy új mikrovezérlő változatot is kezelni képes lesz.

## Összefoglalás

A PIC mikrovezérlők egy újszerű áramkört családok képeznek, a már elterjedt mikrovezérlők méltó versenytársai. Újszerű képességeik, a CMOS EPROM, majd a CMOS EEPROM technológia, az olcsó OTP változatok megjelenítése hatékony és gazdaságos egységek építésére adnak lehetőséget. Fontosnak tartottuk, hogy megismerjék az Olvasókat a PIC elemcsaláddal, mert egy olyan alternatívát jelentenek az áramkörtervezők számára, amelyet mindenképpen legalábbis össze kell vetni a többi, már ismertebb lehetőséggel.

A PIC mikrovezérlők korszerű, és folyamatosan továbbfejlesztett elemek. Kedvezőek az áramkörök termelői árai, a hazai forgalmazás is megoldott. A HUMANsoft Kft., mint a Parallax hazai hivatalos disztribútora, a fejlesztő rendszereket is szállítja. A BASIC STAMP már több középiskolában is oktatási anyag, a PIC mikrovezérlőket pedig több főiskolánkon, egyetemünkön is bevezették az oktatásba. Az elemkészlet és a fejlesztő rendszerek felépítése annyira áttekinthető, hogy a mikrovezérlő-technika oktatására is ideális eszközként bizonyultak.

Bízunk abban, hogy ezzel az áttekinthetőséggel egy újabb nagylétszámú és alapvető fontosságú felhasználói réteg érdeklődését sikerült felkelteni a PIC mikrovezérlők alkalmazása iránt.

RT-OI

*Ön még nem barátkozott meg a felületszereléses technológiával? Sebj, ez csak idő kérdése! Addig is KÉSZítsEN KÖNNYEN, GYORSAN ESZTÉTIKUS NYOMTATOTT ÁRAMKÖRI LAPOKAT a hagyományos alkatrészekhez a szerkesztőségünk által forgalmazott, maratóállító felületelemeket tartalmazó RT-OI TRANSZFER FÓLIÁVAL, amelynek ÁFÁ-s ára mindössze 200 Ft!*  
(Részletes leírása lapunk 1994/7. számában megtalálható.)

Szerkesztőségünk címe: Budapest IX., Lónyay u. 44. ☒ 1374 Bp., Pf. 603. ☎ 217-0262

# Az áramütéses balesetek megelőzhetőek!



*A villamos energia nélkül az életünk elképzelhetetlen lenne. A háztartások elektromos szerelése és a villamoskészülékek veszélyeire hívja fel a figyelmet Mádi Péter, a Budapesti Elektromos Művek Rt. Biztonsági Osztályának vezetője.*

Az otthoni áramütéses balesetek terén a világ élvonalában vagyunk, és sajnos az ilyen sérülések az egyéb balesetekhez képest sokkal gyakrabban halálosak.

A fogyasztásmérőig (a villanyóráig) általában szabályos a méretlen vezeték szerelése, mert azt az áramszolgáltató szigorúan ellenőrzi. A mérő utáni, ún. mért vezeték is csak szakember szerelheti, de sajnos még mindig dívik a házilagos kivitelezés, majd utána a szerelés-igazolásra szíveségből (néhány ezerért) odaütött pecsét.

Bizonyos tudnivalókat érdemes még a laikusnak is megismerni, így talán jobban tisztelik majd ezt a szakmát és ahogy a gázkészülékekhez általában szakembert hívnak, remélhetőleg a villamos szerelést szintén hozzáértőre bízzák.


Nálunk nullázott a villamos rendszer. Az NEFH, a nullával egyesített földelő hálózat azt jelenti, hogy a mérőnél össze van kötve a föld a nullaáram vezetékkel, ez megerősített biztosítást jelent.

A lakásban mindenhol ki kell építeni a harmadik eret, a védővezetést. Melegpadlós helyiségekben ez ugyan általában nem kötelező, de ajánlott, mert ha gáz- és fűtőcső is van ott, akkor attól nem lehetne a konnektor elérhető távolságban.

A földelővezeték a fázisával azonos keresztmetszetű legyen, hogy kellő védelmet nyújthasson.

A lakásban minden fémes rész szabályszerűen a védővezetékhez kell kötni, ezért a központi fűtés, a

víz- és gázvezeték rendszer egy-egy pontja a védővezetékhez rögzítendő. Kevesen tudják, hogy a fém kádat és zuhanytálcát is földeli egy valamirevaló szakember. Ezek a kötések filléres munkák, mégis gyakran elhagyják, elfelejtik, illetve nem is tudják, hogy milyen súlyos balesetek lennének megelőzhetőek a szabályok betartásával.

A háztartási elektromos készülékek egy része (általában a kisebbek: hajsütővas, villanyborotva, barkácsgépek) kettős szigetelésű (jele: ). Ezeknek „lapos” vagy „kivágott” a villásdugójuk, tehát földelt, sülyesztett aljzatba is bedughatók.

A többi készülék (fridzsider, mosógép stb.) védőföldeléses, a villásdugón oldalt egy látható fémérintkező lemez csatlakozik a konnektor belső peremén lévő fémérintkezőkhöz. A készülék meghibásodása esetén ezen a harmadik vezetéken – és nem az emberen – vezetődik le az áram. Ezért nem szabad a készüléket kétvezetékes hosszabbítóba vagy földeletlen konnektorba dugni!

A kerti eszközök (a barkácsolt fűnyírók, a szabálytalan szivattyúk) is sok tragédiát okoznak. A kerti lámpákat szintén érintésvédelemmel kell szerelni, vagy egy trafóval 24 V-os árammal ellátni, hogy biztonságosak legyenek. (Csak MEEI minősítésű terméket szabadna forgalomba hozni!)

A „KGST-piacról” vett különböző készülékek: hajsütővas, hajszártító, szivattyú, motor, ventilátor, barkácsgépek különösen veszélyesek, mert ahol ezeket gyártották, más az elektromos rendszer és nálunk általában életveszélyes a használatuk. Nem kell eldobni ezeket, mert szakember általában egyszerűen a hazai előírásoknak

megfelelővé tudja alakítani e háztartási eszközöket.

A biztosítékokat úgy méretezik, hogy a zárlati áram esetén az emberre már nem veszélyes mértékre „korlátozzák le” a feszültséget, illetve, hogy rövid időn belül kioldódjanak. (Ezért tilos a biztosítékokat „patkolni”.)

Összefoglalva:

– Védjük a gyerekeket a konnektoroktól néhány forintos vakdugóval!

– Csak üzletből vásároljunk villamos készüléket, különben utólag szakemberrel meg kell nézetni a biztonságosságát.

– Vezetéket toldani, szigetelni tilos, az egész vezetéket ki kell cserélni. (A szigetelést gyakran letekergeti a gyerek és bekövetkezik a tragédia.)

– Rendszeresen vizsgáltsuk felül a hibátlannak látszó hálózatot és a berendezéseket!

– Ne javítsunk, barkácsoljunk magunk villamos készüléket!

– Égőcserénél, csillártörölgetésnél ne csak a kapcsolót, hanem az automatát is kapcsoljuk le.

– Áramütésnél a készülék és a biztosíték áramtalanítása a legfontosabb. Ha ez nem lehetséges, a sérültet száraz ruhával megfogva kell elhúzni az áramütés helyétől. Még akkor is azonnal orvoshoz kell fordulni, ha látszólag nem történt baj, mert a rejtett károsodások később tragédiához vezethetnek.

Sokkal kevesebb lenne az árammal kapcsolatos baleset, ha az emberek minimális költségért karbantartanák otthoni elektromos hálózatukat, készülékeiket.

Az ELMŰ Rt. fogyasztói irodáiban minden villamos energiával kapcsolatos kérdésre szívesen válaszolnak, érintésvédelmi ügyekben is segítenek a felülvizsgálatot igénylőknek.

# Villamos hálózatok analízise számítógéppel 2.

## Nemlineáris hálózatok sztatikus analízise

Dr. Kövesdi István okleveles fizikus

*Sorozatunk második részében a lineáris hálózatok dinamikus analízisével használt elveket a nemlineáris sztatikus áramkörök vizsgálatára alkalmazzuk. A megismert módszerünket az alkatrészek valódi tulajdonságainak, vagyis nemlineáris jellegének megfelelően két szempontból is bővítenünk kell. A megoldási elv matematikai eszköztárát ki kell egészítenünk a nemlineáris egyenletrendszerek általános kezelésével és használnunk kell a nemlineáris alkatrészek karakterisztikáját valóságosan közelítő matematikai modelleket is. A dinamikus analízisnél az időtartományban kis lépésekkel haladva rajzolódik ki a megoldás, most pedig egy iterációs eljárás matematikai lépésein keresztül jutunk majd el a sztatikus eredményig. Nem fogunk sok számítási példát felsorolni, mert a mostani rész témája még mindig csak egy közbülső lépcsőfok az általános megoldás felé; az is igaz, hogy az utolsó előtti lépcsőfok. A szűk terjedelem nem teszi lehetővé, hogy egy teljes példaprogramot közöljünk. Viszont egy teljes PASCAL példaprogram forrásszövege és az EXE fájl a szerkesztőségben az ANALIZIS\_2 lemezen kedvező áron megvásárolható lesz.*

### Nemlineáris áramkörök

Az elektronikus áramköri alkatrészek nemlineárisak. Kétszer akkora feszültség esetén általában nem pont kétszer akkora áram folyik át rajtuk. Az áramköri jel módosítja az alkatrész elektromos paramétereit, mondjuk például az ellenállása értékét. A jel hatására módosuló áramköri paraméterek visszahatnak az áramköri jelekre, ezért az egyik feszültség(idő) adatokkal leírt  $U_1(t)$  megoldás és egy másik  $U_2(t)$  megoldás összege már nem lesz megoldása az  $U_1(t)+U_2(t)$  feszültséget tapasztaló hálózat egyenleteinek. Ha egy félvezető diódára például záróirányban kapcsolunk  $-5$  V-ot, akkor folyik valamilyen kis szivárgási áram. Ha ugyanezzel a diódára nyitóirányú  $+1$  V-ot kapcsolunk, akkor mondjuk  $1$  A nyitóirá-

nyú áram folyik. Ha pedig a két feszültség eredőjét,  $-4$  V-ot kapcsolunk a diódára akkor nem a két áram közel  $1$  A-es eredője fog folyni, hanem ismét csak egy kis szivárgási áram. Gyakran előfordul, hogy egy alkatrészt olyan körülmények között működtetünk, ahol az adott eszköz jó közelítéssel lineáris tulajdonságokat mutat. Az viszont ritka, hogy egy kapcsolás csak ilyen alkatrészeket tartalmaz. De ha mégis, akkor az ilyen, csupa lineáris módon üzemeltetett alkatrészből felépített kapcsolásokat lineáris áramköröknek tekinthetjük.

A lineáris kapcsolások matematikai leírása az Ohm-törvényt követő ellenállásokat, idő és feszültségfüggetlen kapacitásokat és induktivitásokat valamint ideális generátorokat vesz figyelembe. Látható, hogy az ilyen ideális kétpólusok egyetlen paraméterrel jellemezhetők. Viszont ha csak egyetlen nemlineáris alkatrész is van a kapcsolatban, akkor az egész áramkör nemlineáris.

A lineárisnak vehető áramkörök a gyakorlatban ezért alig fordulnak elő. Egyébként is a szabályozásra, jelformálásra vagy erősítésre használt kapcsolások alkatrészeinek egy jelentős része alapvetően nemlineáris, mint például a félvezető eszközök, termisztorok, varikapok stb. Az ilyen áramkörökben az elektronikai alkatrészek nemlinearitása gyakran az előírt működés fizikai alapfeltétele is.

Ezentúl minden alkatrészt a valósághoz igazodva eleve nemlineárisnak tekintünk és ezért az összes áramkört a nemlineáris áramkörökre vonatkozó módszerekkel vizsgálunk majd. A nemlineáris áramköri számításoknak természetesen akkor is a megfelelő eredményt kell szolgáltatniuk, amikor az áramkörben az összes alkatrészt matematikailag lineáris modellel írunk le. Vagyis a számításoknak a lineáris áramkörök matematikai határesetében is jól kell működniük, és persze jól is fognak működni. Éppen ezért a lineáris áramkörök szép, de szürke teóriáiról nem sok szót ejtünk a továbbiakban,

figyelmünket inkább az élet zöld fája felé fordítjuk.

### Időben állandósult, sztatikus megoldás

A nemlineáris áramkörök időben állandósult, sztatikus állapotában az áramköri csomópontokon a potenciál konstans és az alkatrészeken átfolyó áram sem változik. A valóságban ha egy alkatrészeire állandó feszültséget kapcsolunk, akkor a rajta átfolyó áram nem lesz állandó. Az alkatrésznek előbb fel kell vennie az üzemi hőmérsékletét. A hőmérséklet időbeli változása függ az alkatrészen disszipálódó hőteljesítménytől, az alkatrész konstrukciójától, a környezet hőmérsékletétől és a hűtés paramétereitől. Most az egyszerűség kedvéért mégis feltételezzük, hogy az alkatrészek pillanatszerűen felveszik az üzemi hőmérsékletüket, amit ráadásul konstansnak tekintünk. A sorozatban később foglalkozunk majd a hőtranziensek számításával, valamint a hőeffektusok és az elektromos megoldások csatolásának modellezésével. Az így leírt áramkörben nemcsak az elektromos jelek, hanem a hőhullámok terjedését valamint a két jelenség kapcsolatát is figyelembe vehetjük majd.

Visszatérve a sztatikus elektromos megoldáshoz: az magától értetődő, hogy az áramköri csomópontokon úgy lehet csak konstans a feszültség, ha a kapcsolatban nincsenek időfüggő generátorok és az alkatrészek áram (feszültség) karakterisztikái sem függenek az időtől. Ez azonban nem elegendő feltétele a sztatikus állapotoknak, hiszen például léteznek konstans tápfeszültség esetén is működőképes oszcillátorok. Az ilyen kapcsolásokból egy vagy több kondenzátort, tekercset vagy kvarcot ki kell forrasztanunk, hogy beálljon egy sztatikus helyzet. Az energiátároló alkatrészeket, vagyis a kondenzátorokat és a tekercsüket matematikailag is el kell távolítani majd az ilyen áramkörök modellhálózatából. A matematikai modellben a kondenzátoro-

kat szakadással, az ideális induktivitásokat pedig rövidzárral kell helyettesítenünk. Más kapcsolásoknál, mint például egy flip-flopnál, a kezdőfeltételektől és a megoldási módszer részleteitől függően akár többféle sztatikus állapotot is kaphatunk. Általánosságban is belátható, hogy a sztatikus megoldásokat a dinamikus, időfüggő megoldást adó módszerrel kellene számítanunk. Egy jó dinamikus számítási módszerrel a kezdőfeltételek egyértelmű rögzítése után vagy kialakul egy sztatikus állapot vagy nem, de a megoldás időfüggése egyértelmű lesz. Mi viszont a sztatikus megoldási módszer általánosításával kívánjuk majd megkapni a dinamikus módszert. Most a legjobb amit tehetünk, hogy eszünkben tartjuk az oscilláló vagy többértékű megoldások lehetőségét, de egyelőre még nem vesszük őket figyelembe. Az általános megoldás birtokában pedig nem is kell majd ezekkel a problémás „sztatikus” esetekkel foglalkozni.

### Egy kis visszpillantás

Most felelevenítjük a lineáris áramkörök dinamikus analízisének használt fogalmakat és jelöléseket. A megfelelő lépések részleteit az előző részben ([2]) találja meg az olvasó.

*A modellezés alapelve:* Az áramkörben minden alkatrészt ellenállások és áramgenerátorok kombinációjává alakítunk át.

*A modellezés technikája:* A derivált kifejezések végesdifferencia formájából olvassuk ki a helyettesítő képeket.

*A számítás alapelve:* Az áramgenerátorokból és ellenállásokból felépülő hálózat csomópontjain meghatározzuk a potenciálokat. Ezeket a csomóponti potenciálokat a Kirchhoff egyenletekre alapozva számítjuk ki.

*A számítás technikája:*

1. Sorszámozzuk az áramkör csomópontjait. Ezt követően a csomópontok sorszámának felelnek majd meg a vektorok és mátrixok indexei.

2. Meghatározzuk az áramkörnek a csomópontokra vonatkozó teljes vezetési mátrixát,  $[[G]]$ -t.

3. Meghatározzuk a csomópontokra vonatkozó teljes áramvektort,  $[I]$ -t.

4. Jelöljük ki egy 0 potenciálú referencia-csomópontot.

A vezetési mátrixból hagyjuk el a csomópont sorszámának megfelelő indexű sort és oszlopot. Így kapjuk a redukált vezetési mátrixot,  $[[G]]$ -t. A

teljes áramvektorból pedig hagyjuk el a referencia indexre vonatkozó elemet, hogy megkapjuk a redukált áramvektort,  $[I]$ -t.

6. A referenciaponttól különböző csomópontokon lévő potenciálértékek  $[P]$  vektorát a

$$[[G]] [P] = [I]$$

lineáris egyenletrendszer megoldásával kapjuk. A megoldást az egyszerű és gyors Gauss eliminációval célszerű kiszámítani, mivel a formális

$$[P] = [[G]]^{-1}[I]$$

megoldásban szereplő  $[[G]]^{-1}$  inverzmátrix kiszámítása sokkal több műveletet és nagyobb pontatlanságot jelentene.

### A nemlineáris hálózatokra vonatkozó megoldás

A nemlineáris hálózatoknál sem a modellezés, sem a számítás alapelve nem változik meg. Minden alkatrészt ellenállások és áramgenerátorok kombinációjává fogunk átalakítani és az így kapott hálózatból a Kirchhoff-törvények alapján felírt lineáris egyenletrendszert a Gauss eliminációval oldjuk majd meg. Látni fogjuk azonban, hogy az eredményül kapott potenciálértékek alapján új hálózatot kell létrehozunk, mert a  $[[G]]$  vezetési mátrix maga is függ a potenciáloktól. Ezt az új hálózatot is meg kell oldanunk és egészen addig hozzuk létre és oldjuk meg az új hálózatokat, amíg a potenciál-eredmények a kívánt pontosságon belül nem stabilizálódnak, azaz a helyettesítő hálózat reprodukálja az őt létrehozó potenciálokat és így tulajdonképpen saját magát.

Tegyük fel, hogy a hálózatban  $n$  db. csomópont van és egy alkatrészt két kivezetése a  $K$  és  $V$  hálózati pontokra csatlakozik! Az alkatrészen keresztül a  $K$ -ból a  $V$ -pontba folyó áram természetesen függ a  $P_K, P_V$  potenciáloktól.  $K$  és  $V$  tetszőleges hálózati pont lehet. Tehát az áramot elvileg az összes potenciál befolyásolhatja, illetve nem zárhatunk ki egyetlen csomópontot sem a potenciál-argumentumok közül. Ráadásul az alkatrésznek lehet még harmadik vagy akár még több kivezetése is. A harmadik, negyedik, stb. elektróda szintén tetszőleges hálózati pontra csatlakozhat. Tehát az alkatré-

szten keresztül a  $K$ -ból a  $V$ -pontba folyó  $I_{kv}$  áram általában az összes csomóponti potenciál függvénye

$$I_{kv} = f_{\text{alkatrész}}(P_1, P_2, \dots, P_n).$$

A  $K$ -adik csomópontból legalább kettő, de általában több alkatrészt is vihet el áramot. Ezeket az áramokat összegezve, Kirchhoff első törvénye alapján a

$$I_k = f_k(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0$$

kifejezést kapjuk. Ez a formális képlet a  $K$ -ból elszállított összes áramot jelöli, ami persze zérus. Ezt az összegzést minden csomópontra elvégezhetjük és így az  $n$  darab csomópontra  $n$  darab egyenlet adódik:

$$I_1 = f_1(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0,$$

$$I_2 = f_2(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0,$$

⋮

$$I_n = f_n(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0.$$

Az  $I_k$  ( $k = 1 \dots n$ ) áramok az összes alkatrészt és így az áramgenerátorok hozzájárulását is tartalmazzák. Más szóval ezek az egyenletek a csomópontokra külön-külön is vonatkozó töltésmegmaradást fejezik ki. Az  $f_k$  függvények valódi fizikai eszközök karakterisztikái alapján jönnek létre, így hát matematikailag nem teljesen extrémek: legalább folytonosak és deriválhatók a változóik szerint. Többjt azonban nem sokat feltételezhetünk róluk.

Van tehát  $n$  darab szinte tetszőleges áramfüggvényünk  $n$  darab potenciál-változóval. A potenciálok azon értékeire vagyunk kíváncsiak, ahol az  $n$  darab  $I_k$  függvény mindegyike egyszerre zérus.

*Ez egy általános matematikai probléma: a nemlineáris egyenletrendszerek megoldásának a feladata.*

A továbblépést ezért nem is az áramkörök elmélete alapján kell erőltetnünk, hanem az áramkörök elméletét kell majd illeszteniünk az általános matematikai megoldáshoz. Szerencsére az már sejtendő, hogy az általános megoldás nagyon egyszerű lesz, hiszen a speciális és bonyolult módszerek sok korlátozást és mellékfeltételt tartalmaznának az  $I_k$  függvényekre. A mi  $I_k$  függvényeink viszont gyakorlatilag bármilyenek lehetnek a folytonos és deriválható függvények halmazából.

## Newton-Raphson módszer

A matematikusok már sok módszert és formalizmust dolgoztak ki a nemlineáris egyenletrendszerek megoldására. A numerikus hálózatanalízis programokban ezek közül szinte kizárólag a mátrix formalizmust és a Newton-Raphson iterációs módszert alkalmazzák. Mi is ezt a hatékony algoritmust választottuk. Az egyszerűbből a bonyolultabb felé haladva kezdetben legyen csak egy változó! Ekkor a nemlineáris egyenletrendszer az

$$f_k(x) = 0, \quad k = 1, \dots, n$$

alakú. A feladat  $n$  darab egyváltozós függvény gyökhelyének meghatározására egyszerűsödött. Az, hogy az egyik függvény gyöke gyöke lesz e a többi függvénynek is, az egyáltalán nem biztos. Mindenesetre a függvények gyökeit függvényenként külön-külön meg kell keresnünk, majd behelyettesítéssel meggyőződhetünk arról, hogy az összes egyenlettel mi a helyzet. Most mnemotechnikai okokból megváltoztatjuk a matematikakönyvekben használatos betűjelöléseket és az egyváltozós függvény egyenletét így írjuk fel:

$$I(P) = 0.$$

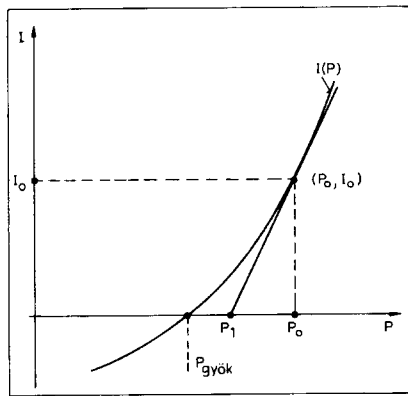
Ez nem változtat a probléma lényegén, csak később könnyebb lesz beazonosítani az áramkörelméletben használt fogalmak matematikai szerepét a megoldásban.

A Newton módszer pedig a következő: a gyökkeresésnél tetszőlegesen válasszunk ki egy  $P_0$  potenciálértéket, ezután iteratív javításuk ezt a becslést. Ha  $I_0 = I(P_0) = 0$ , akkor hihetetlen szerencsénk van és a munkát befejezhetjük. Ha  $I_0$  nem zérus, akkor a  $P_0$  sajnos nem gyök. Ekkor az új becslést úgy számítsuk ki  $P_0$ -ból, hogy az  $(I_0, P_0)$  ponton át húzzunk érintőt az  $I(P)$  görbéhez (1. ábra) és ahol ez az érintő a  $P$  tengelyt metszi, az a  $P_1$  pont legyen a gyök új becslése. Az analitikus geometriából tudjuk, hogy az  $(I_0, P_0)$  ponton átmenő érintőegyenlete

$$I_{\text{érintős}}(P) = I_0 + I'_0(P - P_0),$$

ahol az

$$I'_0 = I'(P_0) = \left. \frac{dI}{dP} \right|_{P=P_0} = G(P_0) = G_0$$



1. ábra. Newton-Raphson módszer

az  $I(P)$  függvény  $P_0$  pontbeli deriváltja. Az  $I'$  derivált az áram potenciál szerinti deriváltja, tehát  $[A/V] = \text{siemens}$ , vagyis vezetési dimenziójú. Jelöljük ezért a továbbiakban  $G$ -vel.

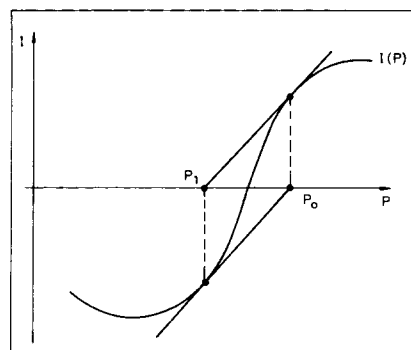
$$I_{\text{érintős}}(P) = I_0 + G_0(P - P_0),$$

$$I_{\text{érintős}}(P_0) = I_0.$$

Az  $I_{\text{érintős}}$  konstans  $G_0$  meredeksége a definíció szerint az  $I(P)$  függvény deriváltjának  $P_0$ -ban felvett értéke, tehát a két görbe a  $(I_0, P_0)$  pontban egymásra simul. Ha a  $G_0$  derivált zérus, akkor az  $I_{\text{érintős}} = I_0$  vagy mindenütt nulla vagy sehol. Az első esetben megvan a gyök csak még nem vettük észre, hiszen ekkor az érintőegyenest tulajdonképpen a  $P$  tengely. A második,

$$I_{\text{érintős}} = I_0 \neq 0$$

esetben új  $P_0$  becslést kell választanunk, mert az érintő párhuzamos a  $P$  tengellyel. Miután találtunk egy olyan  $P_0$  pontot ahol az érintő nem párhuzamos a  $P$  tengellyel, az  $I_{\text{érintős}}$  egyenesnek a  $P$  tengellyel való  $(0, P_1)$  metszés-



2. ábra. Önmagukat ismétlő gyökközelítések

pontját az  $I_{\text{érintős}}(P_1) = 0$  feltételből kaphatjuk meg:

$$I_{\text{érintős}}(P_1) = I_0 - G_0(P_1 - P_0) = 0,$$

innen  $P_1$ -et kifejezve

$$P_1 = P_0 - \frac{I_0}{G_0}$$

A képletben szerepel egy  $G_0$ -al való osztás. Ezt az osztást mindig elvégezhetjük, mivel  $P_0$ -t már úgy választottuk, hogy a  $G_0$  deriváltérték nem nulla.  $P_1$  a gyök új közelítése. Ha  $I(P_1) = 0$  akkor megtaláltunk egy gyököt. Ha nem, akkor ki kell számítanunk a  $P_1$  pontban a  $G(P)$  derivált  $G_1$  értékét és hasonló módon adódik a  $P_2$  újabb gyökközelítés is:

$$P_2 = P_1 - \frac{I_1}{G_1}.$$

Az általános lépést az iterációban pedig a

$$P_{m+1} = P_m - \frac{I_m}{G_m}$$

összefüggés adja meg. Ha valamelyik  $G_m$  zérus lesz, akkor az iterációs eljárást félbe kell szakítanunk. Ilyenkor vagy megvan a gyök vagy ami gyakoribb, az iteráció nem konvergált. Szerencsésebb esetben akkor fejezzük be az iterációt, amikor az  $P_{m+1} - P_m$  különbség abszolút értéke egy adott küszöb alá csökken és persze  $I_{m+1} = I(P_{m+1})$  már elegendően kicsi. Ekkor az iteráció konvergált.  $G_m$  zérussá válásának lehetősége nem zárható ki mindig, tehát a Newton-Raphson módszer nem mindig konvergál.

Más oka is lehet a divergenciának. A 2. ábra például egy olyan divergens esetet mutat be ahol ugyanazok a  $P$  értékek ismétlődnek. Tehát a programban még az iterációk számát is maximumunk kell, hogy az ilyen típusú divergenciáknál se alakuljon ki végtelen ciklus. Mielőtt még továbblépnénk a többváltozós esetre, jegyezzük meg  $P_{m+1}$  definíciós egyenletét a következő, az ismertetettel ekvivalens alakban:

$$G_m P_{m+1} = G_m P_m - I_m.$$

Ez a képlet az általános lépés egyenletének  $G_m$ -mel való beszorzásával adódik. Ennek a képletnek a mát-

rix/vektor alakú általánosítása fog szerepelni majd a többváltozós feladat megoldásában.

Többváltozós esetben az

$$\begin{aligned} I_1 &= f_1(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0, \\ I_2 &= f_2(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0, \\ &\vdots \\ I_n &= f_n(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0 \end{aligned}$$

$$[p] = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix}$$

Miután ezekkel az új jelölésekkel megbarátkoztunk, észre kell hogy vegyünk, hogy az áramkörökre eddig felírt teljes egyenletrendszer túlhatározott, hiszen az  $n-1$  csomópontra felírt töltés-megmaradási egyenletből már származtatható az  $n$ -edik csomópontra vonatkozó egyenlet. Az összefüggő egyenletrendszert tehát redukálnunk kell  $N=n-1$  egyenletre. A redukció matematikai lépéseinek szerencsére igen szemléletes fizikai jelentése van. Ki kell választanunk ugyanis egy referencia-csomópontot, ahol a potenciált praktikusán zérusnak tekintjük. Legyen ez mondjuk az  $R$ -edik csomópont. A  $[[g]]$  mátrixból hagyjuk el az  $R$ -edik a sort. Ugyanis az  $R$ -edik potenciált a továbbiakban nem kell számítanunk ( $P_R=0$ ). Valamint hagyjuk el a  $[[g]]$  mátrixból a referencia-csomópontban lévő potenciálra vonatkozó oszlopot is, mivel a referencia potenciált nullának vettük.

Jelöljük az új „derivált” mátrixot  $[[G]]$ -vel. A  $[p]$  és  $[i]$  vektorokból pedig hagyjuk el az  $R$ . edik elemet. Így kapjuk a  $[P]$  és  $[I]$  vektorokat. A redukált

$$\begin{aligned} I_1 &= f_1(P_1, P_2, \dots, P_N) = 0, \\ I_2 &= f_2(P_1, P_2, \dots, P_N) = 0, \\ &\vdots \\ I_N &= f_N(P_1, P_2, \dots, P_N) = 0 \end{aligned}$$

egyenletrendszer megoldása már az általános matematikai módszernek megfelelően zajlik. Fontos szerepet játszik majd ebben a  $[[G]]$  Jacobi mátrix. A Newton-Raphson módszer áramkörök-re való általánosítása a következő:

1. Induljunk ki egy próbálgatással kapott  $[P_0]$  kezdeti potenciálvektorból!
2. A megoldás első számított  $[P_1]$  közelítését a

$$[[G_0]] [P_1] = [[G_0]] [P_0] - [I_0]$$

lineáris egyenletrendszer megoldásával határozzuk meg. Vegyük észre, hogy az egyenlet jobb oldalán csupa ismert mennyiség van. Az  $[I_0]$  vektort

az ismert  $[P_0]$  potenciáloknak az  $f_k$  függvényekbe való behelyettesítésével tudjuk kiszámítani, a  $[[G_0]]$  mátrix elemeinek számértékét pedig megkapjuk a deriváltak  $[P_0]$  helyen vett értékeinek számításával. A  $[[G_0]]$  mátrixnak és a  $[P_0]$  vektornak a szorzása és az  $[I_0]$  vektor levonása után a baloldalon egy számokkal adott oszlopvektor áll. A jobboldalon a már ismert  $[[G_0]]$  mátrixnak és az ismeretlen  $[P_1]$  potenciáloknak a szorzata szerepel. Ez egy általunk már jól ismert lineáris egyenletrendszer, amit a Gauss eliminációval könnyedén meg tudunk oldani, hogy megkapjuk a  $[P_1]$  vektor komponenseit.

3. A  $[P_1]$  vektor meghatározása után számítsuk ki a  $[[G]]$  mátrix  $[P_1]$  helyen vett értékét, a  $[[G([P_1])]] = [[G_1]]$  mátrixot és az  $[I([P_1])]=[I_1]$  áramvektort. A gyök második közelítését pedig a

$$[[G_1]] [P_2] = [[G_1]] [P_1] - [I_1]$$

lineáris egyenletrendszer  $[P_2]$  megoldása adja.

4. Az iteráció általános lépését pedig a

$$[[G_m]][P_{m+1}] = [[G_m]][P_m] - [I_m]$$

lineáris egyenletrendszerrel írjuk le.

5. Az eljárás mindaddig folytatjuk (A, B, C eset):

5/A. Amíg a  $([P_{m+1}]-[P_m])$  potenciálkülönbség vektor

$$\sum_{i=1}^N (P_{m+1} - P_m)_i^2$$

hossza egy adott mérték alá nem csökken. Az eljárás ilyenkor konvergált és a gyök közelítését a  $[P_{m+1}]$  vektor adja.

5/B. Amíg az iterációk száma túl nem lép egy ésszerű határt, de az 5/A típusú konvergencia még nem következett be.

5/C. Amíg valamelyik iterációs lépésben a lineáris egyenletrendszer nem megoldható.

A sikertelen 5/B. és 5/C. esetekben legfeljebb annyit tehetünk, hogy egy új  $[P_0]$  közelítésből kiindulva megismételjük az eljárást.

Legyen  $[[G]]$  a vezetési mátrix,  $[[G]] [P] - [I]$  pedig az áramvektor definíciója. Az áramkörök elméletével foglalkozó művek legtöbbszörben ezt nem szokás ilyen nyíltan kimondani,

egyenletrendszert kell megoldani. Az egyváltozós megoldásánál használnunk kellett az  $I$  függvény  $P$  szerinti deriváltját. Az ezzel szinonim fogalomra lesz szükségünk a többváltozós esetben is. A matematikusok természetesen már definiálták egy egyenletrendszernek a változók szerinti deriváltját. Ez a derivált jellegű matematikai tünemény a Jacobi mátrix néven ismert. A Jacobi mátrix pontosan egyszer tartalmazza minden egyenlet minden egyes változó szerinti parciális deriváltját. A jelenlegi egyenletrendszerünkél a Jacobi derivált mátrix a következő négyzetes elrendezést jelenti:

$$[[g]] = \begin{bmatrix} \frac{\partial I_1}{\partial P_1} & \frac{\partial I_1}{\partial P_2} & \dots & \frac{\partial I_1}{\partial P_n} \\ \frac{\partial I_2}{\partial P_1} & \frac{\partial I_2}{\partial P_2} & \dots & \frac{\partial I_2}{\partial P_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial I_n}{\partial P_1} & \frac{\partial I_n}{\partial P_2} & \dots & \frac{\partial I_n}{\partial P_n} \end{bmatrix}$$

A Jacobi mátrixban soronként található egy adott változó szerinti parciális deriváltak. A mátrix oszlopai pedig a függvények szerint csoportosítják a parciális deriváltakat. A továbbiakban az  $I_k$  függvényeket oszlopvektor formájában kezeljük:

$$[i] = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$

Ehhez hasonlóan oszlopvektor formában vesszük fel a  $P_k$  potenciálokat is:

mivel elveszne a dolog mesterkélt bonyolultsága. Ezt a komplexitást hamar el lehet érni, ha különböző almatríxokat vezetünk be, mondjuk a lineáris és nemlineáris komponenseknek megfelelően, vagy ha a dinamikus és sztatikus jelenségeket is erőszakoltan szétválasztjuk. Miután jól elkomplikáltuk az egyszerű lényegét, mélyen belegalyodhatunk a bonyolult formulák végett szükséges komplikált megoldásokba.

A megoldás matematikája azonban – mint láttuk – egyszerű. Adott [P] potenciáloknál a behelyettesítésekkel kapható [[G]] vezetési mátrix és [[I]] [P] – [I] áramvektor ismeretében újra és újra föl kell állítanunk és meg kell oldanunk egy lineáris egyenletrendszert a potenciálok új értékeinek számításához. Egész addig kell ezt folytatnunk, amíg a megoldásul kapott potenciálok egymást követő értékei közel azonosak nem lesznek.

Most rá kell térnünk a [[G]] mátrix és az [I] vektor elemeinek meghatározására az alkatrészekre vonatkozó I(P) egyenletekből. Kezdjük ezt a legkisebb kivezetésszámú, de még éppen használható nemlineáris alkatrészekkel!

### Nemlineáris kétpólusok

A nemlineáris kétpólusoknak szemléletes helyettesítő áramköre rajzolható fel. Tekintsük az iteráció általános lépését leíró lineáris egyenletrendszer bal oldalát,

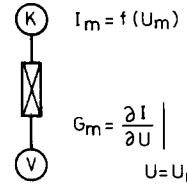
$$[[G_m]] [P_{m+1}] - \text{et,}$$

egy vezetési mátrix és egy potenciálvektor szorzatának. A K és V áramköri pontok közé kapcsolt kétpólus csak a  $P_K$  és  $P_V$  potenciálokat érzi és ezért a K-ból V-be szállított árama csak az  $U = P_K - P_V$  potenciálkülönbségtől függ:

$$I(P_K, P_V) = I(P_K - P_V) = I(U).$$

A nemlineáris kétpólus a vezetési mátrixhoz az  $I(U)$  áram  $P_K$  és  $P_V$  szerinti parciális deriváltjainak az  $U_m = (P_K - P_V)_m$  helyen vett értékével járul hozzá. Például a K-ból elfolyó áram  $P_K$  szerinti parciális deriváltja a [[G]] mátrix  $G_{KK}$  eleméhez a következő taggal járul hozzá

$$\frac{\partial I(P_K, P_V)}{\partial P_K} = \frac{d I(U)}{d U} \frac{\partial (P_K - P_V)}{\partial P_K} =$$

Nemlineáris kétpólus	Vezetési mátrix	Áramvektor													
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>K</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td><math>G_m</math></td> <td><math>-G_m</math></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td><math>-G_m</math></td> <td><math>G_m</math></td> </tr> </table>		K	V	K	$G_m$	$-G_m$	V	$-G_m$	$G_m$	<table border="1"> <tr> <td>K</td> <td><math>G_m U_m - I_m</math></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td><math>I_m - G_m U_m</math></td> </tr> </table>	K	$G_m U_m - I_m$	V	$I_m - G_m U_m$
	K	V													
K	$G_m$	$-G_m$													
V	$-G_m$	$G_m$													
K	$G_m U_m - I_m$														
V	$I_m - G_m U_m$														

3. ábra. Nemlineáris kétpólus hozzájárulása a vezetési mátrixhoz és az áramvektorhoz

$$= \left. \frac{d I(U)}{d U} \right|_{U = U_m} = G_m.$$

ahol a közvetett deriválás szabályait alkalmaztuk.

Hasonlóan kapható a másik 3 adalek a [[G]] mátrix  $G_{KV}$ ,  $G_{VK}$ ,  $G_{VV}$  elemeihez. Ezeket a 3. ábra bal oldalán foglaltuk össze. Az első rész ([2]) alapján vegyük észre, hogy ezek a hozzájárulások megfelelnek egy a K és V pontok közé kapcsolt  $1/G_m$  ellenállás hatásának. Az iteráció általános egyenletének bal oldalát

$$[[G_m]] [P_m] - [I_m]$$

pedig tekintsük egy áramgenerátor konstans járuléklának a teljes áramvektorhoz. Ezt a hozzájárulást a 3. ábra jobb oldali oszlopa tartalmazza.

Ezzel tulajdonképpen illesztettük az áramkörelméletet a matematikai megoldáshoz. Tehát a K és a V pontok közé kapcsolt nemlineáris kétpólust modellezhetjük a 4. ábrán feltüntetett módon egy  $G_m$  vezetőképességű  $1/G_m$  ellenállás és egy  $G_m U_m - I_m$  nagyságú áramgenerátor segítségével. Figyeljük meg, hogy ez a konkrét modell csak egy adott  $U_m$  feszültségre vonatkozik! Egy másik,  $U_{m+1}$  feszültségre a komponensek értékei megváltoznak.

Ehhez az egyszerű helyettesítő kapcsoláshoz egy végesdifferencia formula alapján is eljuthatunk. Ha az egymást követő két iterációs lépésben  $[U_m]$  és  $[U_{m+1}]$  a K és V pontok potenciálkülönbsége és  $[I_m]$  és  $[I_{m+1}]$  a nemlineáris kétpóluson átfolyó áram, akkor a  $G_m$  vezetést végesdifferencia-képlettel is közelíthetjük:

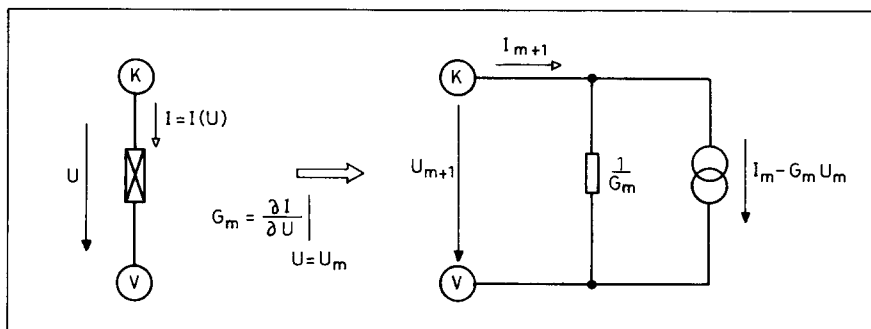
$$G_m = \frac{I_{m+1} - I_m}{U_{m+1} - U_m}.$$

Ezt az egyenletet átrendezve az  $I_{m+1}$  áramra a következő kifejezést kapjuk:

$$I_{m+1} = G_m U_{m+1} + I_m - G_m U_m.$$

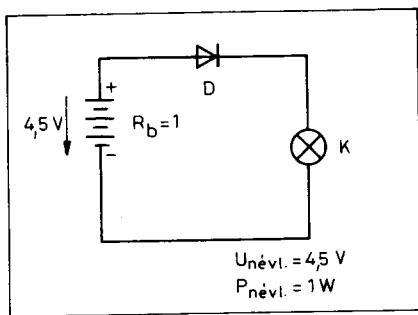
Az iteráció m-edik lépése után  $G_m$ ,  $U_m$  és  $I_m$  már adott, rögzített értékek.  $U_{m+1}$ -et még nem ismerjük. A képlet alapján pedig látható, hogy az  $U_{m+1}$  feszültség hatására kialakuló  $I_{m+1}$  áram azonos a 4. ábra helyettesítő kapcsolásán  $U_{m+1}$  feszültség esetén átfolyó árammal.

Ha a nemlineáris kétpólusokra vonatkozó általános képleteket ellenállásokra, áramgenerátorokra és reális feszültséggenerátorokra alkalmazzuk, akkor visszakapjuk a sorozat első részében használt formulákat ([2], 9. áb-



4. ábra. Nemlineáris kétpólus helyettesítő képe





5. ábra. Egyszerű nemlineáris áramkör

ra). Tehát új és általánosabb elméletünk a vártnak megfelelően érvényes lesz a lineáris határesetben is.

A sok általános képlet és indexes mennyiség után hasznos lesz egy konkrét feladatnál részletesen nyomon követni az iteráció lezajlását. Tekintsük például az 5. ábra egyszerű áramkört amely egy zseblámpatelep, egy nyitóirányba kapcsolt dióda és egy zseblámpaizzó sorba kapcsolásából áll! Ha megépítjük az áramkört, akkor az izzó közepes fényerővel világítani fog, így a kapcsolás működik. A hibrid vagy grafikus számítási módszerek, mint például a munkaegyes módszer, ennél az áramkörnél viszont már nem működnek. Mivel már egy ilyen kis kapcsolásnál is csődöt mondanak, ne terheljük magunkat velük, hanem egyből nézzük az általános numerikus megoldást. Határozzuk meg 1% pontossággal az áramkörben folyó áramot! A számításhoz szükségünk van az izzólámpának és a diódának a karakterisztikájára, amit közelítő képletek segítségével kapunk majd meg.

### Egyszerű izzólámpamodell

Az izzólámpa markánsan nemlineáris áramköri elem. Növekvő feszültséghez az izzószál felforrósodása miatt rohamosan növekvő ellenállás, illetve egyre kevésbé növekvő áram tartozik. A névleges feszültségből és a névleges teljesítményből adódik az izzó névleges árama:

$$I_{n\acute{e}vli} = P_{n\acute{e}vli}/U_{n\acute{e}vli}.$$

A kapcsolásban szereplő  $U_{n\acute{e}vli}=4,5$  V/1 W-os izzóra:

$$I_{n\acute{e}vli} = (1 \text{ W})/(4,5 \text{ V}) = 222,2 \text{ mA},$$

$$R_{n\acute{e}vli} = U_{n\acute{e}vli}/I_{n\acute{e}vli} = 20,25 \Omega.$$

A vizsgált kapcsolásban a telep belső ellenállása valamint a diódán eső

feszültség miatt az izzóra  $U_{n\acute{e}vli}$ -nél kisebb feszültség jut majd, tehát  $I_{n\acute{e}vli}$ -nél kisebb áram fog folyni az áramkörben. Egy adott  $U$  feszültségnél kialakuló áramot befolyásolja az izzószál ellenállásának a hőmérséklettel való változása. A kialakuló hőmérséklet pedig függ az áram által disszipált hőtől a sugárzásos és konvektív hőleadás folyamatai révén. E jelenségek némelyikét bonyolult fizikai képletekkel írhatjuk le. Ennek ellenére a végső soron kialakuló  $I(U)$  függvényt meglepően jól közelíthetjük egyszerű formulákkal.

Ha az  $U$  feszültség kisebb mint a névleges feszültség 1%-a, akkor a lámpa hidegárama jól leírható a

$$I_{\text{lámpa}}(U) = 10 (U/R_{n\acute{e}vli})$$

közeliítő képlettel. Ekkor még elhanyagoljuk az izzószál melegedését. Ha az  $U$  feszültség eléri az  $U_{n\acute{e}vli}$  1%-át akkor a névleges áram közel egytizede folyik a lámpán. A hidegellenállás tehát kb. tizedakkora mint az üzemi ellenállás. Ha a lámpára adott  $U$  feszültség meghaladja a névleges feszültség 1%-át, akkor az izzószál melegedése miatt a lámpa névleges ellenállása gyorsan növekedni kezd. A hőmérsékleti egyensúly beállása utáni áram pedig az

$$I_{\text{lámpa}}(U) = I_{n\acute{e}vli} (U/U_{n\acute{e}vli})^{1/2}$$

közeliítő képlettel adható meg. A két formula szakadás nélkül kapcsolódik. Egyszerűségük ellenére jól modellezik a valóságos izzólámpák karakterisztikáit. A tipikusnak vehető görbét ([3]) 1%-os hibán belül reprodukálják. Ez a pontosság nekünk most elég.

Az  $U > U_{n\acute{e}vli}$  esetre már rosszabbá válik a közelítés, de a vizsgált áramkörünkben az izzólámpára jutó feszültség nem lépi túl a 4,5 V feszültséget. Szükségünk lesz még a lámpán átfolyó áram  $U$  szerinti deriváltjára a [[G]] mátrix számításához. Ez a derivált a következő:

A. Ha  $U < \frac{U_{n\acute{e}vli}}{100}$ , akkor

$$\frac{dI_{\text{lámpa}}}{dU} = \frac{10}{R_{n\acute{e}vli}}.$$

B. Ha  $U > \frac{U_{n\acute{e}vli}}{100}$ , akkor

$$\frac{dI_{\text{lámpa}}}{dU} = \frac{1}{2} I_{n\acute{e}vli} (U_{n\acute{e}vli} - U)^{-1/2}.$$

### Egyszerű diódamodell

A félvezetők fizikai elmélete alapján egy idealizált P-N átmenet feszültség-áram karakterisztikája a következő alakú:

$$I_D(U) = I_s (\exp(U/U_T) - 1),$$

ahol

$I_s$  = a dióda úgynevezett telítési árama

$U_T = kT/q$  termikus feszültség,

$k$  = a Boltzmann állandó

( $1,38E-38$  J/K),

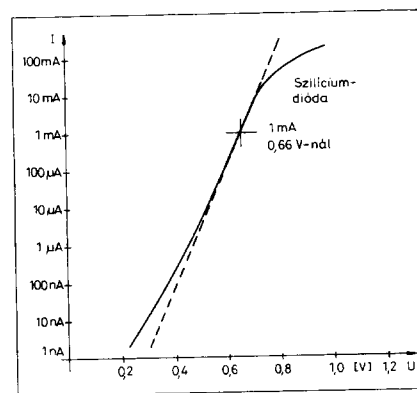
$T$  = az abszolút hőmérséklet és

$q$  = az elektron töltése

( $1,6E-19$  As).

298 K-on, ami 25 °C szobahőmérsékletnek felel meg, az  $U_T$  termikus feszültség értéke kb. 26 mV. Az elméleti képlet vonatkozik a P-N átmenetnek mind a nyitóirányú ( $U > 0$ ), mind a záróirányú ( $U < 0$ ) előfeszítésére.

A vizsgált kapcsolásban a diódát nyitóirányban üzemeltetjük. Hasonlítsuk össze a gyanúsán egyszerű elméleti képletet egy olyan valódi dióda adataival, amelynek nyitóirányú árama 0,66 V feszültség esetén 1 mA. Ha tehát az  $I_s$  telítési áramot úgy állapítjuk meg, hogy az elméleti képlet  $U=0,66$  V esetén 1 mA áramot adjon ki ( $I_s = 9,45E-15$  A), akkor az elmélet és a valóság egybevetése a 6. ábrán látható. Megfigyelhetjük, hogy a szaggatott vonallal ábrázolt nyitóirányú elméleti görbe több nagyságrendnyi diódaáram-tartományban tűrhetően megegyezik a kísérleti karakterisztikával. Sőt, ha egy 1,5  $\Omega$ -os soros ellenállást iktatunk be az elméleti modellbe, akkor az új elméleti karakterisztika a 10 ... 100 mA-es tartományban is jól fogja



6. ábra. Si dióda nyitóirányú karakterisztikája

követi a kísérleti görbét. Ez az ellenállás a dióda fémérintkezőinek az ellenállásából és a fém-félvezető átmenetek ellenállásából származik. A mostani számításunkhoz ezért a 7. ábrán feltüntetett diódamodellt fogjuk használni. Ez a modell egy 1,5 Ω-os ellenállás és egy ideális P-N átmenet sorba kapcsolásából áll. A modell egy belső csomópontot tartalmaz, amit majd hozzáesszünk a hálózati csomópontokhoz.

Az ideális P-N átmenet áramának a feszültség szerinti deriváltja:

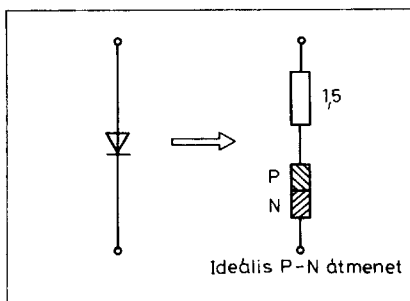
$$\frac{dI_D(U)}{dU} = \frac{I_s}{U_T} \exp(U/U_T) = G_D$$

Ennek a képletnek az alapján fogjuk számolni a P-N átmenet helyettesítő képében lévő  $1/G_D$  ellenállást és áramgenerátort  $I_D - G_D U_D$  áramát.

### Numerikus példa a Newton-Raphson iterációra

Miután a vizsgált áramkörbe berajzoltuk az ellenállással és egy ideális P-N átmenettel adott diódamodellt valamint a telep Norton ekvivalensét, a vizsgált áramkörünk két nemlineáris komponenset tartalmaz: egy ideális P-N átmenetet és egy izzólámpát (8. ábra). Ezt követően helyettesítsük a nemlineáris komponenseket a 4. ábra alapján az ellenállásos, áramgenerátoros ekvivalenseikkel (9. ábra). Az eredményül kapott lineáris áramkört már könnyű megoldani és ezeken a megoldásokon keresztül jutunk majd el a nemlineáris áramkör megoldásához. A P potenciálok kezdeti értéke legyen a következő:

$$\begin{aligned} P_0[1] &= 4,5 \text{ V,} \\ P_0[2] &= 4,0 \text{ V,} \\ P_0[3] &= 3,2 \text{ V,} \\ P_0[4] &= 0,0. \end{aligned}$$

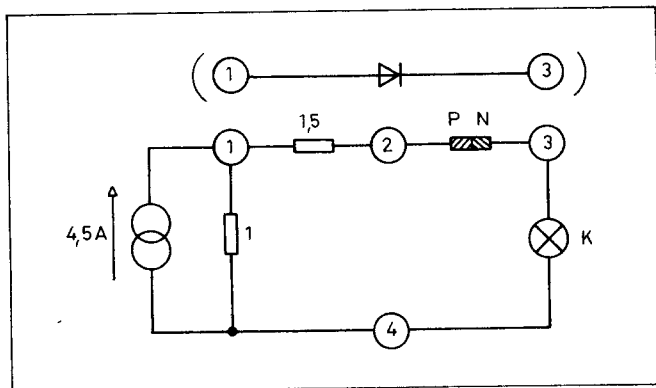


7. ábra. Si dióda egyszerű helyettesítő képe

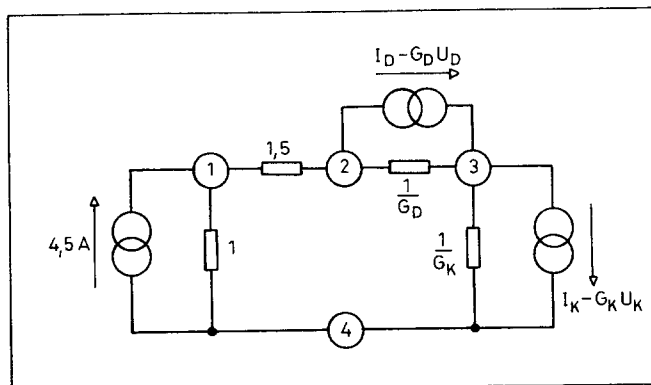
A Newton-Raphson iteráció lépéseinek numerikus részleteit a táblázat tartalmazza. Az adatok alapján a számítás nyomon követhető. A 4. csomópontot vettük fel referencia-csomópontnak, vagyis földnek. A  $P_0[1] \dots P_0[4]$  potenciálokból számíthatók az  $1/G_D$ ,  $1/G_K$  ellenállások és az  $I_D - G_D U_D$ ,  $I_K - G_K U_K$  áramok. A hálózatot akár az ANALIZIS\_1 programmal is megoldhatjuk. Az első lépésben eredményül kapott  $P_1[1]$ ,  $P_1[2]$ ,  $P_1[3]$  potenciálokat a táblázat 2. sorának elején találjuk. A  $P_1$  új potenciálvektorból ismét számíthatók hálózati komponen-

Táblázat

Iter.	P[1]	P[2]	P[3]	$G_D$	$I_D - G_D U_D$	$G_K$ [ms]	$I_K - G_K U_K$
	[V]						
0.	4,500	4,000	3,200	8,383	-6,706	30,23	90,72
1.	4,312	4,031	3,208	20,300	-16,180	29,24	93,82
2.	4,312	4,030	3,224	10,560	-8,237	29,17	94,05
3.	4,312	4,029	3,231	7,763	-5,993	29,14	94,14
4.	4,312	4,029	3,233	7,188	-5,535	29,13	94,18
5.	4,312	4,029	3,233	- Vége az iterációnak -			



8. ábra. Modelláramkör két nemlineáris komponenssel

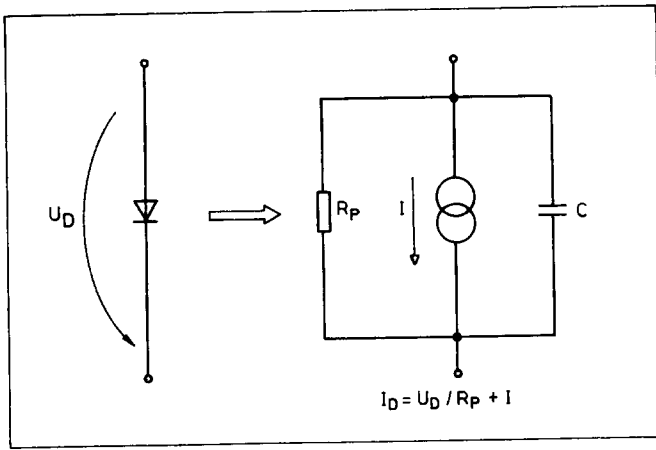


9. ábra. Modelláramkör a nemlineáris komponensek matematikai helyettesítő kapcsolásával

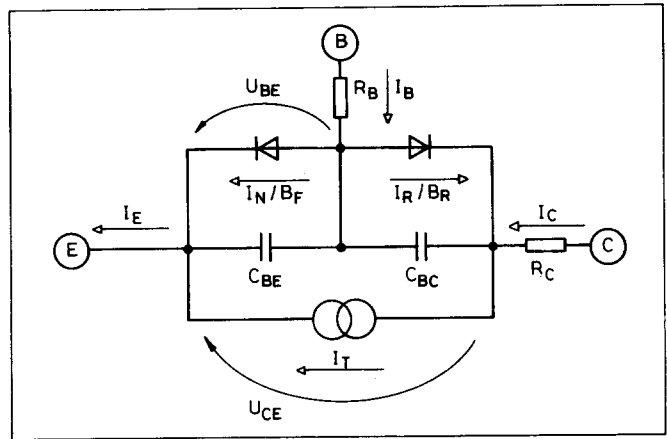
sek új értékei. Ezeket szintén a 2. sorban találjuk. Az új hálózat  $P_2[1]$ ,  $P_2[2]$  és  $P_2[3]$  megoldása pedig a 3. sor elején található, és így tovább.

A potenciálértékek a 4. iterációs lépéstől kezdve 1 mV-nál kevesebbet változnak. Az iteráció a nekünk elegendő pontosságon belül gyorsan konvergált. Az 1. és 3. potenciálok különbségéből látható, hogy a diódán 1,079 V feszültség esik. A sorba kapcsolás miatt a diódán és az izzón átfolyó 188 mA-es áramot könnyen megkapjuk például az 1,5 Ω-os ellenálláson eső  $P[1]-P[2]=0,283$  V feszültségből vagy természetesen az  $I_D(U_D)$ ,  $I_K(U_K)$  áramfeszültség képletek alapján.

Figyeljük meg, hogy a nemlineáris komponensek helyettesítő képében szereplő áramgenerátorok  $I_x - G_x U_x$  árama a konvergencia esetén sem zérus! Ez az áram a nemlineáris komponensek dinamikus és sztatikus ellenállásának eltéréseiből adódó matematikai kompenzáció, amit a valódi áramok számításakor figyelembe kell vennünk. Tehát a diódán átfolyó áram nem az  $1/G_D$  ellenálláson átfolyó árammal lesz azonos.



10. ábra. Dióda matematikai helyettesítő kapcsolása

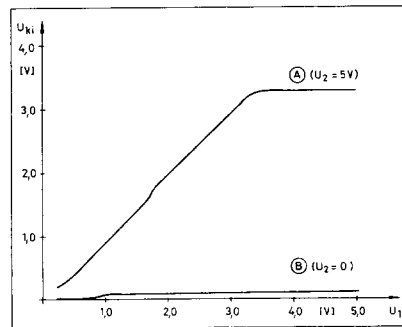


13. ábra. Bipoláris (NPN) tranzisztor matematikai helyettesítő kapcsolása

## Nemlineáris többpólusok

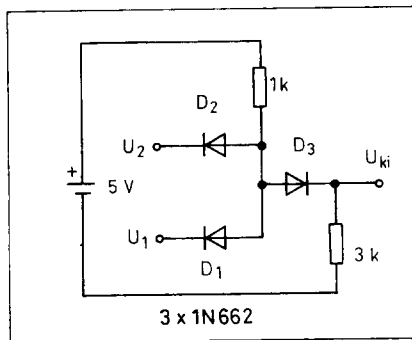
A nemlineáris többpólusoknak a felrajzolható helyettesítő képe már elég bonyolult. Igazából nincs is rá szükségünk. A kétpólusok helyettesítő képének tárgyalása is elsősorban didaktikai célt szolgált. A Newton-Raphson módszer motorházfedele alatti fogaskerek-működését szemléltette. A definíciók alapján egy tetszőleges  $m$  pólus hozzájárulása a  $[[G]]$  vezetési mátrix  $G_{KV}$  eleméhez az alkatrész  $K$ -ból  $V$ -be átvetett áramának  $P_K$  szerinti parciális deriváltja.  $[[G]]$  ismeretében az iterációs egyenlet jobboldalához való járulékok is megkaphatók. A definíciók világosak, így inkább csak programozástechnikai problémák merülhetnek fel. Milyen formában ábrázoljuk az alkatrészek valóságű áramköri modelljeit a programban, és hát persze mik legyenek ezek a lehetőleg egyszerű áramköri modellek.

Programozástechnikai probléma az is, hogy az alkatrészmodellek általában belső csomópontokat is tartalmaznak. Ezeket a belső csomópontokat hozzá



12. ábra. Diódás AND-kapu sztatikus analízise

kell fűzni az eredeti áramkör csomópontjaihoz. Ezt követően az alkatrész  $[G_{alk}]$  almatrixát és  $[I_{alk}]$  áramvektorát oly módon kell kezelni, hogy az alkatrész kivezetései tetszőleges hálózati pontra csatlakozhassanak. Tehát valamilyen formában hozzá kell rendelnünk a belső  $[G_{alk}]$  mátrix és  $[I_{alk}]$  áramvektor képleteket a hálózati csomópontokhoz. Ezt a hozzárendelést egy  $m$  elemű egydimenziós tömbbel, egy hozzárendelési vektorral elvégezhetjük. Az alkatrész kivezetései valamilyen módon sorba rakjuk, pl A, B, ... M indexek szerint majd az elméleti modell alapján beprogramozzuk a  $G_{AA}$ ,  $G_{AB}$ , ...,  $G_{MM}$  parciális derivált képleteket és az  $I_A$ ,  $I_B$ , ...  $I_M$  elvezetett áramok képleteit. Mindezen képletek tartalmaznak a  $P_A$ ,  $P_B$ , ...  $P_M$  potenciálok páronként vett különbségeit. A programnak pedig tudnia kell a hozzárendelési vektor alapján, hogyha a  $K$  és  $V$  pontokra mondjuk az A és B kivezetések kapcsolódnak, akkor a  $G_{KV}$  mátrixelemhez való járulékokat a  $G_{AB}$  rutin írja le az  $I_K$  áramjárulékokat pedig az  $I_A$  eljárás adja meg.



11. ábra. Diódás AND-kapu

Egy adott típusú alkatrész matematikai modellje számos paramétert tartalmazhat. Érdemes alkatrészfajtánként definiálni a paraméterértékeket tartalmazó tömbök struktúráit is. Tehát nemcsak azt kell nyilvántartani, hogy egy alkatrész hányadik alkatrész az egész áramkörben, hanem azt is, hogy a saját típusán belül hányadik. Ennek alapján aztán majd könnyű lesz kezelni a rá jellemző paraméterek adott numerikus értékeit. Tehát a program alkatrész típusonként tartalmaz egy eljárást és egy paramétertáblát, amelyekből a felhasználó kiválaszthatja a konkrét esetnek megfelelőt.

## Valóságű diódamodell

Az előzőekben ismertetett egyszerű diódamodell nem teljesen megfelelő az általános hálózatanalízis céljaira. Az exponenciális kifejezés  $U_D > 1$  V feszültségekre irreálisan nagy áramokat ad ami a számítást instabillá teszi, sőt még a valóságnak sem felel meg.

Valóságűbb diódaleírásra van szükségünk. Az irodalomban számos ilyen található, mi egy viszonylag pontos modellt mutatunk be ([4], [5]) és ezt tartalmazza az ANALIZIS\_2 program is.

A jobb diódamodell a 10. ábra helyettesítő kapcsolásán alapul. Ez a modell az  $I$ -re vonatkozó tapasztalati képletek révén a letörési-, lezárási-, vezetési- és a telítési tartományban is jó leírását adja a félvezető dióda valódi karakterisztikájának. A C kondenzátor a dióda dinamikus viselkedését modellezi. A modell egyenletei könnyen programozható formában a következők:

A. Ha  $U_D < U_Z$   
(Letörési tartomány), akkor

$$I = (U_D - U_Z) / R_Z,$$

B. Ha  $U_Z < U_D < U_C$

(Normál lezárási és vezetési tartomány), akkor

$$I = I_S * (\exp(U_D / U_T) - 1),$$

C. Ha  $U_D = U_C$   
(Telítési tartomány), akkor

$$I = I_C + (U_D - U_C) / R_F,$$

a diódán átfolyó összes áram pedig:

$$I_D = I + U_D / R_P.$$

A számításhoz további képletek szükségesek:

$$U_T = K_B * T / Q \quad (26 \text{ mV } 298 \text{ K-on}),$$

$$U_C = U_T * \ln(U_T / (R_F * I_{S0})),$$

$$I_S = K_0 * I_{S0} * (T / T_{NOM})^2,$$

$$K_0 = \exp(-E_G * (1/T - 1/T_{NOM}) / K_B),$$

$$I_C = I_S * (\exp(U_C / U_T) - 1).$$

A paraméterek pedig a következők:

Boltzmann állandó:  $K_B$   
(Érték:  $1,38E-38 \text{ J/K}$ ),  
Elektron töltés:  $Q$   
(Érték:  $1,6E-19 \text{ As}$ ),  
Telítési áram:  $I_{S0}$   
(tip. érték:  $1E-12 \dots 1E-16 \text{ A}$ ),  
Letörési feszültség:  $U_Z$   
(tip. érték:  $-5 \dots -300 \text{ V}$ ),  
Letörési ellenállás:  $R_Z$   
(tip. érték:  $1 \dots 1000 \Omega$ ),  
Soros ellenállás:  $R_F$   
(tip. érték:  $0,1 \dots 100 \Omega$ ),  
Kapacitás:  $C$   
(tip. érték:  $1 \dots 10 \text{ pF}$ ),  
Párhuzamos ell.:  $R_P$   
(tip. érték:  $100 \dots 1E8$ ),  
Szobahőmérséklet:  $T_{NOM}$   
(Érték:  $298 \text{ K}$ ),  
Energiagát:  $E_G$   
(tip. érték:  $0,67 \dots 1,2 \text{ J}$ ).

Az egyenletekben megtalálható az ideális P-N átmenetre vonatkozó elmélet nyoma. A képletek a viszonylag sok paraméter révén széles feszültségtartományban jól „működnek”. Figyeljük meg, hogy  $I_{S0}$  telítési áram nem a dióda szivárgási árama, hanem egy paraméter, amelynek segítségével jól lehet közelíteni a tipikus dióda karakterisztikát.

Ha  $R_P$  nagy, akkor szobahőmérsékleten ( $T = T_{NOM}$ ) és kis nyitóirányú feszültségnél ( $U_D$  kb.  $0,7 \text{ V}$ )  $I_{S0}$  egy áramméréssel megkapható az alábbi képlet alapján:

$$I_{S0} = I / (\exp(U_D / U_T) - 1).$$

A telítési tartományban, amikor a modellben lévő ideális dióda dinamikus ellenállása  $R_F$ -nél kisebbé válik ( $U_D = U_C$ ), akkor a modell az ideális diódát az  $R_F$ -el párhuzamosan kapcsolt  $I_C$  áramú áramgenerátorral helyettesíti.

Egyetlen apró hátránya van ennek a diódamodellnek: nem írja le az igen rövid idő alatt lezajló és rendkívül nagyáramú tranzienst folyamatokat. Ezek a gyors és nagyáramú folyamatok roppant érdekesek, de amatőr viszonyok között csak villámcsapáskor lépnek fel és az ilyesmit elszenvédő áramkör viselkedését nem is érdemes modellezni.

### Diódás AND-kapu vizsgálata

A 11. ábrán látható diódás AND-kapu ANALIZIS\_2 programmal való számításának eredményei a 12. ábrán található. A számítások során az  $U_{D1}$  feszültséget 0-tól kezdve 5 V-ig növeltük 0,1 V lépésekben és a grafikonok a sztatikus eredmények pontjait összekötő görbék mutatják. Az A görbe az  $U_{D2} = 5 \text{ V}$ -nak, a B görbe pedig az  $U_{D2} = 0 \text{ V}$ -nak felel meg. Az 5 V tápfeszültséget és az  $U_1$  feszültségeket  $0,001 \Omega$  belső ellenállású feszültséggenerátorok szolgáltatták, az  $U_2$  feszültség pedig vagy a telepre vagy a földre kötésből származott. A számításokhoz az 1N662 típusú diódák adatait használtuk:

$$I_{S0} = 1E-14 \text{ A},$$

$$V_Z = -200 \text{ V},$$

$$R_Z = 0,1 \Omega,$$

$$R_F = 0,1 \Omega,$$

$$R_P = 10 \text{ M}\Omega,$$

$$C = 10 \text{ pF},$$

$$E_G = 1,11 \text{ J}.$$

### Bipoláris tranzisztormodell

A bipoláris tranzisztorok egyik jó matematikai modellje a 13. ábra helyettesítő kapcsolásán alapul. Ezt a tranzisztormodellt Gummel-Poorn transzportmodellnek nevezik. Az előzőekben ismertetett diódamodell jelöléseit és definícióit átvéve az npn-tran-

zisztormodell képletei jól programozható formában a következők:

Ha  $U_{BE} < U_C$ , akkor

$$I_N = I_S * (\exp(U_{BE} / U_T) - 1),$$

Ha  $U_{BE} \geq U_C$ , akkor

$$I_N = I_C + (U_{BE} - U_C) / R_F,$$

$$(R_F = 0,001 \Omega),$$

$$I_R = I_S * (\exp((U_{BE} - U_{CE}) / U_T) - 1),$$

ahol  $U_{BE}$  és  $U_{CE}$  a belső bázis-emitter, kollektor-emitter feszültségek. A bázisáram két tagból tevődik össze:

$$I_B = (I_N / B_F) + (I_R / B_R).$$

A belső áramgenerátor árama pedig:

$$I_T = I_N - I_R.$$

Innen már adódnak a kívülről mérhető  $I_C$  és  $I_E$  áramok:

$$I_C = I_N - I_R(1 + 1/B_R),$$

$$I_E = I_B + I_C = I_N * (1 + 1/B_F) - I_R.$$

A feszültségfüggő  $C_{BE}$  bázis-emitter és  $C_{BC}$  bázis-kollektor kapacitások nagysága most tulajdonképpen nem érdekes a számunkra, hiszen sztatikus megoldásokat határozzunk meg. Viszont ugyanezt a bevált tranzisztormodellt fogjuk használni a dinamikus analízisnél és ezért a teljesség kedvéért már most megadjuk ezen kapacitások képleteit is:

$$U_{BC} = U_{CE} - U_{BE},$$

Ha  $U_{BC} < P_C / 2$ , akkor

$$C_{JC} = C_{JC0} / (1 - U_{BC} / P_C)^{MC},$$

Ha  $U_{BC} \geq P_C / 2$  akkor

$$C_{JC} = (2^{MC}) * C_{JC0} * A_{PC},$$

$$A_{PC} = 2 * MC * U_{BC} / P_C + 1 - MC$$

Ha  $U_{BE} < P_E / 2$  akkor

$$C_{JE} = C_{JE0} / (1 - U_{BE} / P_E)^{ME},$$

Ha  $U_{BE} \geq P_E / 2$  akkor

$$C_{JE} = (2^{ME}) * C_{JE0} * A_{PE},$$

$$A_{PE} = 2 * ME * U_{BE} / P_E + 1 - ME,$$

$$C_{DC} = T_R * I_N / U_{BC},$$

$$C_{DE} = T_F * I_R / U_{BE},$$

$$C_{BE} = C_{JE} + C_{DE},$$

$$C_{BC} = C_{JC} + C_{DC}.$$

A feszültségfüggő kapacitás képletei átvihetők a diódamodellbe is. A diódamodellnél felsoroltakhoz képest az új paraméterek a következők:

Béta:  $B_F$   
 (tip. érték: 20 ... 200),  
 Inverz béta:  $B_R$   
 (tip. érték: 0,1 ... 2,0),  
 Koll. kapac.:  $C_{JCO}$   
 (tip. érték: 1 ... 10 pF),  
 Emitt. kapac.:  $C_{JEO}$   
 (tip. érték: 1 ... 10 pF),  
 Bázisellenállás:  $R_B$   
 (tip. érték: 0,5 ... 100  $\Omega$ ),  
 Koll. ell.:  $R_C$   
 (tip. érték: 1 ... 20  $\Omega$ ),  
 Tau:  $T_F$   
 (tip. érték:  $1E-6$  ...  $1E-10$ ),  
 Inverz tau:  $T_R$   
 (tip. érték:  $1E-8$  ...  $1E-11$ ),  
 MC, ME = 0,5,  
 $P_C, P_E = 0,4$  V.

A  $B_F$  áramerősítési tényező hőmérsékletfüggését a

Hőm. koef.:  $T_B$   
 (tip. érték: 2000 ppm/K)

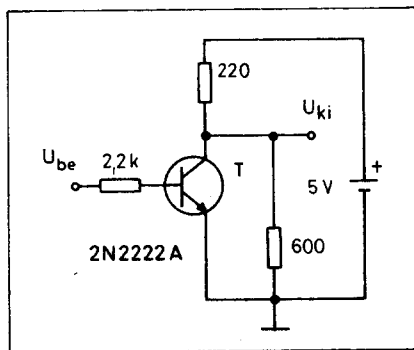
együtthatóval vehetjük figyelembe.

Az  $R_B, R_C$  ellenállások hőmérsékleti együtthatója pedig

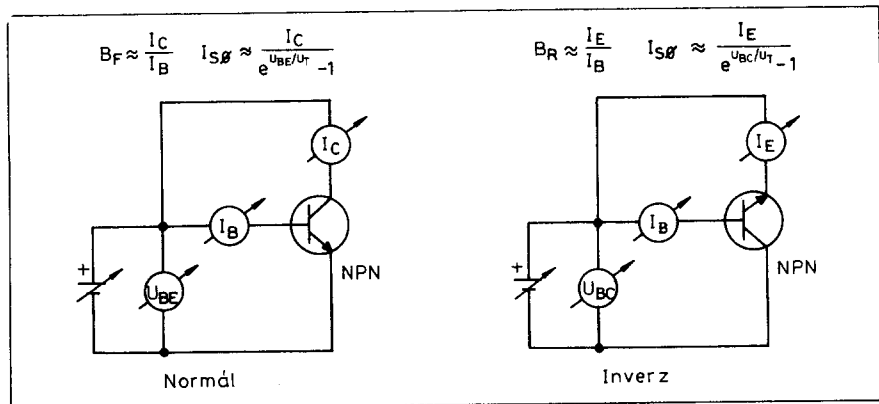
Hőm. koef.:  $T_C$   
 (tip. érték: 3000 ppm/K).

PNP-tranzisztorokra a modell diódának és belső áramgenerátorának irányítását meg kell fordítani. Figyeljük meg, hogy a modellben lévő „diódák” csak a rajz szerint diódák, mert rajtuk keresztül a  $B_F, B_R$  bétákkal módosított áramok folynak. Ez az áram a  $B_E$  modell diódán nagyságrendekkel kisebb lehet ( $B_F$  kb. 100), mint egy valódi diódán átfolyó áram. A tranzisztoron átömülő áram zömét és így a tranzisztorhatást az  $I_T$  áramgenerátor írja le.

A Gummel-Poom tranzisztormodell néhány fontos paraméterét egyszerű mérésekkel közelítőleg meghatározhatjuk (14. ábra). A modell legnagyobb hiányossága a  $B_F, B_R$  áramerősítési tényezők és az  $R_B, R_C$  ellenállások munkapontfüggésének az elha-



15. ábra. Tranzisztoros inverter



14. ábra. A  $B_F, B_R$  és  $I_{S\beta}$  paraméterek mérése

nyagolása. Legjobb, ha a mérésekkel kapott értékek átlagát vesszük figyelembe. Mérsékelt pontossági igénynél az  $R_B, R_C$  ellenállásokat akár el is hanyagolhatjuk; ekkor csökken az áramkörü csomópontok száma és gyorsabb lesz a számítás.

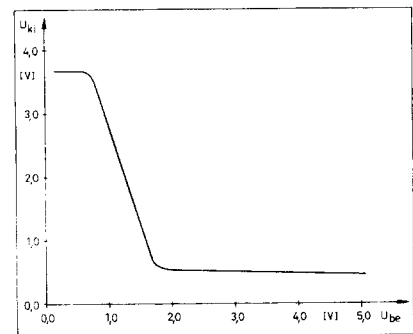
Az ANALIZIS\_2 program még FET, MOSFET és művelti erősítő modelleket is tartalmaz. A képleteket szintén a bevált és jó eredményeket szolgáltató MICROCAP II program leírásából vettük át [5]. Az irodalomban található ezeknél finomabb és precízebb formulák is (például [6]), de az ilyen rendszerek már általában figyelembe veszik a félvezető lapkák fizikai méreteit és a P, N szennyezések koncentrációeloszlását. Az ennyire részletes adatok amatőr viszonyok közt általában nem állnak rendelkezésünkre, így meg kell elégednünk a leíró jellegű, fenomenológikus képletekkel.

### Tranzisztoros inverter

A 15. ábra egyszerű tranzisztoros inverterének sztatikus vizsgálatait a 16. ábrán foglaltuk össze. Az  $U_{be}$  feszültséget a számítás során a töréspontok környékén 0,05 V, egyébként pedig 0,2 V lépésekben növeltük 0-tól kezdve 5 V-ig. A kimeneti görbe a sztatikus eredmények pontjainak összekötésével jött létre. Látható, hogy a tranzisztorhatás révén sokkal szűkebb tartományban megy végbe az átmenet a logikai szintek közt mint a diódás áramkörnél. A 2N222A tranzisztor paramétereinek értéke az ANALIZIS\_2 program által használt adatfájlban megtalálható.

Ezzel befejeztük a nemlineáris hálózatok sztatikus analízisét végző algoritmus bemutatását. A vonatkozó ANALIZIS\_2 példaprogram a szerkesztőségben lesz kapható. A sorozat

következő részében a nemlineáris hálózatok dinamikus analízisére adunk majd egy megoldást. A gyors és könnyű sikerhez a sorozat előző és mostani részében már alaposan előkészítettük a terepet. A nemlineáris dinamikus analízis bizonyos értelemben a legáltalánosabb áramkörü szituáció vizsgálatára is alkalmas lesz. Mégis, ezt követően áttérünk majd a monokromatikus váltóáramú hálózatok analízisére, mert ezek számítása során olyan egyszerűsítések válnak lehetővé, melyek révén rendkívül hatékony, de csak az ilyen hálózatokra vonatkozó speciális módszereket kapunk.



16. ábra. Tranzisztoros inverter sztatikus analízise

### Irodalom:

1. W. Doberenz: Netzwerkanalysen mit BASIC (Radio Fernsehen Elektronik 1986.-1989.)
2. Kövesdi I.: Villamos hálózatok analízise számítógéppel; lineáris hálózatok dinamikus analízise (Rádiótechnika Évkönyve 1994.)
3. Rádiótechnika 1968/10
4. Modeling the Bipolar Transistor (Tektronix Inc. Part No.: 062-2841-00, 1976.)
5. MICRO-CAP II, USER MANUAL, Spectrum Software, 1989.
6. HP 48S Application Pac, Solid State Devices, 1991.

# RF-kapcsolások innen-onnan

Bus László okl. villamosmérnök

*Már a címből is lehet következtetni arra, hogy ebben a közleményben a kapcsolások egy olyan gyűjteményét adjuk közre, amelyeket a nagyfrekvenciás technika különböző területeiről vettünk. Reméljük, hogy a t. Olvasónak segítségére lehetünk ezekkel a kapcsolásokkal egy-egy problémájuk megoldásában.*

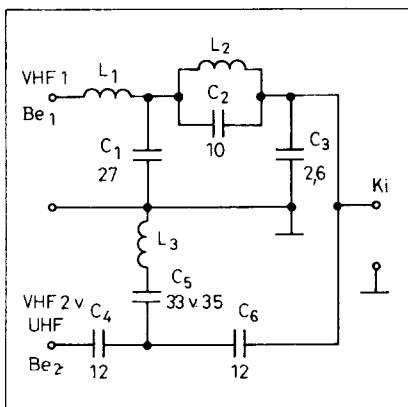
## Közösítő szűrő

Elsőnek egy olyan szűrőkapcsolást mutatunk be, amelyik elsősorban VHF-sávú jelek közösítésére alkalmas, de az UHF-tartomány egy része is beközösíthető vele.

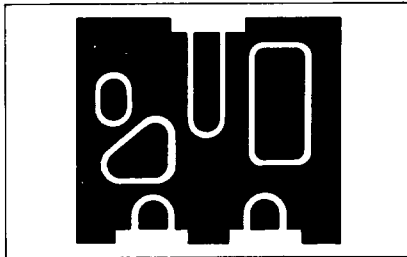
A közösítő szűrőt tulajdonképpen egy aluláteresztő és egy felüláteresztő rész alkotja, melynek elvi kapcsolása az 1. ábrán látható. A közösítő szűrő aluláteresztő része egy negyedfokú tagból áll, míg a felüláteresztő egy harmadfokúból, melynek a keresztági tagja soros (szívó) kör.

Az áramkört egyoldalon fóliázott nyák-lemezen készítsük el úgy, hogy a tekercsek és a kondenzátorok a fóliás oldalon kerüljenek beültetésre. A közösítő szűrő nyák-lemezének fóliázata a 2. ábrán, míg a beültetett nyák a 3. ábrán látható.

A közösítő szűrő elkészítésénél a dobozos kivitelét javasoljuk. A doboz anyaga lehet 0,3 ... 0,5 mm-es ónozott vaslemez vagy egyoldalal nyák-lemez. A doboz oldallapjainak méretét a koax-



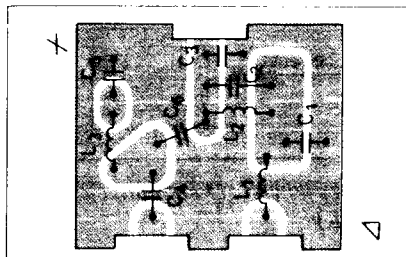
1. ábra. A közösítő szűrő elvi kapcsolása



2. ábra. A közösítő szűrő fóliarajza

csatlakozók furataival együtt a 4. ábrán adtuk meg. Az áramkör elkészítésénél az alábbi sorrendet célszerű betartani: először a koaxcsatlakozókat forrasszuk a nyák-lapokra, majd a nyák-okat forrasszuk össze „keretté”. Ezután történik az alaplemez beförasztása, majd az alkatrészek beültetése.

Elsőnek a közösítő szűrő egyik részének a tekercseit és kondenzátorait ültessük be és állítsuk be a frekvencia-csillapítás menetet, majd ültessük be a másik rész elemeit és hangoljuk be a



3. ábra. A közösítő szűrő beültetési rajza

szűrőt. A szabadon maradt bemenet zárjuk le 75 Ω-mal. A bemérés vobulátorosan történik. A jól behangolt szűrők tekercseit viasszal vagy más szintetikus alapú ragasztóval rögzítsük az esetleges elhangolódás ellen. Végezzünk még egy ellenőrző mérést a közösítő szűrő mindkét szűrőfelében (természetesen itt is a szabadon maradt bemenet illetetesen lezárjuk, azaz 75 Ω-mal).

A behangolt közösítő szűrő csillapításkarakteristikáját az 5. ábrán diagramban adtuk meg. A szűrőtagok behangolása az egyes tekercsek mene-

teinek széthúzásával, illetve összenyomásával történik. Vessünk még egy pillantást a közösítő szűrő csillapításmenetére.

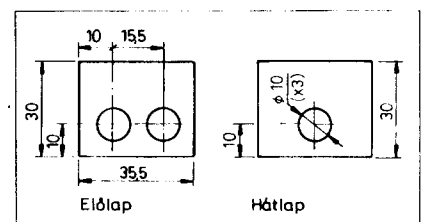
Az aluláteresztő rész csillapításmenete a zárósávban Cauer-jellegű, míg a felüláteresztő szűrő csillapításkarakteristikája eltér a szokásos felüláteresztő jellegtől. Ennek oka, hogy az  $L_1, C_1, L_2, C_2, C_3$  komplexum szívókört képez, aminek a rezonanciafrekvenciája az UHF-sávba esik, ez okozza a felüláteresztő rész átviteli görbéjében a leszívást. A közösítő szűrő felüláteresztőjének tekercsét oly mértékben húzzuk szét, hogy a leszívás helye kb. 108 MHz-re essen. Az aluláteresztő kapcsolás leszívásának helye 174 MHz környékén legyen. Amennyiben vobulátoros mérésre nincs lehetőség, akkor az  $L_1, L_2$  tekercsek meneteit annyira nyomjuk össze, hogy a menetek egymáshoz szorosan legyenek. Az  $L_3$  tekercs meneteit kb. félig húzzuk szét.

Az egyes szűrőtagok tekercsadatai az alábbiak:  $L_1$  6 menet,  $L_2$  5 menet,  $L_3$  4 menet; mindhárom tekercset  $\varnothing 5$  mm-es magra készítsük. A huzal átmérője 0,5 mm CuZ vagy CufZ kivitelben (ez utóbbiról a zománcreteg a forrasztás során „feloldódik”, így nem kell külön a huzalvégeket a zománctól megtisztítani).

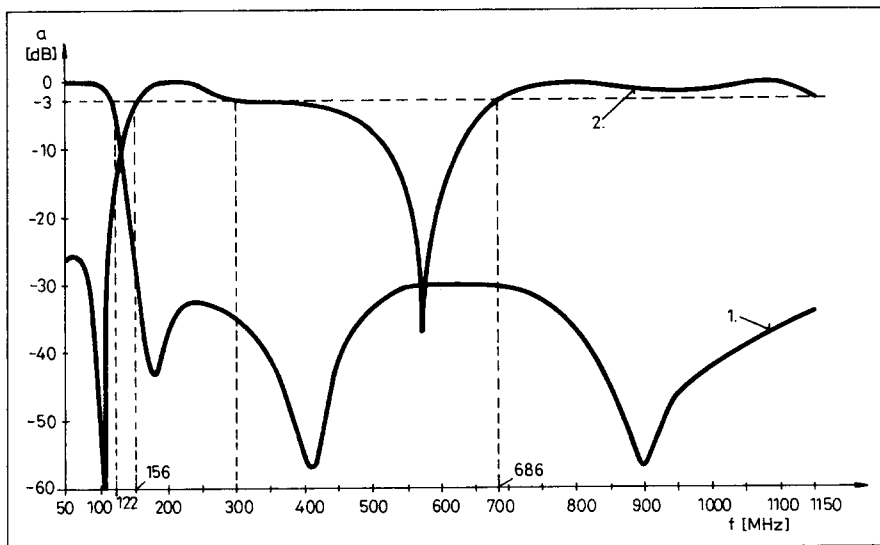
A 6. ábrán a közösítő szűrő gyakorlati alkalmazására látunk példát. Ez egy lehetséges kombináció, más variáció is realizálható vele. Az ábrából látható, hogy 4 műsor kerül egy kábelen keresztül a tv-készülék bemenetére (RF).

## Felüláteresztő szűrő

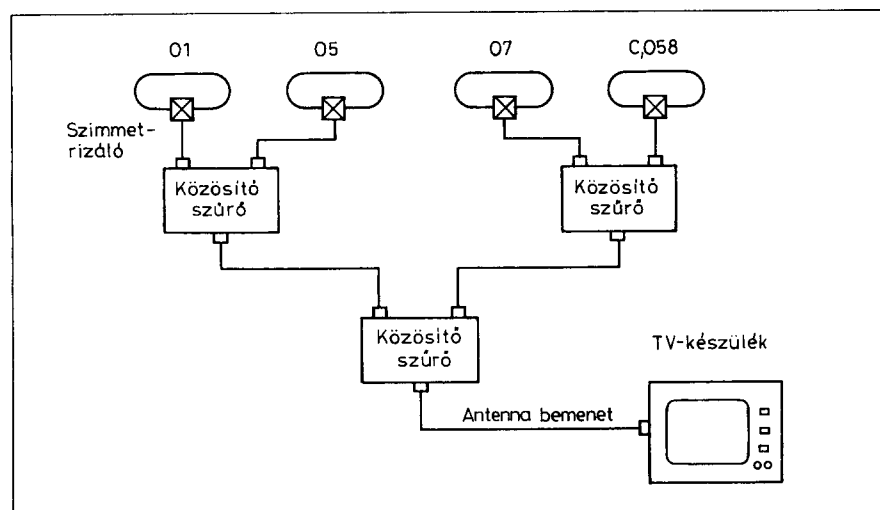
A következő szűrő egy felüláteresztő, melynek elvi kapcsolása a



4. ábra. A szűrő dobozának rajza



5. ábra. A közösítő szűrő átvitelének karakterisztikái



6. ábra. A közösítő szűrő alkalmazásának egy lehetséges kombinációja (O=OIRT, C=CCIR)

7. ábrán látható. Ez a szűrő hetedfokú, amely 3 db alaptagból épül fel. A működési sávja az UHF-tartományban van. A kapcsolat olyan egyszerű, hogy a működés részletes ismertetését mellőzzük.

Az áramkört egyoldalas nyák-on készítjük el. A nyák-lemez fóliarajzolata a 8. ábrán, a beültetési rajza a 9. ábrán látható. A szűrőt dobozos kivitelben készítettük el. A doboz anyaga lehet egy-, vagy kétoldalas nyák-lemez, illetve 0,3 ... 0,5 mm-es ónozott vaslemez. A dobozkeret rajzát a 10. ábrán adtuk meg. Itt is a nyák beforasztása után ültetjük be az alkatrészeket a 9. ábrának megfelelően.

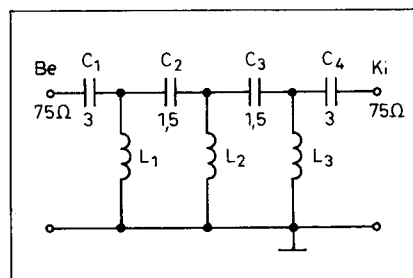
Az elkészített szűrőt vobulátorosan hangoljuk be az egyes tekercsek meneteinek szét húzásával. A menetek szét-

húzását és földhöz történő közelítést célszerű egy műanyag vagy nyák-lemez darabkával végezni. A megépített szűrő csillapításkarakterisztikáját diagramban ábrázoltuk a 11. ábrán.

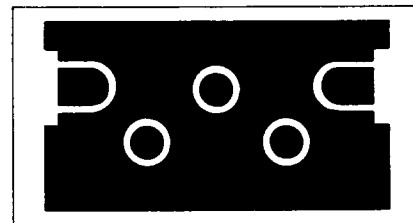
A szűrőt alkalmazhatjuk egy közösítőszűrő felüláteresztő részeként, ami budapesti viszonylatban pl. az AM-mikro beközösítését is lehetővé teszi, vagy a műholdas adások átvitele szintén megoldható vele. Mindhárom tekercset átmérő 2 mm-es magra készítjük,  $n=2$  menetszámmal. A huzalátmérő 0,5 mm, Cuz vagy CufZ kivitelben.

### Hangolható lyukszűrő (Interferencia szűrő)

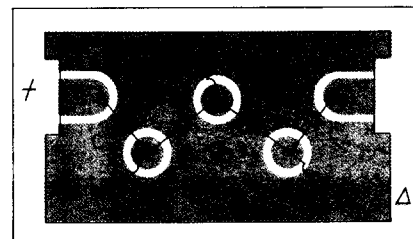
A vételtechnikában gyakran előforduló eset az interferenciás zavartatás.



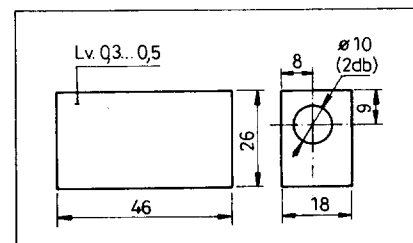
7. ábra. Az UHF-sávú felüláteresztő szűrő elvi kapcsolása



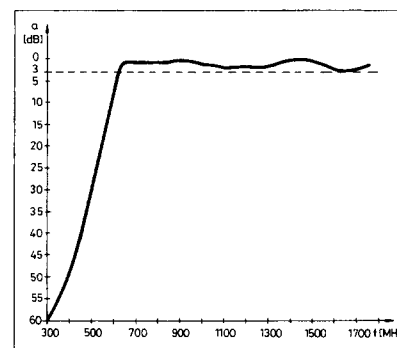
8. ábra. A felüláteresztő szűrő fóliarajza



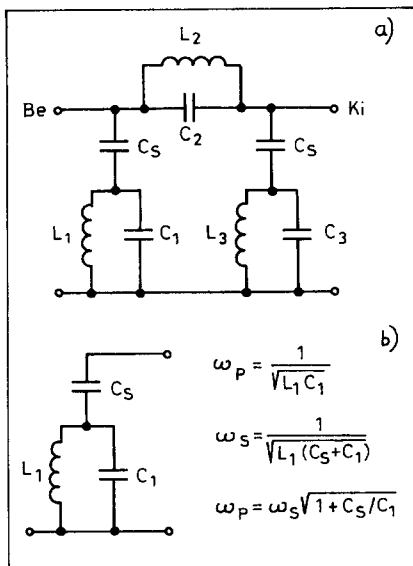
9. ábra. A felüláteresztő szűrő beültetési rajza



10. ábra. A szűrő dobozkeretének rajza



11. ábra. A szűrő csillapításmenete a frekvencia függvényében



12. ábra. Lyukszűrő: a) elvi kapcsolása, b) szívkörének elvi rajza

Ez akkor keletkezik, ha egy távoli TV- vagy URH-FM-adó vételét zavarja az ugyanabban a sávban működő közeli TV-, illetve URH-FM-adó. Ez a fajta zavarítás létrejön zárt, kábeltévé hálózatokban is, ahol a zavarítás lehet ipari eredetű (pl. nagyfrekvenciás hegesztő gép) vagy a kábeltévé egyik begerjedt erősítője stb. Ilyen esetekben a zavaró csatorná(k)ban a zavarítás mértékétől függően erősen vagy gyengén becsikozódik a kép, berreg a hang stb. Az is előfordulhat, hogy a zavarításától a vétel teljesen élvezhetetlenné válik. Az ilyen jellegű zavarok megszüntetésére megoldást jelenthet a most ismertetésre kerülő interferencia (lyuk-) szűrő.

A lyukszűrőnek két követelményt kell kielégítenie. Egyik: a vételt zavaró jel kiszűrése, másik: a hasznos jel csak oly mértékű csillapítása, hogy az a vételében észrevehető minőségromlást ne eredményezzen.

A kapcsolás a 12.a ábrán látható. Az áramkör két szívkörből és egy párhuzamos (antirezonáns) rezgőkörből áll. A zavaró jelet úgy tudjuk kiszűrni, hogy a három rezgőkört ugyanarra a rezonanciafrekvenciára hangoljuk, így

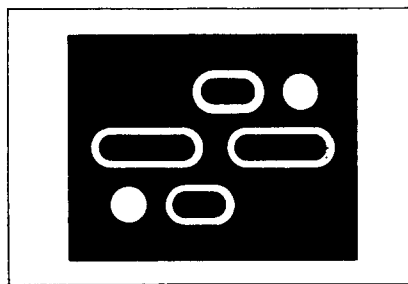
f	84,5 ... 96,5 MHz	96,5 ... 108 MHz
C <sub>s</sub>	5,6 pF	3,3 pF
C <sub>1</sub>	15 pF	10 pF
C <sub>2</sub>	20 pF	15 pF
C <sub>3</sub>	18 pF	12 pF

a kimeneti ponton nem jelenik meg a zavaró jel. Ez az ideális eset. Mivel ideális rezgőköröket a gyakorlatban nem tudunk realizálni, ezért a kimeneten a veszteségek függvényében megjelenik a nemkívánatos jelkomponens is. Ez a gyakorlati esetekben olyan kis szintű, hogy ennek zavaró hatásától, ill. jelenlététől eltekinthetünk.

Érdeemes a lyukszűrő szívköréit egy kicsit közelebről is megvizsgálni, ezért rajzoltuk ki ezt a részletet a 12.b ábrán. Először írjuk fel ennek a kombinációnak az impedanciáját komplex alakban:

$$Z = \frac{1}{j\omega C_s} + \frac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 C_1} = \frac{1 - \omega^2 L_1 C_1 - \omega^2 L_1 C_s}{j\omega C_s (1 - \omega^2 L_1 C_1)}$$

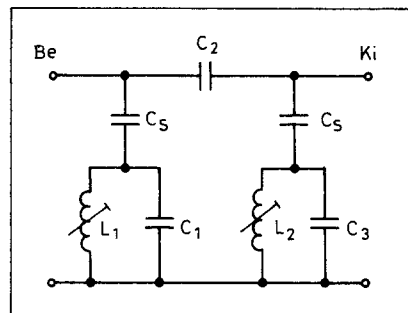
A képletből látszik, hogy a kapcsolásnak két rezonáns helye van, egy soros és egy párhuzamos, szemben az egyszerű soros rezgőkörrel, melynek



14. ábra. Az interferencia szűrő fóliázata

csak egy rezonáns helye van. Ezt a különbséget a C<sub>s</sub> kapacitással értük el, ezáltal meredekebb csillapításkarakteristikát tudunk megvalósítani, mint egy egyszerű soros körrel.

A megvalósított kapcsolást a 13. ábrán láthatjuk. A lyukszűrő elemértékeit táblázatba foglaltuk. Amint látjuk, az elvi és a gyakorlati (realizált) kapcsolás között van eltérés. Ez egyrészt abból adódik, hogy az elvi kapcsolás csak egyetlen frekvencián alkalmazható (holott mi hangolható változatról beszélünk), másrészt a hosszági impedanciát nem párhuzamos rezgőkörrel valósítjuk meg, hanem egy kapacitással. A hangolhatóságot a tekercsek induktívitásának változtatásával érjük el. Hangolómagnak Cu vagy Al magot használunk, melynek adatai: l=10 mm, d=4 mm.

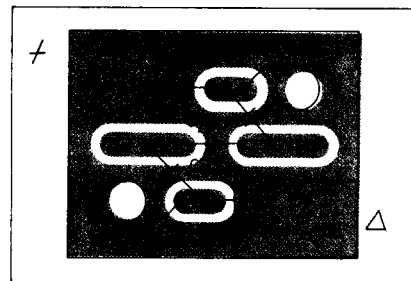


13. ábra. A hangolható lyuk- (interferencia) szűrő elvi kapcsolása. Az L<sub>1</sub> és L<sub>2</sub> egyenként 6,5 menet, Ø 0,5 mm-es rézhuzalból, 5,3 mm-es átmérőre

Kábeltévé hálózatban nem javasoljuk a 12.a ábrán látott megoldást, mert az átviteli karakterisztika szárai szétnyílnak és esetleg zavarhatják a szomszédos csatorna képtartalmát vagy hangját is. Ha a zavaró jel frekvenciája a TV II. sáv 3-as csatornájába esik, akkor a táblázat bal oldali elemértékeit 20%-kal növeljük meg.

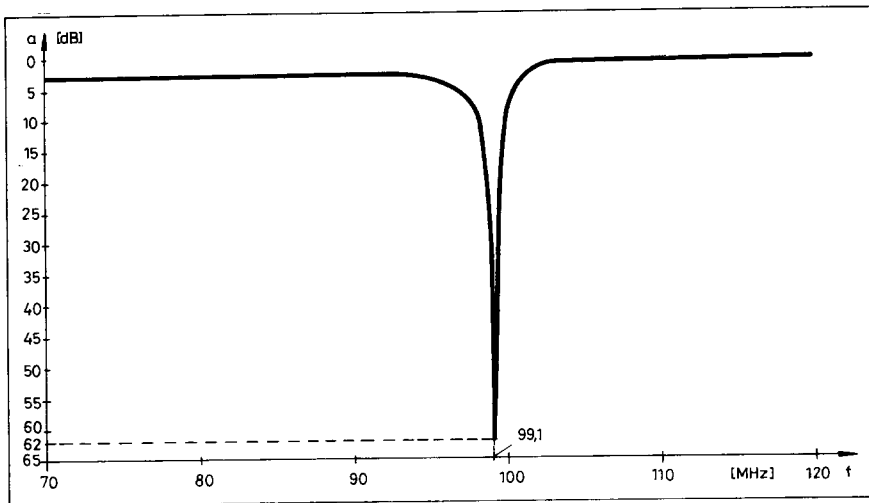
Néhány szót a csévetestről. A cikkírás idején ún. „Ezermester csomagban” kapható volt használható csévetest, de megfelelnek a régi dobváltós rendszerű tévékben alkalmazott csatornaváltók tekercseinek csévetestjei is. A csévetest 15 mm hosszú legyen. A lyukszűrő tekercseinek kb. 0,5 mm legyen a menetemelkedése.

Az áramkört egyoldalas nyák-on készítjük el, az alkatrészek beültetése a fólia felőli oldalon történik. A szűrő nyák-jának fóliázata a 14. ábra szerinti. A furatokat a nyák-lemeznek a kerethez történő forrasztása előtt célszerű elkészíteni. Természetesen a furat átmérője a birtokunkban levő csévetesthez igazodik. A kapcsolás beültetési rajzát a 15. ábrán adtuk meg. Az elkészített áramkör csillapításkarakteristikáját a 16. ábra mutatja. Itt is a dobváltós konstrukciót választottuk, a doboz méreteit a 17. ábrán láthatjuk.



15. ábra. Az interferencia szűrő beültetési rajza





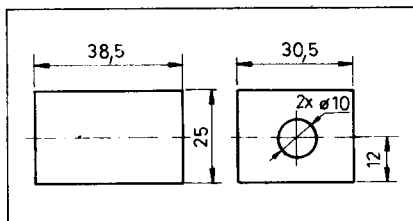
16. ábra. A szűrő csillapításmenete a frekvencia függvényében

Visszatérve a csévetesthez, ezeket a furatba helyezve ragasztóval körberagasztva rögzítjük a nyák-lemezhez. A nyák-ot a doboz aljától mintegy 3 ... 4 mm-re forrasszuk a dobozkerethez, majd forrasszuk be a szűrő elemeit. A tekercseket a beragasztás előtt tekerjük a csévetestre. A koaxcsatlakozókat 0,6 ... 1 mm átmérőjű huzaldarabbal hozzuk galvanikus kapcsolatba a bemenő és a kimenő oldali szigetettel (lásd a 15. ábrát).

Az interferencia szűrő bemérése történhet vobleresen vagy a tv-, ill. rádiókészülék segítségével. Mindkét esetben az optimális képminőségre vagy hangra hangoljuk a szűrőt. Ennek elérésekor ragasztóval rögzítsük a hangolómagokat. A tekercseket  $\varnothing 0,5$  mm-es CuZ huzalból készítjük.

### Gyűrűs hibrid

Az iránycsatolók családjának nagy csoportját képezik a hibridek, amelyek teljesítmény felezésére szolgáló áramkörök. Másképpen ezeket 3 dB-es iránycsatolóknak is nevezik. A hibridek a funkciójukból adódóan teljesítmény összegzésére is alkalmasak. A hibrideknek sokféle konfigurációja és

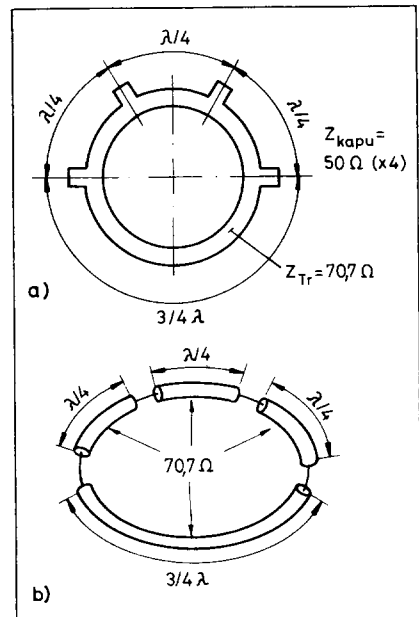


17. ábra. A szűrő dobozának rajza

kiviteli formája létezik. Mi e sokféle változatból az áramkör működésének ismertetések két változatot mutatunk be: a nyák-osat és a kábeleset.

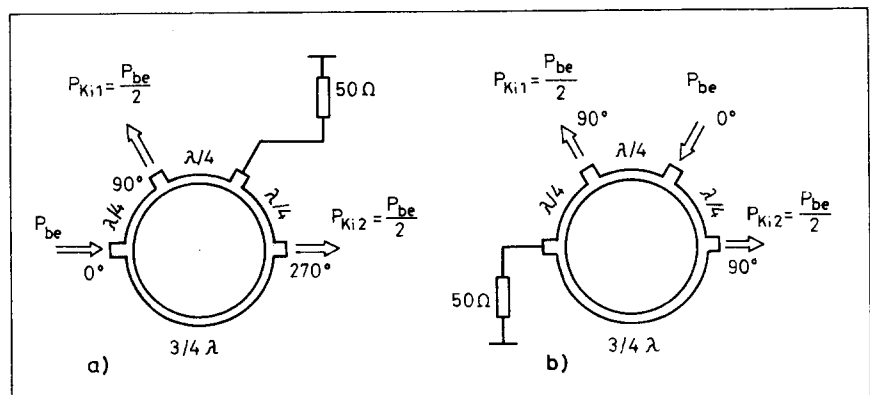
A gyűrűs hibrid elvi felépítését vázlatosan a 18. ábrán láthatjuk. Az egyik változat a nyák-os (18.a ábra), míg a másik a koaxkábeles (18.b ábra).

A gyűrűs hibridet, mint teljesítményfelező áramkört a 19. ábrán mutatjuk be a nyák-os kivitelben. A 19.a ábrán a hibrid a bejövő jelet két azonos amplitúdójú, de ellenkező fázisú jelre osztja szét (a kimeneti kapuk között 180 fokos a fáziskülönbség). A bemenő jel két azonos amplitúdójú és fázisú jelre osztozik a kimeneti kapukon a 19.b ábra szerint. Ezek után felvetődhet bennünk az a kérdés, hogyan lehetne a gyűrűs hibridet részben anyagtakarékosság szempontjából, részben felépítés szempontjából nézve leegyszerűsíteni.

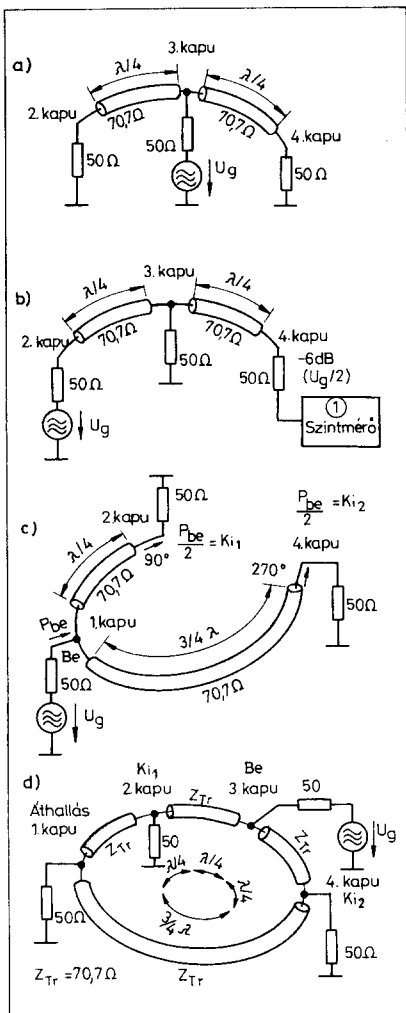


18. ábra. A gyűrűs hibrid elvi felépítése: a) nyomtatott technikával, b) koaxkábeles kivitelben

Bontsuk két részre az áramkört (20.a ábra), akkor látjuk, hogy a teljesítményfelezés megtörténik ebben a részáramkörben. A generátort a 3-as kapura kapcsolva a 2. és a 4. kapun megjelenik a betáplált teljesítmény fele azonos fázisban, mivel a jel által megtett út a bemenettől a kimenetekig megegyezik. Most tegyük át a generátort a 2-es kapura és a 4-es kapun mérjük a szintet a 3-as kapu illesztett lezárása mellett. Ebből az látható, hogy a generátor által szolgáltatott jel 6 dB-lel kisebb szinten jelenik meg a 4-es kapun (20.b ábra). Ez azt jelenti, hogy ha a hibridet ebben a formájában összegzésre használjuk, akkor a két oldalkapura

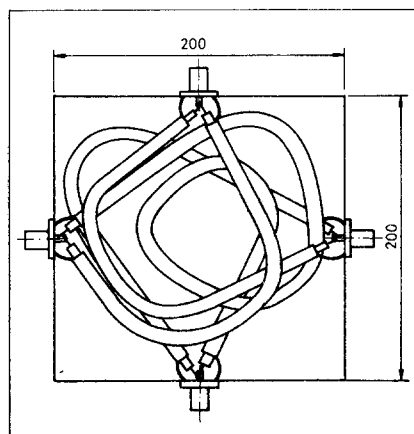


19. ábra. A gyűrűs hibrid nyákos kivitelben: a) ellenütemű (180 fokos), b) azonos fázisú (0 fokos) szétosztóként ábrázolva



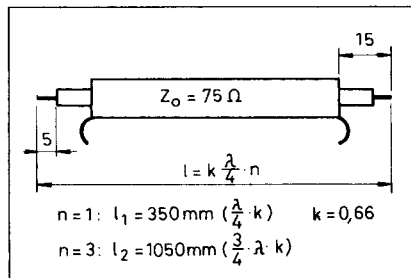
(2. és 4. kapu) kapcsolt generátor „látja” egymást, vagyis az egyik generátor fele feszültsége megjelenik a másik generátoron és fordítva. Így ez a részkapcsolás összegzésre nem alkalmas!

Elemezzük ki a másik részáramkört, melynek vázlatos rajza a 20.c ábrán látható.



21. ábra. A realizált hibrid vázlatos rajza

20. ábra. A gyűrűs hibrid, részáramkörökkel ábrázolva: a) a rövidebbik félgyűrű, mint szétosztó, b) a rövidebb félgyűrűn az áthallás szemléltetése, c) a hosszabbik félgyűrű, mint jelszétosztó, d) a két részáramkör egyesítve és a 0°-os jel létrehozása szétosztással

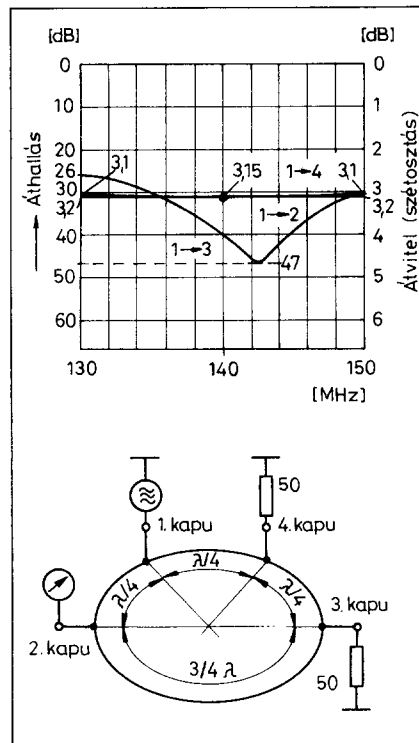


22. ábra. A kábeldarabok végeinek kialakítása

rán látható. Ekkor az 1-es kapura generátort kapcsolva a 2-es és a 4-es kapun megjelenik a generátorból kivett teljesítmény fele, ellenfázisban (a két kimeneti kapu jelének 180 fokos fáziskülönbsége a jel által megtett útkülönbségből adódik). Összegzőként használva ezt az áramkört, azaz a 4-es és a 2-es kapura generátort kötve, az 1-es kapun (összegző kapu) nulla teljesítmény fog megjelenni, mert az útkülönbségből eredően a két jel kioltja egymást.

Magától értetődő, hogy összegzésre ez a félgyűrű sem alkalmas. A két félrész összekapcsolva a 20.d ábrán látható, ahol a teljesítményfelezés egyik lehetséges változata szerepel 0 fokos fáziskülönbséggel. Ugyanerre az eredményre jutunk, ha a generátort a 2-es kapura tesszük, ekkor a kimenet az 1-es és a 3-as kapu lesz. Az áthallási (szigetelés) pont a 4-es kapu lesz. Ez más megfogalmazásban azt jelenti, hogy erre a kapura ideális esetben nem kerül jel. Mivel a gyakorlatban sohasem tudunk ideális illesztést megvalósítani sem keskeny, sem széles sávban, így erre a kapura mindig fog az egyes kapuk illesztettségétől függően valamikor teljesítmény kerülni.

A gyakorlatban követelmény az iránycsatlókkal és ezek speciális változatával szemben, hogy ezek bemeneti és kimeneti impedanciája illeszkedjen a rendszer impedanciájához. Az áramkör műszaki szempontból is akkor működik jól, ha az előbb megfogalma-



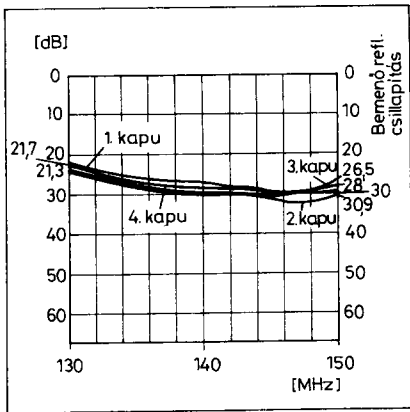
23. ábra. A gyűrűs hibrid szétosztásának és áthallásának menete a 2 m-es sávban és ennek a környezetében

zott követelmény teljesül. Ez gyakorlatilag az illesztést jelenti, ami  $\lambda/4$  hosszúságú tápvonalszakaszokkal oldható meg. Amint a 20.d ábrából is látható, az egyes illesztő szakaszok  $\lambda/4$ , ill.  $3/4\lambda$  hosszúságúak. Azonkívül azt is láthatjuk, hogy az egyes kapuknál két koaxiális impedanciáttranszformáló szakasz egymáshoz paralel kapcsolódik, és az illesztés feltételét szem előtt tartva a közös csatlakozási pontokra a  $Z_0=50 \Omega$  hullámellenállást  $100 \Omega$ -ra kell feltranszformálni. Ebből már adódik az illesztő tápvonalak hullámellenállása:

$$Z_{Tr} = \sqrt{Z_0 \cdot Z} = \sqrt{50 \cdot 100} = 70,7 \Omega$$

Jelen írás szerzője a koaxkábeles változatot választotta,  $Z_0=75 \Omega$  hullámellenállású kábeldarabokból felépítve. A realizált, kábteles, gyűrűs hibridet vázlatosan a 21. ábrán láthatjuk. Az egyes kábelszakaszok végeinek kialakítása a 22. ábrán látható. A hibrid elkészítésekor GX-04273 típusú kábelt használtunk, polietilén dielektrikummal.

A megépített áramkörök mérési eredményeit a 23. és a 24. ábra mutatja.



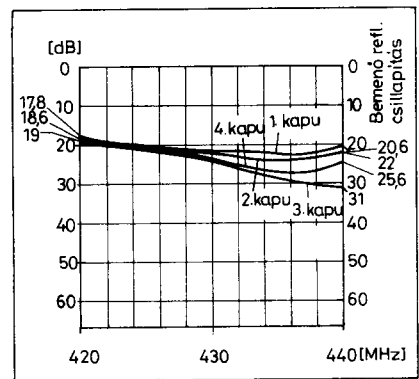
24. ábra. A bemenő reflexió az egyes kapukon mérve a 2 m-es sávban és ennek környezetében

A diagramok a 2 m-es rádióamatőr-sávra és környezetére készültek. A 23. ábra mellé a gyűrűs hibrid vázlatos rajzát mellékeljük a kapuk beszámolásával, így az egyes görbék értelmezése rögtön világossá válik. A 23. ábrán az áramkörrel elérhető teljesítmény-szétosztást és az áthallást ábrázoltuk. A 24. ábrán az egyes kapukon mérhető bemenő reflexiócsillapítás látható, a szabadon maradt kapuk illesztetten vannak lezárva.

A 25. és a 26. ábrán a hibrid jellemzőit adtuk meg a 70 cm-es rádióamatőr-sávra. Ebben az esetben elmondhatjuk, mint a reklámszövegben, hogy „egyet fizet és kettőt kap”. A különbség annyi, hogy a befektetett munka duplán térül meg. Tulajdonképpen elkészítettünk egy áramkört, amit kétszeresen tudunk kihasználni. A 25. ábrán a hibrid átvitele (szétosztás) és áthallása (izoláció) látható. Az egyes kapuk illesztettségének változása a frekvencia függvényében a 26. ábra szerinti. A diagramokból

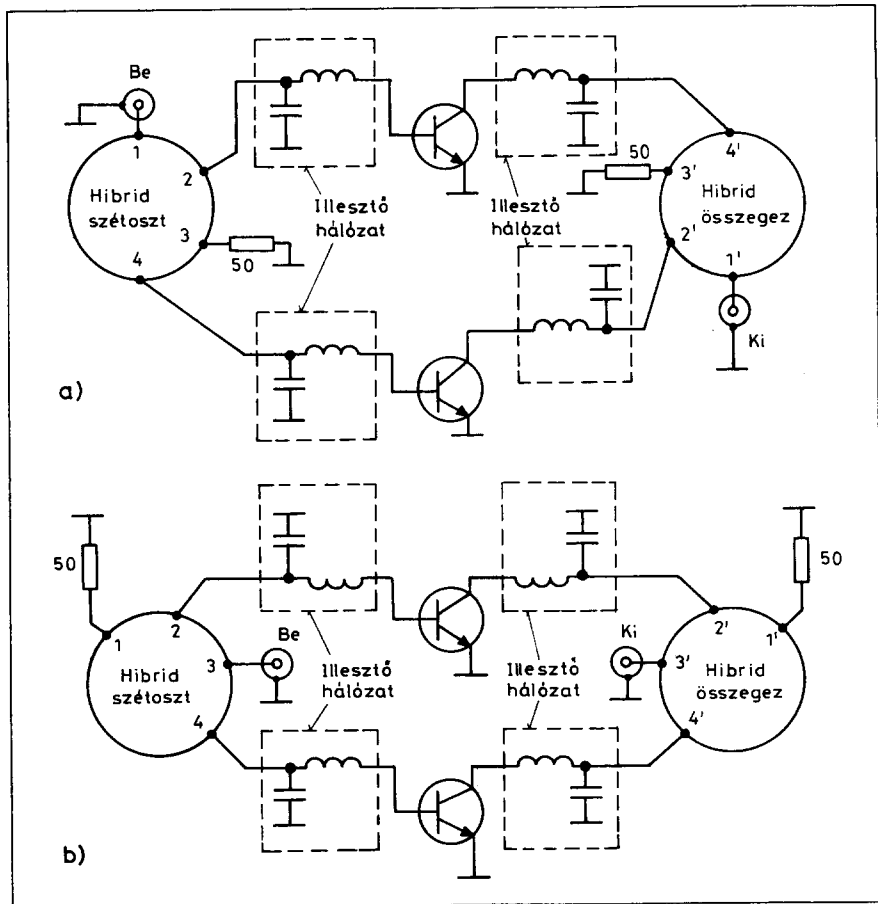
jól látható, hogy az illesztés (bemenő reflexió) mindkét sávban nagyobb 20 dB-nél, tehát 1%-nál kisebb a reflexióból eredő teljesítményvesztés. A teljesítményfelezés (3,1 dB körüli érték) ezzel az áramkörrel majdnem ideálisnak mondható. Ha „speciális” hullámellenállású kábelekkel (pl. 69 vagy 72 W) építjük meg az összegző (szétosztó) áramkört, akkor ezzel további paraméterjavulásra számíthatunk. Optimális eredményt 70,7 W hullámellenállás esetén kapunk, ezt az értéket stripline technikával készült teljesítmény-szétosztó (összegező) áramköröknél megvalósíthatjuk. Ezt a technikát elsősorban a magasabb frekvenciatartományokra javasoljuk, mint pl. a 432 MHz-es vagy a 1296 MHz-es sávok. A 144 MHz-es sávra készített hibridet egyoldalas nyák-lemezből vagy sárgarézből készült dobozba szereljük és BNC-csatlakozókat használunk. A doboz magassága kb. 70 mm legyen.

E téma befejezéseként a gyűrűs hibrid gyakorlati alkalmazására mutatunk

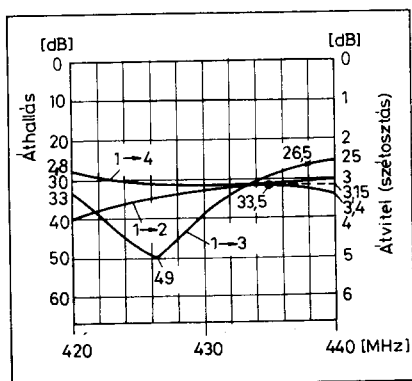


26. ábra. A bemenő reflexió az egyes kapukon mérve a 70 cm-es sávban és ennek környezetében

példákat, ahol az áramkört összegzőként használjuk. A mindennapi életben gyakran lép fel olyan igény, hogy nagy teljesítmény szükséges, de nem rendelkezünk a teljesítményigénynek megfelelő típusú nagyfrekvenciás teljesítménytranzistorral. Ezt a technikai problémát teljesítményösszegező alkalmazásával hidalhatjuk át. Felléphet



27. ábra. Példa a hibrid gyakorlati alkalmazására: a) ellenütemű jelek összegzése, b) azonos fázisú jelek összegzése



25. ábra. A szétosztás és az áthallás változása a 70 cm-es sávban, valamint ennek környezetében

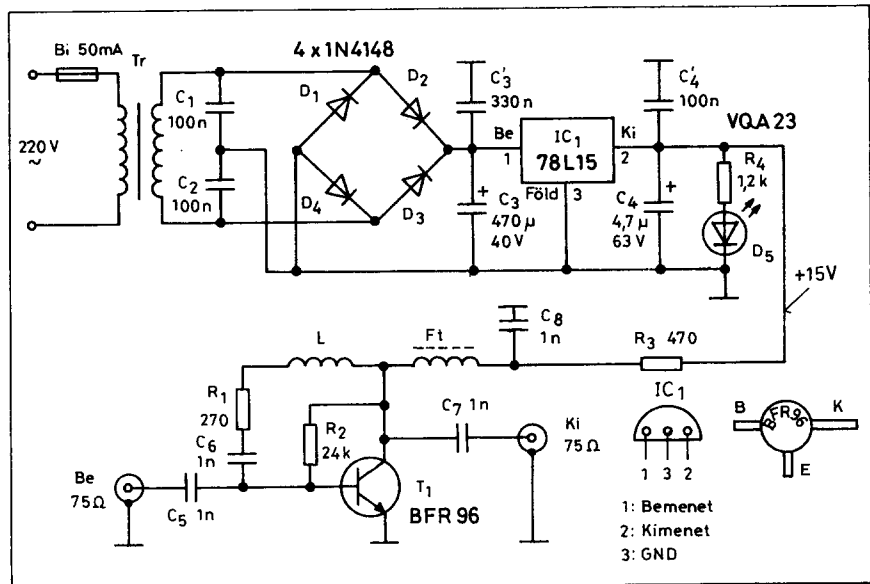
még az az igény is, hogy a meghajtás ellenütemű legyen. Az ilyen követelményeknek megfelelő összegzésre látnunk példát a 27.a ábrán. Itt a teljesítmény szétosztását végző hibrid két kapuján (2. és 4.) a kimenő jel egymáshoz képest 180 fokos fázisú. A két ágban lévő teljesítményerősítő fokozat által szolgáltatott teljesítmény az összegzőként működő hibrid 1' kimenetén azonos fázisban összeadódik. Az azonos fázisú jelek összegzésére a 27.b ábra mutat példát. Ennél a kombinációnál a 3' kapun jelenik meg az egyes ágakban levő teljesítmény kétszerese.

Már korábban említettük, hogy a hibrid illesztett lezárások mellett működik jól, tehát a 23. és a 24. ábrán látható görbesereget csak ebben az esetben kapjuk meg. A gyakorlatban azonban felléphetnek extrém lezárások (rövidzár vagy szakadás), ekkor a gyűrűs hibrid bemeneti kapuján a bemenő reflexió értéke 6 dB-re csökken le. Vegyük azt a példát, amikor szakadás kerül a hibrid egyik kapujára. Ezt az esetet a 27.b ábra segítségével kísérjük végig. A 2-es kapu szakadással van lezárva, ekkor a 3-as kapun betáplált jel egyik fele rákerül a 4-es kapura, míg a másik fele a ballaszt ellenállásra (1-es kapu). A felső ági tranzisztoros teljesítményerősítő meghibásodásából kifolyólag az összegző oldalon a 2' kapura nem kerül RF-jel. Az alsó ági erősítő jele a 4' kapura jut. A teljesítményerősítő által leadott teljesítmény fele jut a 3' kimenetre, míg a másik fele az 1' kapun levő ballaszt ellenállásra.

### Szélessávú, nagyszintű erősítő

Ebben a részben egy egyszerű, nagyszintű szélessávú erősítőkapcsolást mutatunk be, jó nagyfrekvenciás jellemzőkkel. A komplett áramkör a 28. ábrán látható. A kapcsolási rajzból látszik, hogy az erősítőfokozattal egybe van építve a tápegység is. Célszerű az erősítőt saját tápegységről működtetni, így más áramkörök üzemelése során keletkezett zavaroktól függetlenül vagyunk, másrészt az erősítő tápegysége viszonylag olcsón elkészíthető.

A hálózati transzformátor szekunder oldala által szolgáltatott váltakozó feszültséget egy Graetz-híddal egyenirányítjuk. A  $C_1$  és  $C_2$  a hálózat felől érkező impulzusszerű zavarokat szűri ki. A  $C_3$  elköről nyerjük a stabilizátor IC számára szükséges nyers feszültsé-



28. ábra. A szélessávú erősítő elvi kapcsolása a tápegységgel

get, s az IC kimenetéről vesszük le a stabilizált egyenfeszültséget. A  $C_4$  az ún. kimeneti puffer. Az  $IC_1$  be- és kimenetén levő kondenzátorok ( $C_3$  és  $C_4$ ) a stabilizátor IC belengését akadályozzák meg. A  $D_5$  LED indikálja az egyenfeszültség meglétét, valamint egy esetleges hiba behatárolásánál van még szerepe. Mint látjuk, az erősítő stabilizált tápfeszültségről üzemel, ezáltal biztosítva a stabil munkapont-beállítást, ami az erősítő üzembiztos működését eredményezi. Az erősítő egyenáramúlag az ún. automatikus munkapont-beállító kapcsolással dolgozik, így a tápfeszültség esetleges megváltozására és a tranzisztorpéldányok közötti szórásra nem lesz érzékeny az áramkör.

Az  $R_3$  ellenállással állítjuk be a  $T_1$  tranzistor kollektorfeszültségét. A  $C_8$  valamint az Ft végzi a tápfeszültség szűrését, illetve az Ft megakadályozza a nagyfrekvenciás jel bejutását a DC-körbe és egyúttal gerjedésgátló szerepe is van. Az  $R_2$ -vel állítjuk be az erősítő  $I_B$  áramát. A  $C_5$  és  $C_6$  az egyenfeszültséget választja le a bemenetről és a kimenetről, ezenkívül az RF-jelét a  $C_5$  a  $T_1$  bázisára csatolja, míg a  $C_7$  a felerősített RF-jelét kicsatolja. Az erősítő fokozat erősítéskarakteristikáját a  $C_6$ - $R_1$ - $L$  visszacsatoló hálózattal állítjuk be.

A szélessávú erősítőt egyoldalas nyák-lemezre készítjük el. Az áramkör nyomtatási rajza a 29. ábrán, míg a beültetési rajz a 30. ábrán látható. Ezen

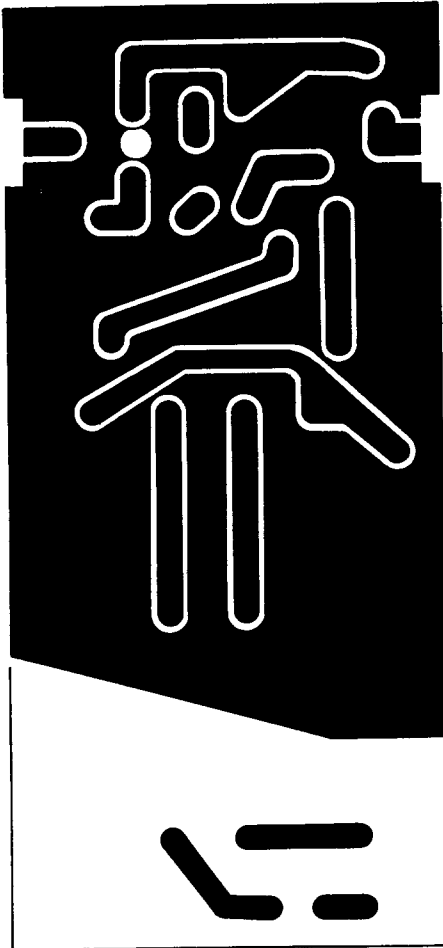
az ábrán szaggatott vonallal jelöltük a válaszlemez helyét, ami mágnesesen elválasztja az RF-részt a hálózati résztől.

Először a tápegység alkatrészeit ültetjük be és ellenőrizzük, hogy a stabilizátor kimenetén megjelenik-e a 15 V-os tápfeszültség (természetesen ekkor a LED-nek világítania kell). Ezután az erősítő fokozat alkatrészeit forrasztjuk be. Ha az áramkörnek ez a része egyenáramúlag jól működik, akkor  $U_1=15$  V esetén kb. a következő DC-adatok mérhetők:  $I_C=23$  mA,  $U_{BE}=0,75$  V,  $U_{CE}=7,2$  V.

Az egyenáramú beállítás után az erősítéskarakteristika beállítása és az erősítés mérése következik. Az RF-mérés vobulátorosan történik. Az elvi kapcsolási rajzon látható  $L$  tekercs meneteinek összenyomásával vagy szét húzásával tudjuk az erősítés menetét beállítani a frekvencia függvényében. Ezzel gyakorlatilag megtörtént a szélessávú erősítő bemérése.

Az erősítő erősítés-frekvencia karakterisztikája a 31. ábrán látható. Az erősítésmenet a megadott frekvenciasávban  $15 \pm 2$  dB. Ha keskenyebb sávban akarjuk az erősítőt alkalmazni, pl. 450 MHz-ig, akkor az  $R_2$  értékét 390  $\Omega$ -nak,  $L$  menetszámát 7-nek választjuk. Az erősítés ezen értékekkel kb. 2 dB-lal megnő. Az  $L$  tekercs meneteit félig húzzuk szét a jó átvitel érdekében.

Amennyiben vobulátoros mérésre nincs lehetőségünk, akkor csupán a DC-adatokat tudjuk ellenőrizni; a



29. ábra. Az erősítő nyomtatottáramkörü rajza

visszacsatoló hálózatban levő L meneiteit csipesszel szorosra nyomjuk össze.

A kapcsolás gyakorlati alkalmazására a 32. ábrán látunk példát. Az ábrán mint házerősítő funkcionál, ahol a főerősítőből hosszú koaxkábelen keresztül kap meghajtást. Ezzel a megoldással kiegyenlítettük a kábel csillapítását és a hálózathoz passzív áramkörei csillapító hatását.

Az erősítő bemenetére max. 12 mV-os jel kerülhet, a kimeneten ekkor 40 ... 650 MHz-ig 54 ... 84 mV közötti szinten jelenik meg az RF-jel.

Ha a hálózati feszültség ingadozása olyan nagy mértékű, hogy a stabilizátor IC már nem tudja a tápfeszültséget a névleges 15 V-on tartani és ez pl. 13 V-ra esik le, akkor az erősítés az egész frekvenciatartományban maximálisan 0,3 dB-lel fog csökkenni.

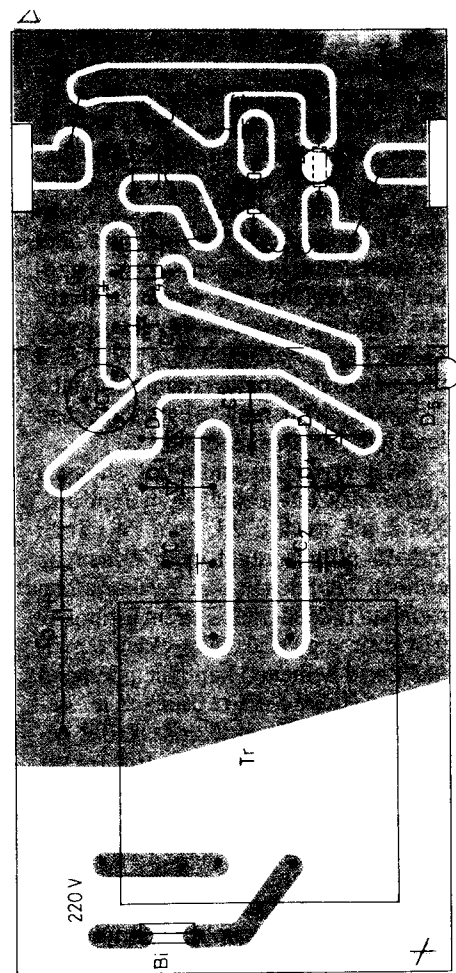
Az  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ellenállások R534 típusúak, az  $R_2$ -t a fólia oldalról ültetjük be. A  $T_1$ -et szintén a fólia oldalról ültetjük be az 5 mm-es furatba. A visszacsatoló hálózatban levő L tekercset átmérő 3,5 mm-es magon készítjük el, 5 menet 0,5 mm-es CuZ. Az Ft fojtó adatai: átmérő 1,6 mm-es ferritre 25 menet, 0,2 mm-es CuZ huzalból.

### Igen nagy sávzélességű erősítő

Közleményünk befejező részében a nagyszintű erősítők családjába tartozó igen nagy sávzélességű erősítőt ismertetünk, melynek elvi kapcsolása a 33. ábrán látható. Mielőtt rátérnénk az ismertetésére, előtte egy kis kitérőt teszünk a zajkérdést illetően.

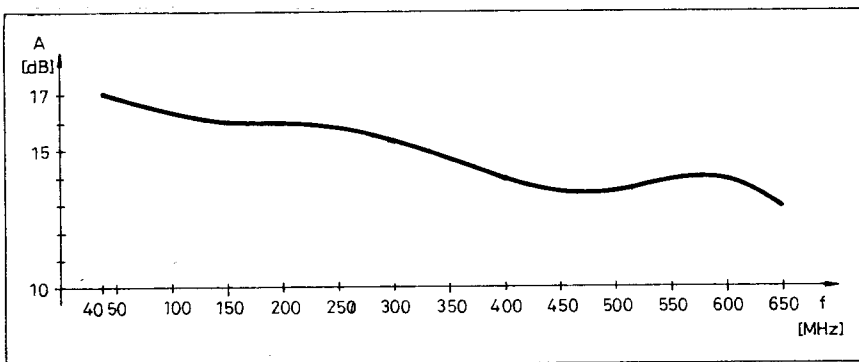
Nagyszintű erősítőknél a kivezérlés játszik lényeges szerepet, míg a zajnak csak másodlagos jelentősége van. Műholdas tv-vételnél a kábelcsillapítás révén lecsökken az erősítőre jutó jel szintje, ezért a zaj kérdése újra lényeges szempont lesz.

Az erősítéstechnikából ismeretes, hogy két-, vagy többfokozatú erősítőknél az eredő zajtényezőt döntő mértékben az első fokozat zajtényezője határozza meg. A kollektorfeszültség is befolyásolja a zajt, ezért helyes az RF tranzisztorok  $U_C$  munkaponti feszültségének 5 ... 10 V közötti értékre történő beállítása. Efelőtt rohamosan kezd

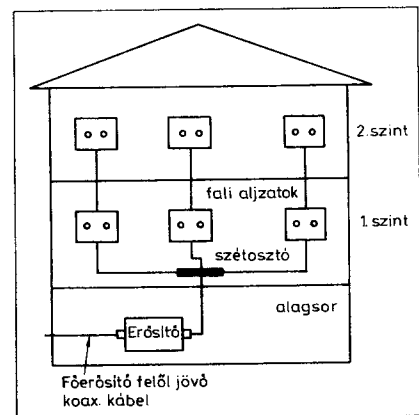


30. ábra. Az erősítő beültetési rajza

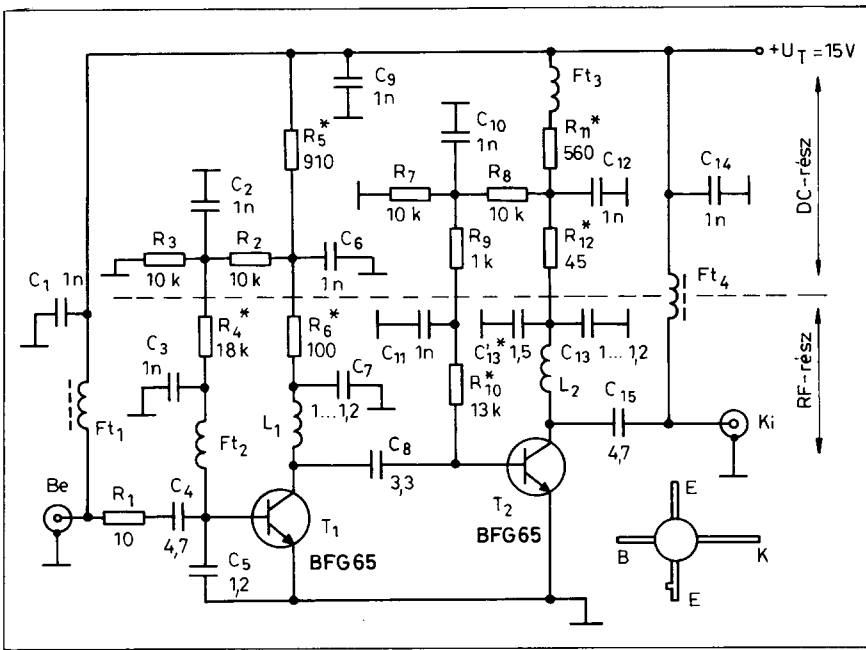
nőni a zaj. Nem elhanyagolandó szempont az sem, hogy alacsony kollektorfeszültségnél kisebb lesz az RF-tranzisztoron disszipált teljesítmény. Többfokozatú erősítőknél az első fokozatot zajminimumban vagy ehhez közel eső munkapontban üzemeltetik.



31. ábra. A szélessávú erősítő erősítésének változása a frekvencia függvényében



32. ábra. Egy példa az erősítő gyakorlati alkalmazására



33. ábra. Az igen nagy sávzélességű erősítő elvi kapcsolása. A hidegítő és szűrő kondenzátorok értéke 4,7 nF-ig változhat. A \*-gal jelölt alkatrészekre utalás a szövegben. Az  $L_1$  és  $L_2$  egyenként 1,5 menet,  $\varnothing$  0,6 mm-es rézhuzalból, 3 mm-es átmérőre

Ezen szempontok figyelembevételével állítottuk be az első RF-tranzisztor munkapontját. A kapcsolás két részből áll: a munkapontot stabilizáló DC-körből és az erősítést végző RF-részből.

A  $T_1$  tranzisztor egyenfeszültségeit egy ellenálláshálózattal állítjuk be. A megosztott kollektorellenállások közös pontjára csatlakozó feszültségosztóval ( $R_2$ ,  $R_3$ ) az itt levő feszültséget leosztjuk. A feszültségosztóra kapcsolódó  $R_4^*$  ellenállással stabilizáljuk az  $I_B$

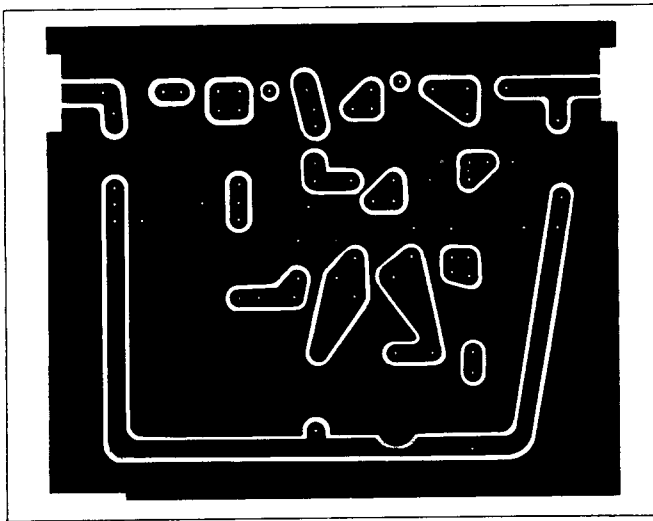
áramot. Az  $R_5^*$  ellenállás értékének megválasztásával állítjuk be  $T_1$  kollektoráramát 10 mA körüli értékre. A  $C_2$ ,  $C_3$  és  $C_6$  nagyfrekvenciásan hidegítnek, így  $T_1$  a tápfeszültségen keresztül nem tud begerjedni.

Az  $R_6^*$  feladata kettős: egyrészt egyenáramúlag  $T_1$  kollektorfeszültségét állítja be a rajta átfolyó áram függvényében, másrészt nagyfrekvenciásan csillapítja a  $C_7$ ,  $L_1$ ,  $C_{ce1}$  által alkotott sávszűrő jóságát a szélessávú átvitel érdekében. A bemenő fokozat bemene-

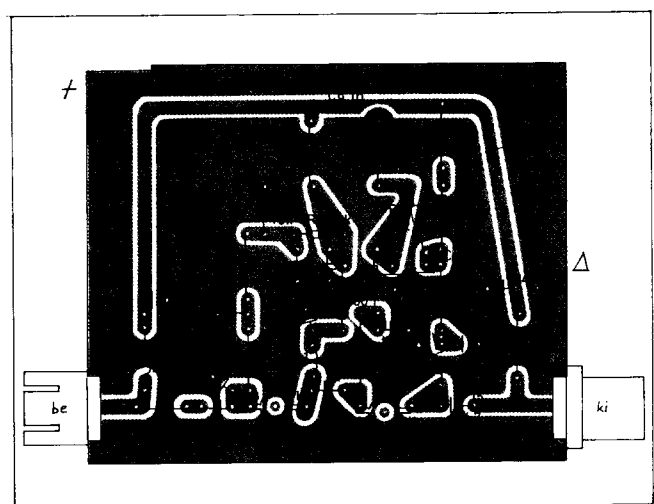
tén az  $R_1$ ,  $C_4$ ,  $C_5$  komplexum illeszti  $T_1$  bemenő impedanciáját a rendszerimpedanciához, 75  $\Omega$ -hoz. A  $C_4$  egyúttal leválasztó és becsatoló feladatot lát el. Az  $Ft_2$  megakadályozza  $T_1$  gerjedését. A  $C_8$ -cal csatoljuk az RF-jelét a  $T_2$  bemenetére. A  $T_2$  munkaponti áramát is a  $T_1$ -nél alkalmazott ellenálláshálózattal állítjuk be. A  $C_{10} \dots C_{12}$  kondenzátorok nagyfrekvenciásan hidegítnek.

Az  $R_{11}^*$ -gal kb. 15 mA-re állítjuk be a  $T_2$  kollektoráramát az alkatrészek szórásának függvényében. Az  $R_{12}^*$ -nak ugyanaz a kettős szerepe van, mint az  $R_6^*$ -nak. A  $C_{13}$ ,  $C_{13}^*$ ,  $L_2$ ,  $C_{ce2}$  sávszűrő is részt vesz az átviteli karakterisztika kialakításában. A  $C_{13}^*$  megfelelő értékével a karakterisztika ingadozását tudjuk a toleranciasávon belüli mértékre csökkenteni. A  $C_{15}$ -tel csatoljuk ki az RF-jelét. Az  $Ft_3$ -nak gerjedésgátló szerepe van. (Az  $Ft_2$  és  $Ft_3$  fojtók 0,6 mm-es önozott rézhuzalból készültek, melyek hossza 11 mm. Az UHF-sáv felső tartományában és a GHz-es frekvenciákon a 10 nH körüli érték elegendő a stabilitáshoz). A  $C_1$ ,  $C_9$  és  $C_{15}$  a tápfeszültség szűrését végzi az  $Ft_1$  és  $Ft_4$  fojtókkal. Mivel a tápfeszültséget vivő főlíaszakasz eléggé hosszú, ezért a szakasz közepére forrasztjuk a  $C_9$  hidegítő kondenzátort (a fóliaoldalon). A  $C_9$  lehet csip vagy tárcsa kivitelű.

Az erősítő fóliázata úgy készült, hogy lehetővé teszi a tranzit (átmenő) és a távtáplálást. A tranzit táplálást az  $Ft_1$  és  $Ft_4$  fojtókkal tudjuk biztosítani; ez főleg műholdas építőelemként történő alkalmazáskor jön számításba. A tranzit jelleg megszűnik, azaz csak táv-



34. ábra. Az erősítő fóliarajza



35. ábra. Az erősítő beültetési rajza a kerettel és a csatlakozókkal

táplált lesz az egység, ha a bemenetről eltávolítjuk az Ft<sub>1</sub>-es fojtót. Az Ft<sub>1</sub> és Ft<sub>4</sub> fojtók ferritmagos tekercsek, adataik: Ø 1,6 mm-es ferriten 25 menet, 0,2 mm-es CuZ huzalból.

Az erősítő nyomtatási rajza a 34. ábrán látható. A beültetési rajzot a csatlakozókkal és a dobozkerettel együtt a 35. ábra mutatja. Az erősítőt egyoldalas nyák-lemezen készítjük el. Először az erősítő dobozkeretére forrasztjuk az RF-csatlakozókat. Ezután behelyezzük a nyák-ot a keretbe és a kerethez, illetve a be- és kimeneti csatlakozóhoz forrasztjuk. Most következnek az alkatrészek beforrasztása a nyákra. Az RF-tranzisztorokat az 5 mm-es furatba helyezve forrasztjuk be a fóliaoldalról.

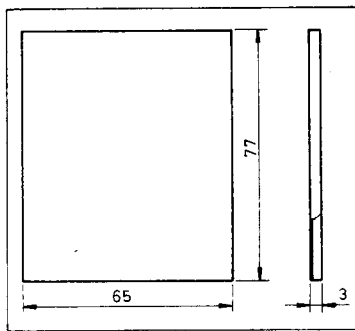
Az elkészített áramkört első lépésben egyenáramúlag ellenőrizzük. A mikrohullámú tranzisztorok védelme érdekében a tápegységen 8 ... 9 V közötti értéket állítunk be. A T<sub>1</sub> és T<sub>2</sub> kollektorán kb. 3 ... 3,5 V-ot kell mérnünk a jó működés esetén. Most állítuk be a névleges tápfeszültséget, azaz a 15 V-ot, ekkor kb. ilyen munkaponti értékek mérhetők:

$$\begin{aligned} U_{B1} &= 0,78 \text{ V}, & U_{B2} &= 0,78 \text{ V}, \\ U_{C1} &= 4 \text{ V}, & U_{C2} &= 6 \text{ V}, \\ I_{C1} &= 10 \text{ mA}, & I_{C2} &= 14,5 \text{ mA}. \end{aligned}$$

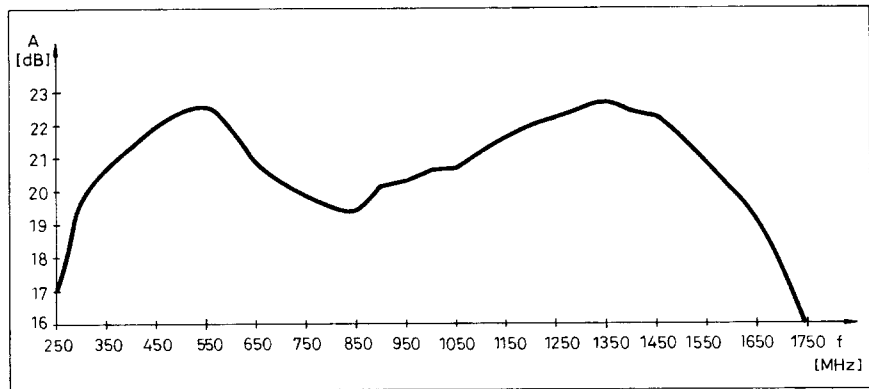
Ha az R<sub>6</sub>\* és R<sub>12</sub>\* ellenállásokon mért feszültségértékek alapján nem a megadott áramértékek adódnak, akkor R<sub>5</sub>\* és R<sub>11</sub>\* ellenállásokat kell cserélni: R<sub>4</sub>\*=15 ... 20 kΩ, R<sub>10</sub>\*=10 ... 15 kΩ, R<sub>5</sub>\*=750 Ω ... 1 kΩ, R<sub>11</sub>\*=470 ... 680 Ω.

Szükség esetén az I<sub>B</sub>-t stabilizáló ellenállásokkal (R<sub>4</sub>\*, R<sub>10</sub>\*) tudjuk beállítani a tranzisztorok kollektoráramait. Ezzel megtörtént a fokozatok egyenáramú beállítása.

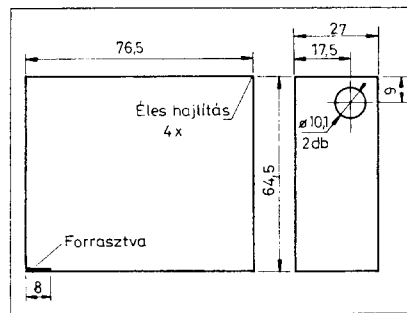
A második lépésben történik a nagyfrekvenciás működés ellenőrzése, vobulátorosan. Az igen nagy sávszé-



38. ábra. A fedél rajza



36. ábra. Az igen nagy sávzélességű erősítő erősítéskarakterisztikája a frekvencia függvényében



37. ábra. A keret rajza

lességű erősítő átvitelét a 36. ábrán látható amplitúdó-frekvencia karakterisztika mutatja.

A görbe menetének beállítása az L<sub>1</sub> és L<sub>2</sub> meneteinek széthúzásával kezdődik. A nyák-lemez felületéig kell a meneteket széthúzni. Ezekkel lehet a felső frekvenciatartományt (1,7 GHz és környéke) a nagyobb erősítés irányába kitolni. Amennyiben ez nem bizonyul elégségesnek, akkor a C<sub>7</sub> és C<sub>13</sub> kapacitások értékét változtassuk a kapcsolási rajzban megadott értékek között (esetleg 0,7 pF-ig lecsökkenthetjük). Az erősítésmenetet a felső tartományban az R<sub>6</sub>\*, R<sub>12</sub>\* ellenállásokkal is módosítani tudjuk. E két ellenállás a következő értékeket veheti fel: R<sub>6</sub>\*=75 ... 100 Ω, R<sub>12</sub>\*=43 ... 51 Ω.

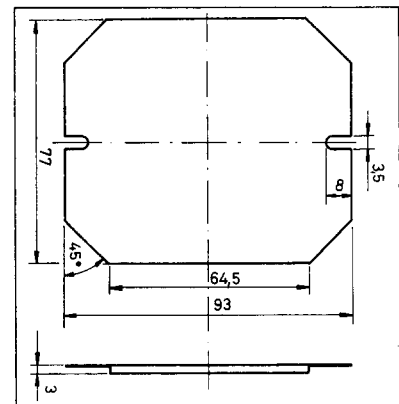
Az erősítéskarakterisztika beállítása után ellenőrizzük annak ingadozását. Ha ez nagyobb, mint az előírt érték, akkor ezt a C<sub>13</sub>\*-gal lehet kedvezően befolyásolni 1130 MHz környezetben, valamint 560 ... 700 MHz között. A C<sub>13</sub>\* 1 ... 2,2 pF közötti lehet. Az optimális értéket kísérletileg kell meghatározni. A mintapéldánynál a C<sub>13</sub>\*=1,5 pF, R<sub>6</sub>\*=75 Ω, R<sub>12</sub>\*=45 Ω értékű volt.

Az igen nagy sávzélességű erősítő 20 ±2,5 dB-es erősítéssel rendelkezik az üzemi sávjában, ami 300 MHz-től 1700 MHz-ig terjed. Ha a fenti erősítéskarakterisztika nem állítható be a megadott tűrésmezőn belül, akkor elsőnek az aktív elemek közül T<sub>2</sub>-t, majd T<sub>1</sub>-et cseréljük, esetleg R<sub>6</sub>\* és R<sub>12</sub>\*, valamint C<sub>13</sub>\* cseréje is szükséges a megadott értéktartományon kívül. A kompenzáló kapacitást a fóliaoldalon forrasztjuk be. Az előzőekben leírt erősítésbeállítási módszer csak vobulátorosan vezet eredményre.

Az erősítőbe beépített ellenállások R<sub>1</sub>, R<sub>6</sub>\* és R<sub>12</sub>\* kivételével R510 típusúak, 0,25 W-osak, indukciószegény kivitelűek. Az előbbi három ellenállás R534, 0,9 W-os típus. Az áramkörben használt ellenállások csak fémréteg típusok lehetnek.

Az erősítő 25 mV-os kimenő szintet ad le, ami 88 dBμV-nak felel meg. A vételtechnikában az erősítők kimenő szintjének a megadására kétféle szintegység létezik: a dBμV és a dBmV. Ez azt jelenti, hogy a viszonyítási alap az

(Folytatás a 224. oldalon)



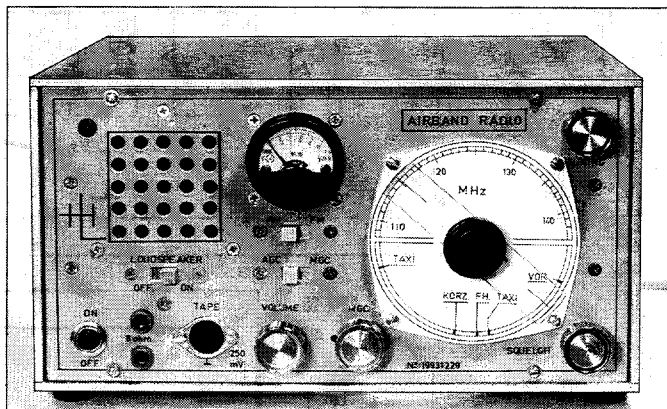
39. ábra. A talplemez rajza

# Airband Radio – vevőkészülék a légiforgalmi sávra

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök

Külföldön már évek óta divat a rádióamatorkedés ama formája, amely során a *légiforgalom* rádiójeleit figyelik azok, akik vonzalmat éreznek a repüléshez, vagy netán maguk is űzik ezt a szép sportot. Különösen Angliában és az USA-ban szép számmal vannak ilyen megfigyelők, akiknek klubjaik és irodalmuk is van. A készülégyártó cégek már évtizede forgalmaznak olyan vevőkészülékeket, amelyek a légiforgalom frekvenciáinak vételére (is) képesek. Ezek a vevők elsősorban a polgári légiforgalom 108 ... 137 MHz-es sávját (airband) veszik, ahol a rádiókapcsolatokban a hagyományos amplitúdómodulációt (A3E) használják. A 137 ... 138 MHz-es szegmens a meteorológiai műholdak lejtő irányát (down-link) szolgálja, míg a 138 ... 144 MHz-es tartományt földi mozgószolgálatok használják FM (F3E) modulációs üzemmóddal. (Lásd DX-er sorozatunkat a RÁDIÓTECHNIKA 1992/7. számától.)

A repüléssel szimpatizálók számára most egy olyan vevőkészüléket mutatunk be, amely elsősorban a fenti airband vételére szolgál. Természetesen erre a sávra is vonatkozik a rövidhullámú nem-műsorszóró állomások vételénél hangoztatott tétel, hogy a rádión vett információkat továbbadni nem szabad. A légiforgalmi adások egyébként nem titkosak, nyílt szöveggel történnek telefonía üzemmódban, titkosítás (scrambler) nélkül, a világon egységesen angol nyelven (a volt Szovjetunió belföldi forgalmát kivéve). A 108 ... 137 MHz-es sávban időnként honvédségi, hőlégballon, sárkányrepülő, helikopter, vitorlázó-repülő, mezőgazdasági-repülő stb. rádióforgalom is zajlik, a saját irányító állomásukkal magyar nyelven forgalmaznak, de a repülési engedély megkérése a központtól angol nyelven történik. A sávban helyi (AFIS) és körzeti (VOLMET) időjárás-információt sugárzó olyan adók is vannak, amelyek óránként felújított időjárásjelentést sugároznak folyamatosan, magnószalagról. Ezek a célrepülőter (pl. Ferihegy AFIS) helyi meteoroló-



1. ábra

giai adatait, tengerszint feletti légnyomását (QNH), hőmérsékletet, harmatponti hőmérsékletet, szélirányt és erősséget, a kifutópályák (runway) felületi és fékezési viszonyait sugározzák, illetve ugyanezen adatokat a VOLMET a kb. 1000 km-en belüli repülőterekről, amelyek szükségrepülőterként szóba jöhetnek (pl. Budapest esetében Prágától Szófiáig).

A légiforgalmi sáv üzemi frekvenciái 25 kHz-es raszterben helyezkednek el  $\pm 1$  kHz pontossággal, így az airband sávban 1160 csatorna áll rendelkezésre. Ez nem jelent ennyi telefónia csatornát, csak kb. 720-at, mert a 108 ... 117 MHz-es szakaszban csak irányadók (BEACON-ok) és egyéb navigációs rendszerek (pl. VOR, DME stb.) vannak, s a tulajdonképpeni telefónia forgalom szimplex üzemmódban a 118 ... 137 MHz-es tartományban történik.

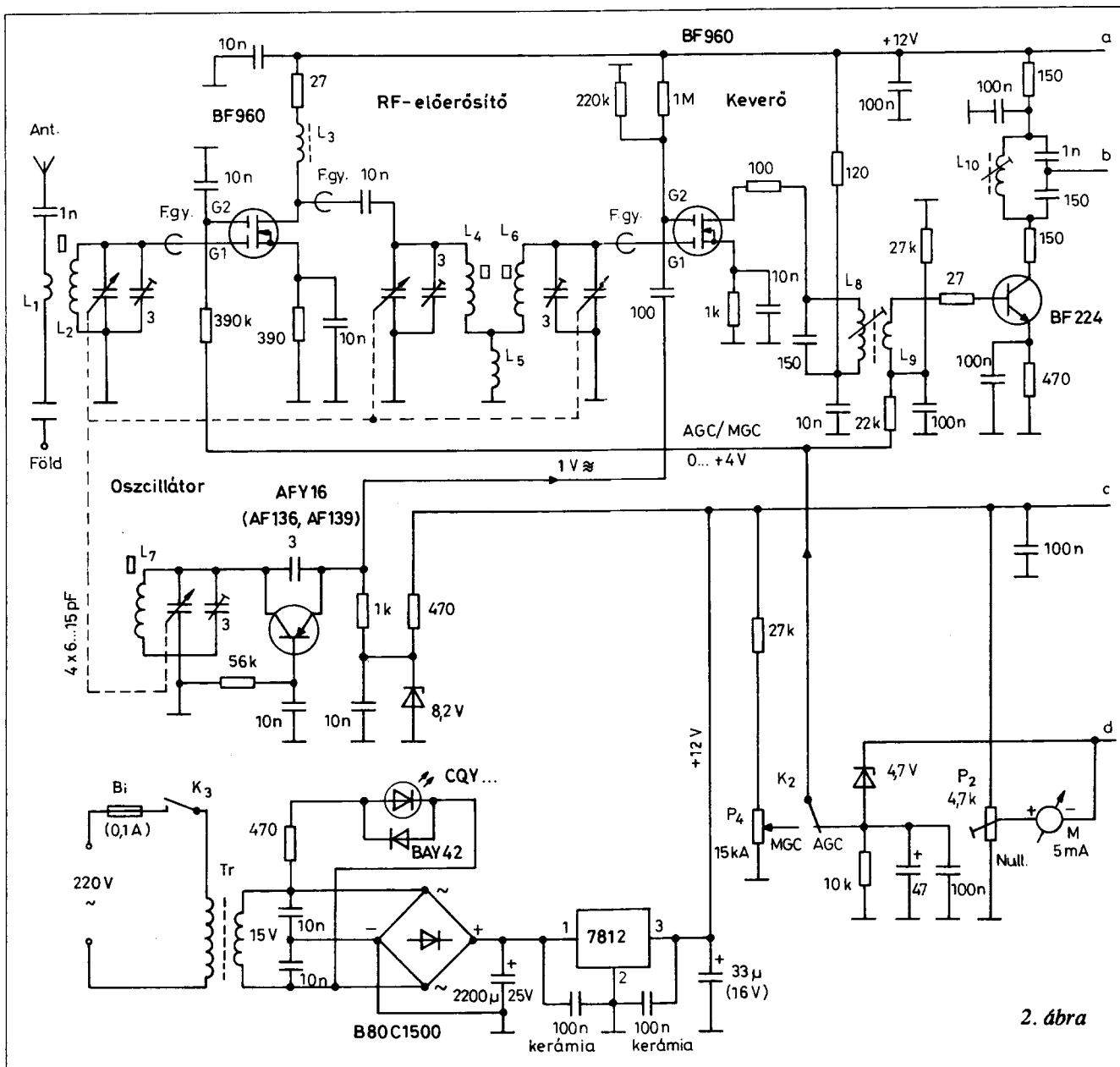
Készülékünket az 1. ábra szemlélteti. Ez egy egyszerűtranszponált szupervevő, tranzisztorokkal és integrált áramkörökkel felépítve, hálózati üzemre, beépített hangszóróval és térorosság-indikátor műszerrel. A készülék AM és kislökötű FM (NBFM) jelek vételére egyaránt alkalmas, átkapcsolható automatikus (AGC) és kézi (MGC) érzékenységszabályozással, valamint szabályozható zajzárral (squelch) rendelkezik. Skálája analóg, az 1 MHz-es osztásokkal kb.  $\pm 0,2$  MHz-es pontossággal lehet leolvasni a frekvenciaértékeket.

A készülék kapcsolási rajzát a 2. ábra mutatja. A vevő RF előerősítő és keverő fokozata egy-egy dual-gate MOSFET tranzisztort (BF 960) tartalmaz. A készülék lokál oszcillátora az FM-vevőknél megszokott megoldású, az AFY16 tranzisztor emittore-kollektora közé helyezett kondenzátorral van visszacsatolva. A relatív magas üzemi frekvencia miatt a KF frekvenciáját is lehetőleg magasra kellett megválasztani. Itt kapóra jött egy 10,7 MHz-es TESLA gyártmányú szűrő (a típusa 2MLF 10,7-15), amely B = 15 kHz-es sáv szélességével eredetileg NBFM-vevők alkatrészeként szolgált. A szűrő mintegy  $\pm 1,5$  dB-es hullámossággal bír az átviteli tartományban, de ez még nem zavaró. Ez a hullámosság erősen függ a szűrő bemenetét és kimenetét lezáró ellenállásoktól (\*) is.

A tükröselektivitást meghatározó bemeneti, 3 db rezgőkört és az oszcillátort hangoló 4-es forgó ( $4 \times 15$  pF) egy második-világháborús ME109-G repülőgép FuG=16 típusjelű rádiójából származik. Ezen kalit-tengelyes, golyóscsapágyas forgókondenzátor már nem egykönnyen szerezhető be, de valószínű, hogy még számos darab van az országban és tulajdonképpen más hasonló kapacitású 4-es forgóval helyettesíthető.

A 10,7 MHz-es erősítőlánc LC-rezgőkörökkel és tranzisztorokkal, hagyományos felépítésű. A TESLA szűrő az első és a második fokozat között foglal helyet. Az első KF-fokozat erősítése az





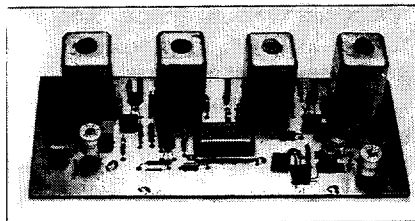
2. ábra

AGC/MGC feszültséggel (+4 ... 0 V) szabályozható. A KF-tekercek csévje és árnyékoló serlege egy hajdani Rubin típusú színes TV-ből származnak. A négy rezgőköri tekerecs (L<sub>8</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>11</sub> és L<sub>12</sub>) induktivitása 2 μH, menetszáma 12, Ø 0,25 CuZS huzalból. Az L<sub>9</sub> menetszáma 2, ugyanezen huzalból a rezgőköri tekercek menetei közé van tekercselve. Az L<sub>13</sub> az L<sub>12</sub>-vel azonos menetszámú, bifilárisan együtt tekercselve. Az OAI160 AM-demodulátor dióda munkaellenállásának hideg pontja a P<sub>1</sub> potenciométerrel +8,5 V-ra állítandó be. Ezt az egyenfeszültséget kapja meg az 1:1-es feszültségkövetőnek kapcsolt μA741C típusú IC neminvertáló bemenete nyugalmi állapotban.

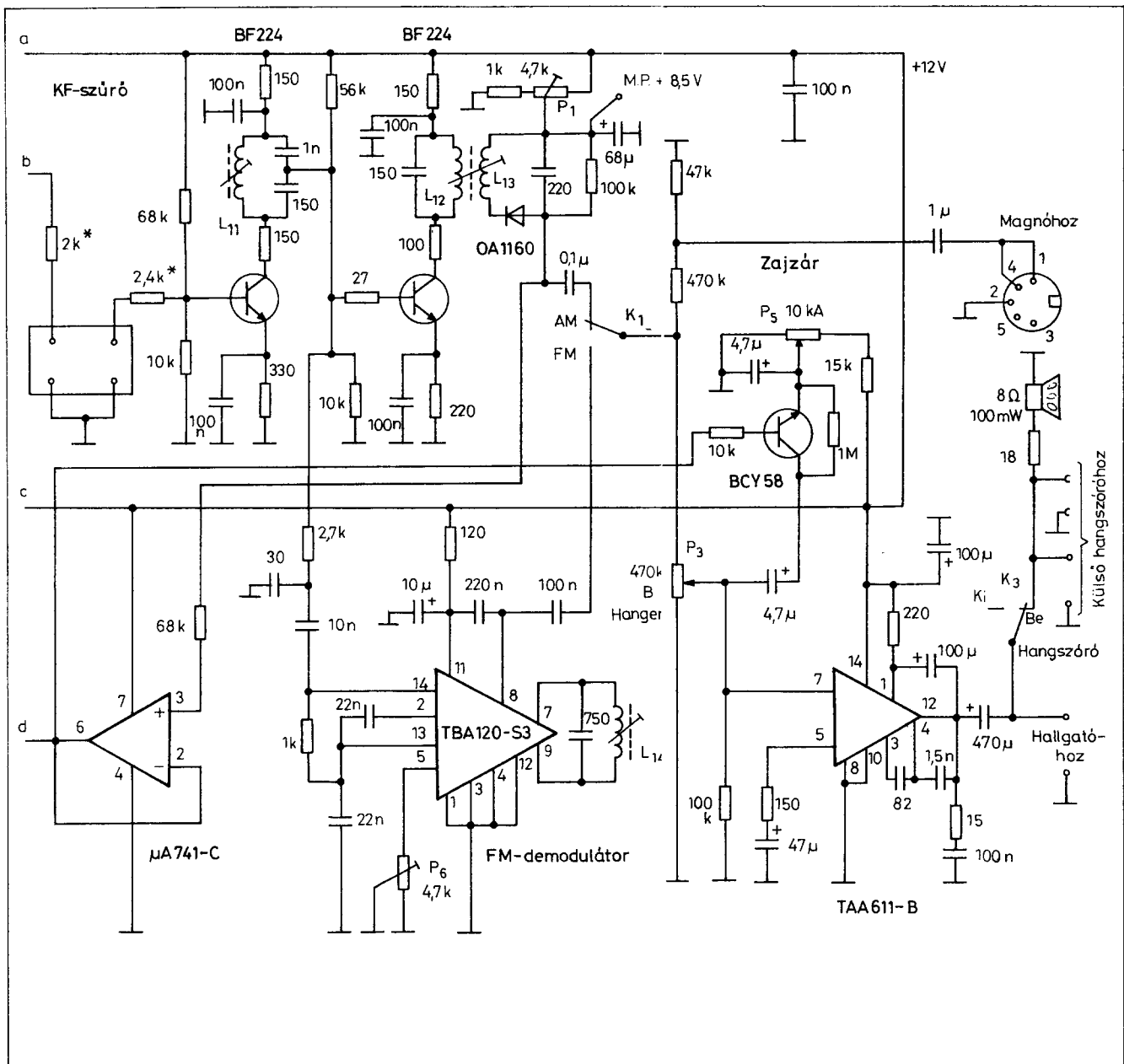
A vett állomás demodulált jelének egyenfeszültségű összetevője ezen feszültségből levonódik és negatív irányban mozdul el. Az IC kimenetén ez a feszültségváltozás mozgatja az 5 mA végkitérésű szintmérő műszert, amelynek elektromos nullpontja a P<sub>2</sub> poten-

ciométerrel állítható. Az IC kimenetére kapcsolt ZPD4,7Z-dióda anódján nyugalmi állapotban kb. +4 V van, amely feszültség a beérkező RF-jel nagyságával arányosan a 0 V felé tart. Ez a feszültség képezi az RF-előerősítő BF960 tranzisztor G2 elektródáján, valamint az első KF-erősítő BF224 tranzisztor bázisosztóján az AGG-feszültséget. A K<sub>2</sub> kapcsolóval az előfeszültség átkapcsolható a P<sub>4</sub> előlapi MGC-potenciométerre, ilyen esetben a készülék érzékenysége kézzel állítható. A KF-erősítő egység felépítését a 3. ábra mutatja.

Jóllehet az airband sávban az AM üzem a meghatározó, de készülékünket elláttuk NBFM-demodulátorral is. Ez



3. ábra



# MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

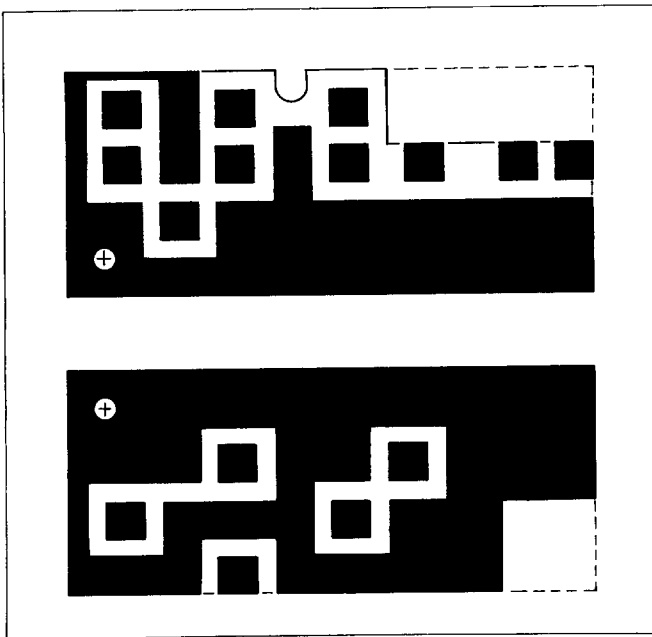
Ha Ön

- kedvezményel kíván vásárolni vagy rendelni könyveinkből,
- rendszeres tájékoztatást szeretne kapni régebbi és új kiadványainkról, terveinkről,
- az elsők között akar tudomást szerezni kedvezményes akcióinkról,
- egyszerűen csak tanácsot szeretne kérni műszaki kiadványokkal kapcsolatban az

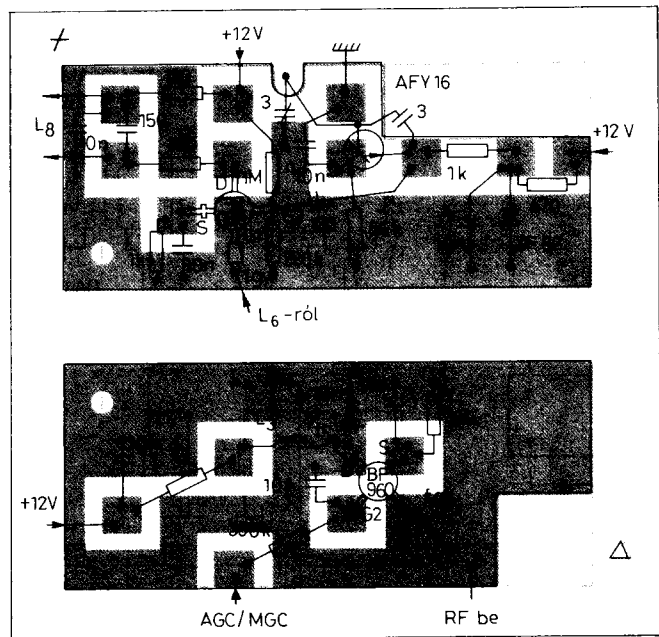
## EGYÉNI MŰSZAKI KÖNYVKLUB

tagjaként mindezekre az előnyökre szert tehet. A részletes feltételekről, a csatlakozás módjáról kérje tájékoztatónkat:

**Műszaki Könyvkiadó 1536 Budapest, Pf. 385**



4. ábra



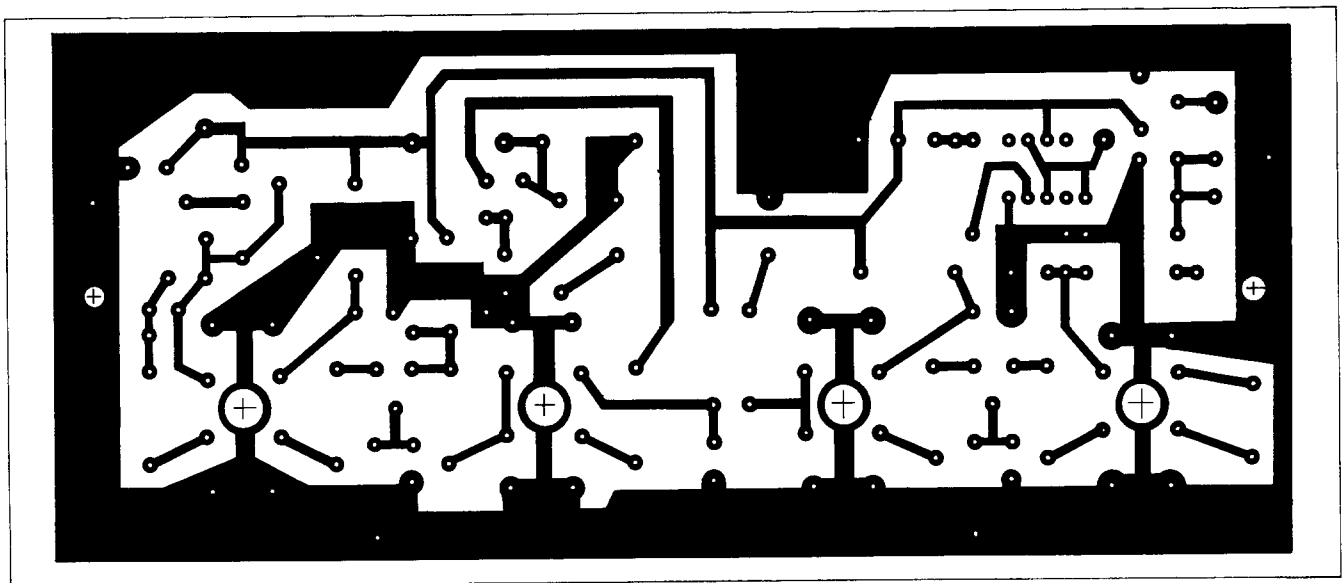
5. ábra

az adásmód a 137 MHz feletti frekvenciákon fordul elő. FM-demodulátorként egy TBA120-S típusú IC szolgál, amelynek deemfázis időállandóját a 220 nF-os kondenzátor 750  $\mu$ s értékre állítja be. A referencia rezgőkör L<sub>14</sub> jelű tekercsének induktivitása 0,3  $\mu$ H, menetszáma 5,  $\varnothing$  0,7 CuZ huzalból. A tekercselési átmérő 7 mm, a ferritmag  $\varnothing$  4x10 mm-es. A P<sub>6</sub> potenciométerrel az FM-demodulátor hangfrekvenciás kimeneti szintjét lehet állítani. A K<sub>1</sub> kapcsoló váltja át az AM-FM üzemet. A hangerőt a P<sub>3</sub> logaritmusos karakterizációjú potenciométer szabályozza.

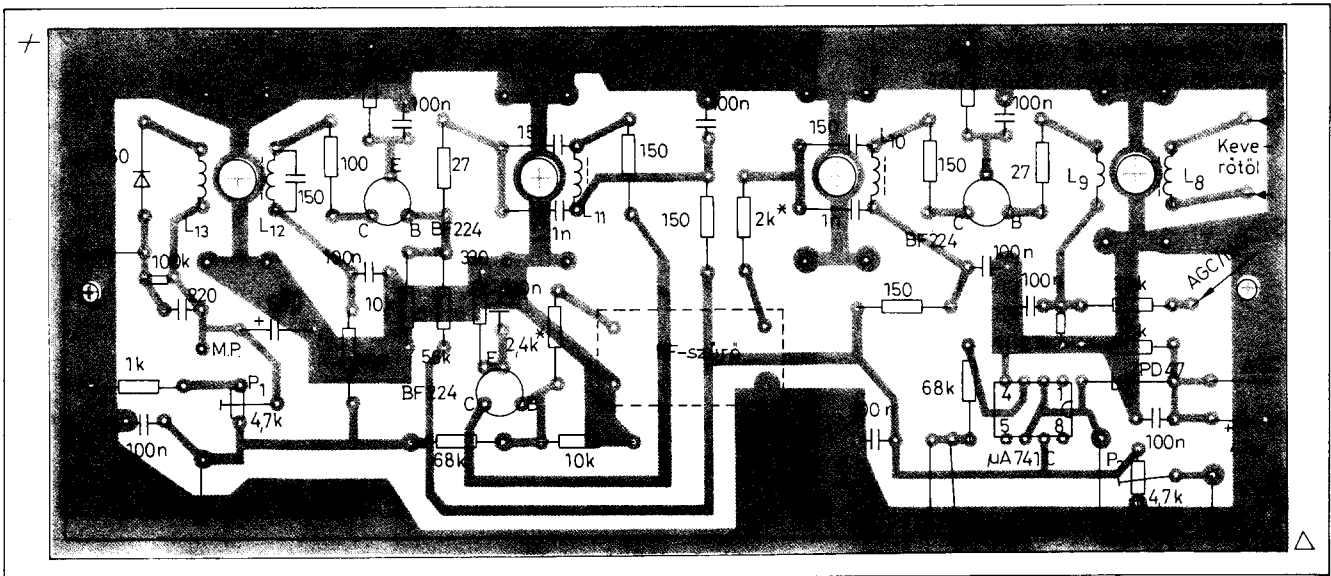
Ennek mozgó érintkezőjére csatlakozik az egyetlen tranzisztorttal (BCY58) kivitelezett zajzár (squelch) áramkör, amelynek működési határa a P<sub>5</sub> szintén előlapi potenciométerrel állítható. A tranzisztor lezárását, ami a zajzár feloldását jelenti, a bázisra vezetett AGC-feszültség végzi. A hangfrekvenciás végerősítő TAA611-B típusú IC amely bármi más, de hasonló teljesítményű végerősítő IC-vel helyettesíthető. A beépített és a hátul csatlakoztatható külső hangszóró a K<sub>3</sub> kapcsolóval

kikapcsolható. A tápegység egy 220 V/15 V-os, 4 cm<sup>2</sup> vasmagkeresztmetű transzformátorból, Graetz-egyenirányítóból és egy „háromlábú” stabilizátorból áll. Ha a tápegységet elhagyjuk, a készülék 12 V-os akkumulátorral is üzemeltethető, mert a lokál oszcillátornak saját Z-diódás stabilizátora van.

A készülék egy 250 x 130 mm előlapméretű, 210 mm mélységű dobozban kapott helyet. A 195 x 235 mm méretű, 1,5 mm-es alu-lemezből készült panel (sasszi) magassága 40 mm.



6. ábra



7. ábra

Az egyes áramköri egységek nyomtatott áramköri lemezekben foglalnak helyet. Az RF-előerősítő, valamint a lokál oszcillátor a keverővel „felület-szerelt” módon (alkatrészek a fóliaoldalon), úgynevezett pötytös lemezen készültek. Ezen két nyák-lemez fóliarajzolatát és beültetését a 4. és az 5. ábra mutatják.

Az ábrákon levő fóliarajzolat már nem pötytös, hanem az optimális marathás rajzolatát mutatja. Az oszcillátor

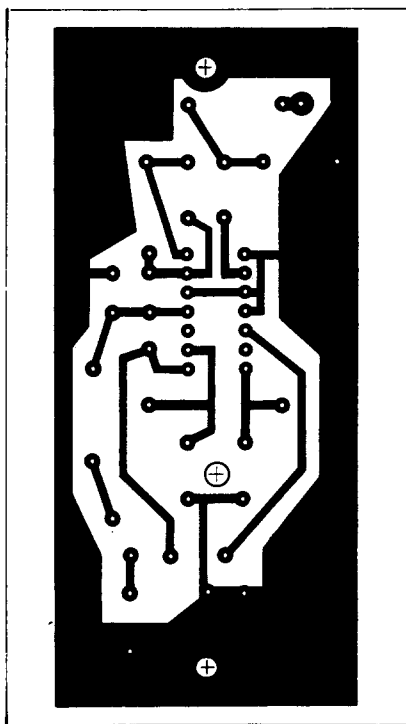
nyákat szerelésekör mintegy 10 mm-re el kell emelni alátétekkel a paneltól, hogy az FM mikrofóniát ezáltal lecsökkentsük. Az előerősítő lemeze nyugodtan ráfektethető a panelra.

A KF-erősítő nyák-lemeze kétoldalt fólirozott, mérete 165 × 70 mm. Az alkatrész felőli oldal összefüggő földpotenciálú. Fóliarajzolata a 6. ábrán, beültetése a 7. ábrán látható. Az FM-demodulátor 40 × 100 mm méretű, egyoldalt fólirozott nyák-lemezen épült meg, melynek rajzolatát a 8. ábra, beültetését a 9. ábra szemlélteti. A zajzár és a hangerősítő fokozat egyoldalt fólirozott nyák-lemezének mérete 65 × 100 mm, rajzolata a 10. ábrán, beültetése a 11. ábrán látható. A tápegység ezzel azonos méretű nyák-lemezen foglal helyet, erről fóliarajzolatot és beültetést az egyszerűsége miatt nem adunk. A készülék belső elrendezése a 12. ábrán, alulnézete a 13. ábrán látható.

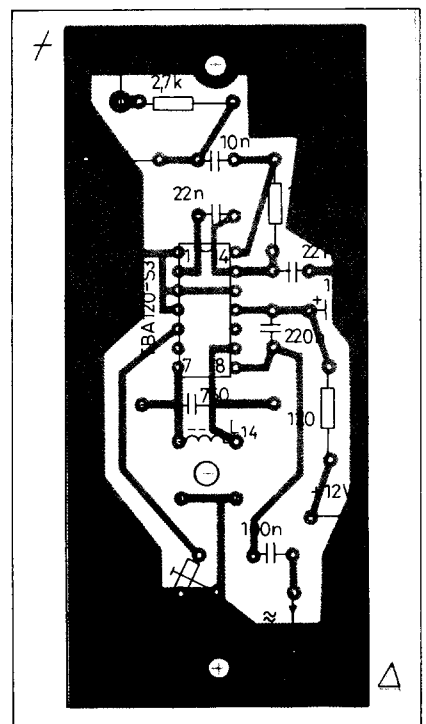
A készülék nagyfrekvenciás fokozatai lemezbortórást kaptak a panel alatt, hogy az oszcillátor kisugárzása minimális legyen. Ez az árnyékolás az alulnézetet mutató 13. ábrán is látható.

\* \* \*

A következőkben a polgári repülésben használt kódokról és rövidítésekről adunk egy kivonatos ismertetést. A rövidítések általában az angol nyelvű megnevezések kezdőbetűiből állnak,



8. ábra

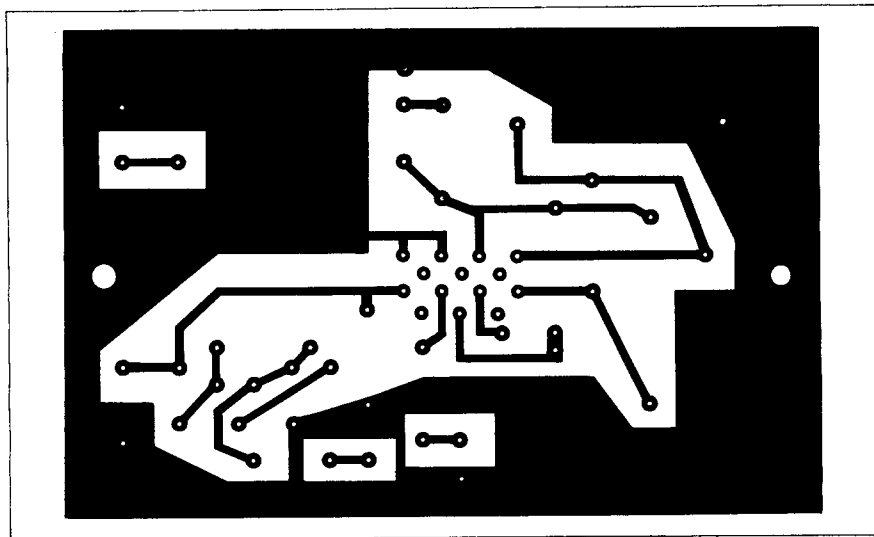


9. ábra

Az  $L_1$  ...  $L_7$  tekercseket 6 mm átmérőjű bakelit csévék tartják, amelyek régi ORION TV-készülékből származnak. A megfelelő induktivitásérték beállítása az eredeti réz-magokkal történik. Az  $L_1$  menetszáma 2,  $\varnothing$  0,25 CuZS huzalból. Az  $L_2$ ,  $L_4$  és  $L_6$  rezgőköri tekercsek 4-menetesek  $\varnothing$  0,7 CuZ huzalból, térközösen tekercselve. Az  $L_5$  csatoló tekercs csak egy huzaldarab a fenti anyagból, a hossza kb. 1,5 cm. Az  $L_7$  menetszáma 3, a huzal anyaga azonos a fentivel. Az  $L_3$  fojtótekercs  $\varnothing$  4 × 10 mm-es ferritmagra készült, a menetszáma 12,  $\varnothing$  0,2 CuZS huzalból.

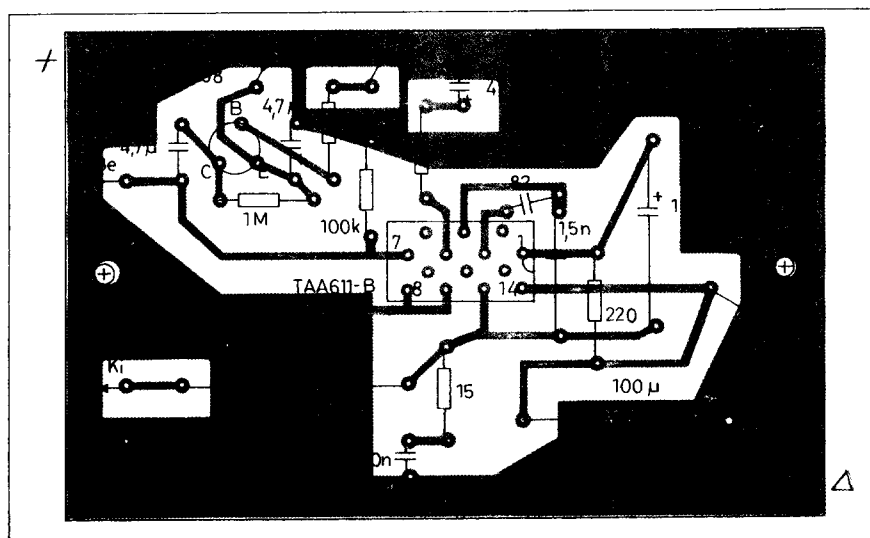
de tartalmazzák a nemzetközi Q-kód listából is elemeket. (A magyar fordítást értelemszerűen alkalmaztuk.)

ADF	Automatic Direction Finding Automatikus iránymérés
AFIS	Aerodrome Flight Information Service A repülőtér repülési információs szolgálata
AIS	Aeronautical Informations Repülési információk
A/G	Air to Ground Levegőből a földre
ASMI	Aircraft Surface Movement Indicator A repülőgép földi mozgását ellenőrző készülék
ATC	Airport Traffic Control Repülőtéri forgalom ellenőrzés
ATCC	Air Traffic Control Center Légtér ellenőrző központ
ATIS	Automatic Terminal Information Service A repülőtér automatikus információs szolgálata
ATZ	Aerodrome Traffic Zone A repülőtér belső forgalmi zónája
APPROACH	Megközelítés (beérkezés leszállás előtt)
ARRIVAL	Megérkezés
CAVOK	Ceiling and Visibility O.K. Magasság és láthatóság kifogástalan (felhőplafon O.K.)
ESTIMATED	Becsült (pl. érkezési időpont stb.)
ETA	Estimated Time of Arrival Becsült érkezési időpont
ETD	Estimated Time of Departure Becsült indulási időpont
BEACON	Rádió irányadó (iránymérésre szolgáló adó)
DME	Distance Measuring Equipment Távolságmérő rendszer
FIR	Flight Information Region Azon terület, amelyre a repülési információk vonatkoznak
FL	Flight level (in feet) Repülési magasság, lábokban kifejezve

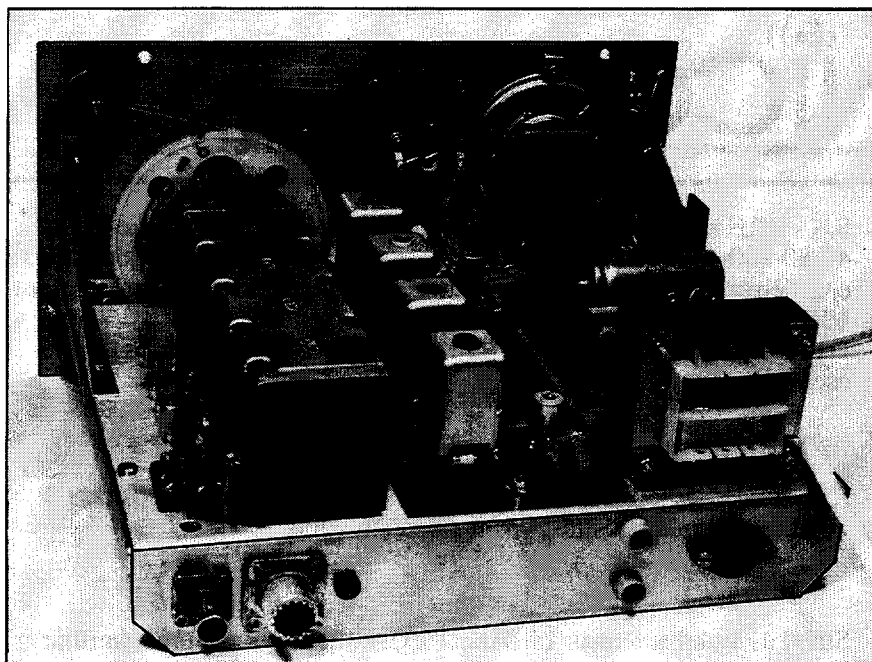


10. ábra

GPWS	Ground Proximity Warning System Föld közelségére figyelmeztető rendszer	IMC	Műszeres leszállító berendezés Instrument Meteorological Conditions
HEIGHT	Magasság a Föld felszíne felett	INS	Műszerrel mért meteorológiai állapotok Inertia Navigation System
HLS	Helicopter Landing Site Helikopter leszálló területe	ALTITUDE	Inercia-navigációs rendszer Magasság a tengerszintre vonatkoztatva
IAS	Repülőgép mért sebessége a levegőben	ALTIMETER	Magasságmérő
ICAO	International Civil Aviation Organisation Nemzetközi civil repülésügyi szervezet	LARS	Lower Airspace Advisory Services Tanácsadó szolgálat a földközeli légtérben repülők számára
IFR	Instrument Flight Rules Műszeres repülési előírások	MAYDAY	Emergency Call Vész hívás, veszélyhelyzet
ILS	Instrument Landing System		



11. ábra



12. ábra

MLS Microwave Landing System  
Mikrohullámú leszállító rendszer

MTA Military Training Area  
Katonai gyakorlórepülések területe

NDB Non Directional Beacon  
Nem irányított sugárzású jeladó (pl. hosszúhullámon)

NOTAM Notice to Airman  
Feljegyzés a pilótának

OACC Oceanic Area Control Center  
Óceán-területi irányító központ

PAPI Precision Approach Path Indicator  
A leszállási útvonal (süllyedés) nagy pontosságú indikátora

PAR Precision Approach RADAR  
Precíziós leszállító radar

QDM Mágneses irányszög a repülőtértől

QFE Légnyomás a repülőtéren

QNH Légnyomás a repülőtéren, a tengerszintre viszonyítva

QSY Frekvenciaváltás

QTE A repülőtértől mért irányszög

RVR Runway Visual Range  
Látótávolság a kifutópályán

SAR Search and Rescue  
Kutatás és mentés

SOS Emergency Call  
Vészhívás, vészhelyzet

SRA Surveillance RADAR Approach  
Távolfelderítő lokátor megközelítése

SSR Secondary Surveillance RADAR  
Távolfelderítő ismétlő radarállomás

TAS True Air Speed  
A repülőgép sebessége a Föld felszínéhez viszonyítva

TMA Terminal Manoeuvring Area  
Az irányítótorony hatáskörzete

UTC Universal Time Coordinated  
Megállapodás szerinti világidő (Greenwich-i idő)

VDF VHF Direction Finder  
VHF frekvenciájú iránymérő

VFR Visual Flight Rules  
A nem-műszeres leszállás előírásai

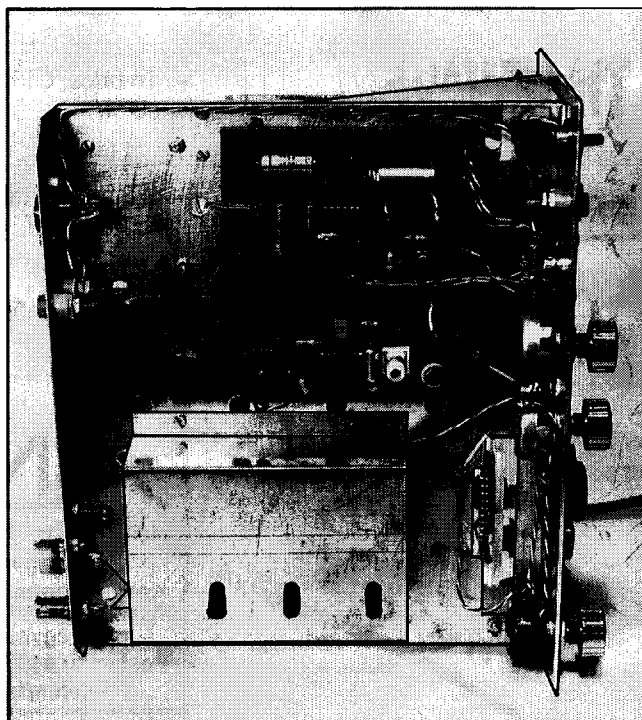
VMC Visual Meteorological Conditions  
A szemmel látható meteorológiai állapotok

VOLMET Meteorological Information Service  
Meteorológiai információszolgálat

VOR VHF Omnidirectional Range  
VHF frekvenciájú iránymérő rendszer

UDF UHF Direction Finder  
UHF iránymérő

TOWER Tower  
Repülőtéri irányító torony



13. ábra

# Az ANICO kínálatából

## YAESU



- RH - URH rádióamatőr készülékek forgalmazása, szakszervize
- 40-80-160-450 MHz-es professzionális stabil, mobil, kézi, hajózó típus-engedélyezett rádiókészülékek és tartozékaik forgalmazása és szakszervize
- URH rádiórendszerek a tervezéstől a megvalósításig
- DTMF és öthangú szelektív hívóművek beépítése, komputeres diszpécserállomás

## Kantronics concept

- Rádiós adat- és jelzésátviteli rendszerek tervezése és megvalósítása
- URH teljesítményerősítők, vételi előerősítővel is

## TELEX. hygain.

## MAXRAD

- Stabil és mobil antennák 1 MHz-től 2 GHz-ig amatőr és profi (military) kivitelben
- Antennaforgatók 2 év garanciával

## WAVETEK

- Rádiófrekvenciás szervizműszerek 40 GHz-ig
- Hullámforma-generátorok
- Hitelesítő (kalibráló) műszerek
- CATV műszerek

## Polar

POLAR INSTRUMENTS LIMITED

- Zárathely-kereső műszerek
- Kézi és automata hibakereső műszerek analóg és digitális áramkörökhöz
- Logikai IC-teszter

## TIMEWAVE

TECHNOLOGY INC.

- 16 bites, CPU-vezérelt hangfrekvenciás szűrő és zajcsökkentő eszközök (DSP)

## OPTOELECTRONICS

- Kézi és asztali frekvenciamérők a 10 Hz ... 3 GHz frekvenciatartományra PC interfésszel, szoftverrel

## ELECTRONICS, INC.

- Kitűnő minőségű rádiófrekvenciás és egyéb csatlakozók széles választékban

*Ne várjon!  
Telefonáljon!  
Még ma!*

## ANICO

HAØMM - NØFYR - HAØLC  
Magyar-Amerikai  
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

Nyíregyháza, Arany J. u. 7.  
Postacím: 4402 Nyíregyháza, Pf.: 47.  
Telefon/fax: (42)-310-808

*Ne várjon!  
Telefonáljon!  
Még ma!*

# Amatőr kapcsolások

Békel Ferenc okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

## Hangfrekvenciás kompresszor

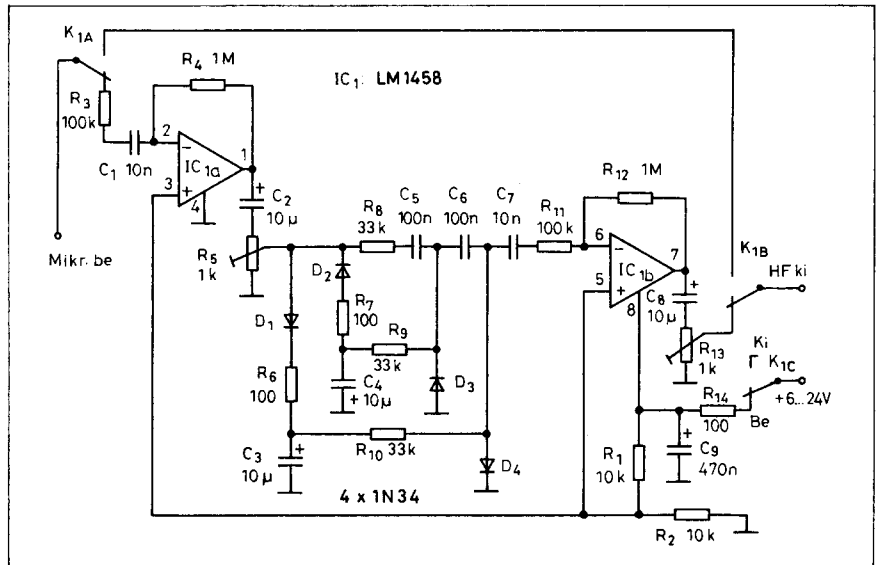
Napjainkban a legtöbb drágább adó-vevő készülékben megtalálható valamilyen „beszéd-kompresszor” áramkör. Ezekkel a kompresszorokkal az adórész kimeneti átlagteljesítményét lehet növelni, ami rossz körülmények között (QSB, QRM) igen hatásos lehet. Az egyoldalsávós (SSB) adástechnikában ugyanis a mindenkor rádiófrekvenciás kimeneti teljesítményhűen követi a moduláló hangfrekvenciás jel nagyságát.

Az 1. ábrán látható hangfrekvenciás kompresszort Bob Roehrig (K9EUI) dolgozta ki. A megoldás univerzális: azt utólag bármely régebbi típusú adó-vevő (pl. FT-250, TELRAD-200) elé kapcsolhatjuk, illetve saját építésű rádiókban is jól alkalmazhatjuk. A kompresszor kis méretben megépíthető, fogyasztása igen csekély. Egy asztali mikrofon talpazatába, vagy például az elektronikus gyorsbillentyűvel közös dobozban is elhelyezhető.

A kapcsolás a 8-lábás tokozású 1458-as kettős műveleti erősítőn alapul. Ennek a kompresszor bemenetén levő első rész-erősítője 10-szeres erősítéssel dolgozik ( $R_4/R_3$ ). Az  $R_3$  meghatározta 100 k $\Omega$ -os bemeneti impedancia bármilyen mikrofon csatlakoztatásához kedvező.

Az  $R_5$ -ös szintállító trimmer-potenciométer után a  $D_1$  és  $D_2$ -es germánium diódák egyenirányítják a hangfrekvenciás jelet. A  $C_3$  és  $C_4$ -es elektrolit kondenzátorok a detektált feszültségeket szűrik, és egyben meghatározzák a kompresszor időállandóját. Az  $R_8$ -as ellenállás, illetve a  $D_3$  és  $D_4$ -es germánium diódák vezérelhető osztóáramkört alkotnak a hangfrekvenciás jel útjában. Utóbbi diódák a  $D_1$ - $D_2$ -es egyenirányítóktól nyitóirányú előfeszítést kapnak a hangfrekvenciás jel nagyságának függvényében. Ettől ellenállásuk változik, így az  $R_8$ ,  $C_5$ ,  $C_6$  láncon áthaladó HF-jelet csillapítják.

A kompresszor kimenetén a 1458 másik rész-erősítője 10-szeres erősítéssel dolgozik ( $R_{12}/R_{11}$ ). Egyben kedvező impedancia-illesztést és elválasztást biztosít a szintszabályozó áramkör és a kimenet között. Az  $R_{13}$ -as trimmer-potenciométer a kimeneti szint beállítására szolgál.



1. ábra. Az univerzális hangfrekvenciás kompresszor kapcsolási rajza. Az IN34-ek bármilyen OA..., AA... germánium dióddal helyettesíthetők

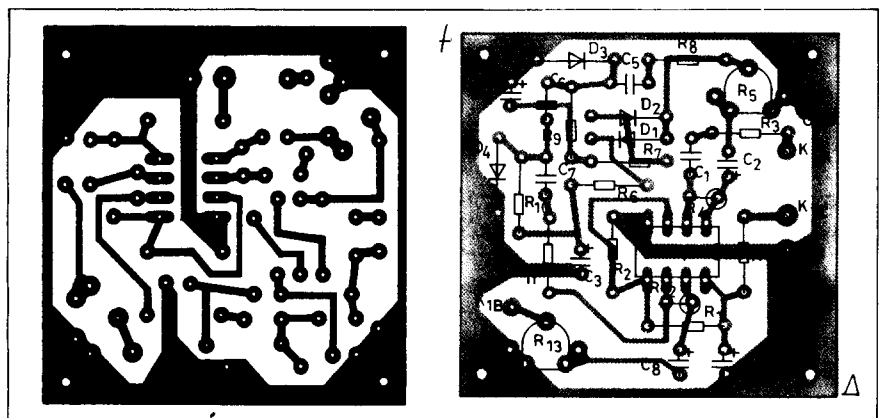
A kompresszor ki-be kapcsolására a  $K_1$ -es, kétállású, háromáramkörös kapcsoló szolgál. Az IC tápellátása egy-telepes (lásd az  $R_1$ - $R_2$ -es osztót), az  $R_{14}$  és a  $C_9$ -es tag a tápág szűrését végzi. A tápfeszültség értékét 6-tól 24 V-ig választhatjuk meg. A mintapéldány 12 V-ról csupán 2 mA-t fogyasztott.

A hangfrekvenciás kompresszor nyomtatási és alkatrész-beültetési rajzát a 2. ábra mutatja. Az áramkör élesztéséhez egy oszcilloszkóp vagy egy nagyimpedanciás feszültségmérő szükséges. A konstruktőr a kompresszor meghajtására a mikrofonra mondott „four”

szót használta. Az  $R_5$ -ös trimmerrel, annak csúszkáján mért 200 mV csúcs-tól-csúcsig, vagy a  $C_3$ -on voltmérővel mért 50 mV-os egyenfeszültséget állított be. (A germánium diódák ettől a kb. 50 mV-os, illetve nagyobb előfeszítésnél már hatásosan nyitogatnak.) A kimeneti  $R_{13}$ -at az adó-vevő saját „Mic Gain” potenciométerének normál állásában kell beállítani.

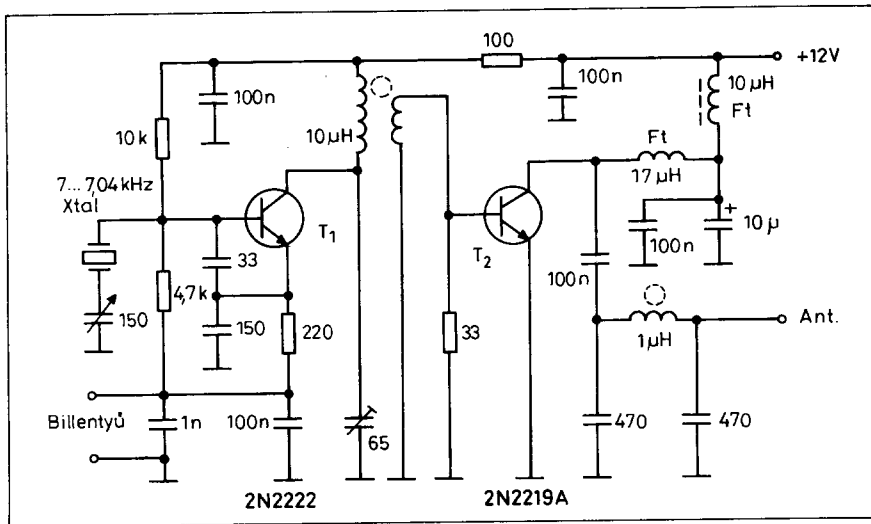
Az áramkör 30 dB-nél jobb kompressziót mutatott, frekvenciamenete a mély hangok felé kedvezően csillapodó (300 Hz/-6 dB).

(73 Amateur Radio Today 1993/7.)



2. ábra. Az univerzális hangfrekvenciás kompresszor nyomtatási és alkatrész-beültetési rajza





3. ábra. A 7 MHz-es QRPp adó kapcsolási rajza. Az oszcillátor tranzisztor a BC-széria npn típusaival helyettesíthető

### QRPp adó 7 MHz-re

A kisteljesítményű amatőr adástechnika kedvelőit érdekelheti a 3. ábra szerinti 7 MHz-es táviró adókészülék, amelynek kidolgozásánál az egyszerű és olcsó kivitel volt a cél. A jó frekvencia-stabilitás és a legalább 1 W-os kimenő teljesítmény indokolja a kristályvezérlést, illetve a kétfokozatú (OSC + PA) felépítést. A 12 V-os tápfeszültségigény pedig a kitelepüléseknél alkalmazható autó-akkumulátoros üzemhez igazodik.

A  $T_1$ -gyel járó kristályoszcillátor kapacitív hárompont megoldású, Clapp-kapcsolásra emlékeztet. A kvarccal soros 150 pF-os – előlapi – forgókondenzátorral néhány kilohertzet VXO-zhatunk. Az elhangolást néhányszor 10 kHz-esre is növelhetjük, ha a forgóval sorosan egy 20 ... 30  $\mu$ H-s tekercset is beiktatunk. (A soros tekercses VXO-ban a kvarc a névleges frekvenciája fölé enyhébben, alá erősebben elhúzható. Az elhangolhatóság mértéke mindig az alkalmazott kristálytól függ. Lényeges, hogy a keltett rezgés frekvencia-stabilitását, főleg az alsó határnál, ellenőrizzük!)

A  $T_1$  kollektorában levő 7 MHz-es zárókört a 65 pF-os trimmer-kondenzátorral hangolhatjuk le. A mintapéldányban egy Amidon gyártmányú T50-2-es típusú toroid vasmagra készült a rezgőkör tekercse. A szükséges 10  $\mu$ H-s induktivitás 45 menettel érhető el az adott vasmagnál. (Lásd bővebben a HA – hasznos adatok c. cikket a „Rádiótechnika” 1994/7. szám 355. oldalán!) A végfokozat felé egy 4 menetes tekercselés csatolja ki a jelet. Utá-

népítésnél tartsuk ezt a kb. 11:1-es menetszámattételt! Az adó billentyűzése az oszcillátor emitterében történik. A billentyű még a bázisosztó alját is kapcsolgatja, így az adó nyugalomban nem vesz fel áramot!

A végerősítőben C-osztályú beállításban dolgozik a  $T_2$ -es tranzisztor, ezért a nyugalmi áramfelvétele nulla. A bázisköri 33  $\Omega$ -s stabil, gerjedésmentes működést biztosítja.

A kimeneti Collins-szűrő 1:1-es impedancia-átvétellel táplálja az 50 ... 75  $\Omega$ -os koax antennatápkábelt. Az illesztőkörben levő 1  $\mu$ H-s tekercs is T50-2-es toroidra készült, 14 menettel. Ha esetleg nem lennének megelégedve a kimeneti jel tisztaságával, akkor még egy, hasonló felépítésű és elemértékű szűrőkört kössünk a kimenetre.

A végtranzisztort lássuk el legalább egy hűtőcsillaggal! A QRPp adóval jókat kísérletezhetünk a megadottól eltérő végtranzisztor-típusokkal is, mint például: BC300, BC301, BFY70, BFW16A, BD135-139, KT603, 2N3553, 2N3866, 2N4428 stb.

(Funkamateur 1994/3.)

### VMOSFET-es RH lineár

A naptevékenység minimum éveiben keserű a dolga a QRP munka kedvelőinek. A csökkenő lehetőségeken – és önbizalmon (Hi) – egy, az adó után kapcsolható külső végfokozattal könnyen segíthetünk. A Marin Steyer (DK7ZB) által épített egytranzisztoros lineáris erősítőt saját építésű CW/SSB adó-vevőkben is jól használhatjuk.

Az áramkör egyetlen VMOSFET-tel működik, és 1 ... 1,5 W-os meghaj-

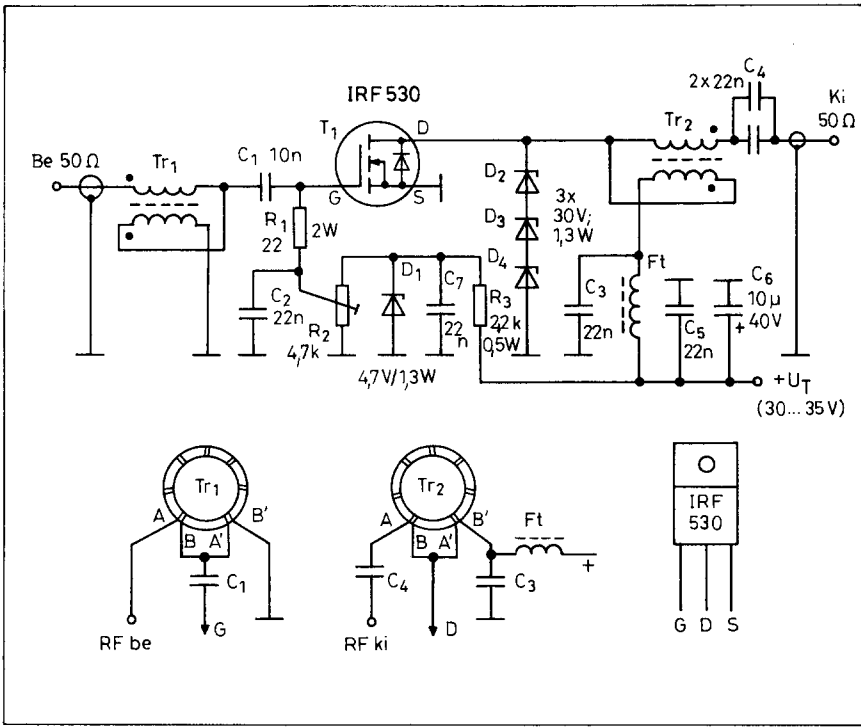
tásra néhányszor tíz wattos kimenetet ad a rövidhullámú sávokban (lásd később, pontosabban). Az egyszerűség mellett a megoldás nagy előnye az alkalmazott power FET olcsósága! Természetesen nem adástechnikai célokra kifejlesztett, hanem nagy áramok gyors kapcsolására ajánlott, nagy tömegben gyártott VMOSFET-et használt a konstruktor. Innen az olcsóság, amiért is „cserébe” a felső sávokon a kimeneti teljesítmény csökkenésével kell számolnunk.

Az alkalmazott IRF530 típusú VMOSFET az amerikai International Rectifier cég gyártmánya. Az  $U_{DS} = 100$  V,  $I_D = 10$  A és  $P_D = 75$  W határadatokkal jellemezhető eszközt leginkább kapcsoló üzemi tápegységekhez javasolják. Utánépítésnél bármilyen más gyártó hasonló célú és hasonló határadatai típusát kipróbálhatjuk.

A lineáris végerősítő kapcsolási rajzát a 4. ábra mutatja. A bemeneten levő széles sávú  $T_{R1}$ -es toroid transzformátor impedancia-átvétele 4:1. Ennek gate-oldali lezárását az  $R_1$  és a járulékos terhelések adják. A  $C_2$ -es kerámiakondenzátor a munkapont-beállító áramkört nagyfrekvenciásan hidegíti. A power FET AB-osztályú munkapontja a  $D_1$ -es, 4,7 V-os Z-dióda áramkörrel állítható be. A javasolt 30 ... 35 V-os tápfeszültség mellett ez kb. 200 mA-es nyugalmi (vezérlés nélküli) draináramot jelentett, ami a CW/SSB adásmódokhoz egyaránt megfelelőnek bizonyult.

Az erősítő kimenetén levő  $D_2$ - $D_4$ -es, eredőben 90 V-os soros Z-dióda lánc a VMOSFET-et védi az esetleges túlfeszültségektől. A kimeneti széles-sávú  $T_{R2}$ -es toroid transzformátor 1:4-es impedancia-átvétellel illeszti az 50...75  $\Omega$ -os tápkábelt a power FET-hez. (Az aktív elem optimális terhelő impedanciája ohmban, az  $U_T^2/2P_k$  köztelítő képlettel számítható. Ebben  $U_T$  a tápfeszültség értéke voltban, ha az eleendően nagy a tranzisztor maradékfeszültségéhez képest,  $P_k$  az eszközből kivenni kívánt teljesítmény, wattban.)

Az erősítő kimenetén a hasznos jel mellett zavaróan erős szintű felharmonikusok is megjelennek, ezért azt „nem illik, így csupaszon” antennára kötni. A felharmonikusokat legegyszerűbben sávonként váltott aluláteresztő szűrőkkel csillapíthatjuk. Az 5. ábrán látható ötpólusú Csebisev-szűrő 50  $\Omega$ -os be-és kimeneti lezáróimpedanciák között dolgozik helyesen. A szűrő elemértékei a következők:



4. ábra. A VMOSFET-es rövidhullámú lineár kapcsolási rajza. Tekercs adatok: Tr1: 2 × 10 menet bifilárisan tekercselve, 0,5 mm-es CuZ-ből, T68-2 típusú. Amidon toroidon; Tr2: 2 × 10 me. bifilárisan, 1,2 mm-es CuZ-ből, T130-2 típusú. Amidon toroidon; Ft: 5 me., 1 mm-es CuZ-ből, kétlyukú vason

Sáv [MHz]	C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> [pF]	C <sub>2</sub> [pF]	L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> [µH]
3,5	680	1300	2,55
7	470	910	1,80
10	270	510	1,00
14	180	360	0,73
18	160	300	0,58
21	100	220	0,46
24	82	180	0,38
28	75	160	0,33

A VMOSFET-es RH lineárerősítő nyomtatási rajzát a 6. ábra, alkatrész-beültetését a 7. ábra mutatja. A mintapédány kétoldalon fóliázott nyomtatott lemezre készült. Ennek teljes alsó felülete földet alkotott, a felső „mintás” oldalra kerültek az alkatrészek.

A szögletes rajzolatú, viszonylag egyszerű nyomtatás maradás nélkül, karcolásos technikával is könnyen elkészíthető. A panel közepén levő 17 × 12 mm-es lyukba ül bele a tranzisztor, amelyet szigetelten kell felerősíteni a panel alatt levő nagyméretű hűtőbordára! (A szigetelő csillámlemezke mind-

két oldalát kenjük be szilikonzsírral a jobb hőátadás végett. A hűtőborda méretével, pontosabban felületével ne takarékoskodjunk, az erősítő hatásfoka kb. 50% lehet.)

A bemeneti toroid transzformátor álló, a kimeneti toroid fekvő helyzetű volt a panelon. Az előfeszítő áramkör D<sub>1</sub>-es diódáját és a power FET source kivezetését célszerű közös „földpacniba” forrasztani. Az így kialakuló hőkapcsolat D<sub>1</sub> révén kompenzálja a tranzisztor nyugalmi áramának hőmászását.

A lineárerősítő stabilizált 30 ... 35 V-ról táplálható, áramfelvétele max. 2,5 A. A konstruktor által javasolt egyszerű táp-stabilizátor kapcsolása a 8. ábrán látható.

Az áramkör élesztését célszerű alacsonyabb tápfeszültség mellett kezdeni, például 25 V-nál. Ha minden sávon megvizsgálva jól, „nyugodtan” működik, azután célszerű a névleges tápra felkapcsolni.

A kimeneti teljesítmény természetesen a tápfeszültség és az üzemi frekvencia függvénye lesz. A mintapédányánál az egyes sávokban így alakultak a kimeneti teljesítmények a meghajtás függvényében:

Sáv [MHz]	P <sub>ki</sub> [W] U <sub>T</sub> = 30 V	P <sub>ki</sub> [W] U <sub>T</sub> = 30 V
	P <sub>be</sub> = 1 W	P <sub>be</sub> = 1,5 W
3,5	36	50
7	33	48
10	31	46
14	27	44
18	24	38
21	22	35
24	20	33
28	18	30

Az áramkör 12 V-ról is működik, szerényebb jellemzőkkel: 10 m-en 1 W-ra 5 W-ot produkál, 80 m-en pedig 1 W meghajtásra 8 W a válasz.

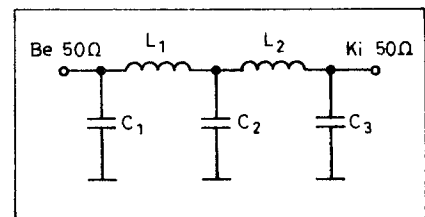
Az előzőekből belátható, hogy minél nagyobb tápfeszültségről érdemes járatni a VMOSFET-eket. A korlátot a felhasznált típus U<sub>DS</sub> feszültségének határértékéből számíthatjuk. Némi rá-tartást hagyva az U<sub>DSmax</sub> kb. 35%-áig vehetjük fel a tápfeszültség értékét. (DK7ZB cikkében megjegyzi, hogy újabban már léteznek 1000 V-os, 100 W-os és nagy csúcsáramú gyorskapcsoló power FET-ek is. Ezek már akár a 220 V-os hálózati feszültség egyenirányításából nyert kb. 300 V-os tápfeszültséggel is járáthatók.)

(Funkamateur 1994/8.)

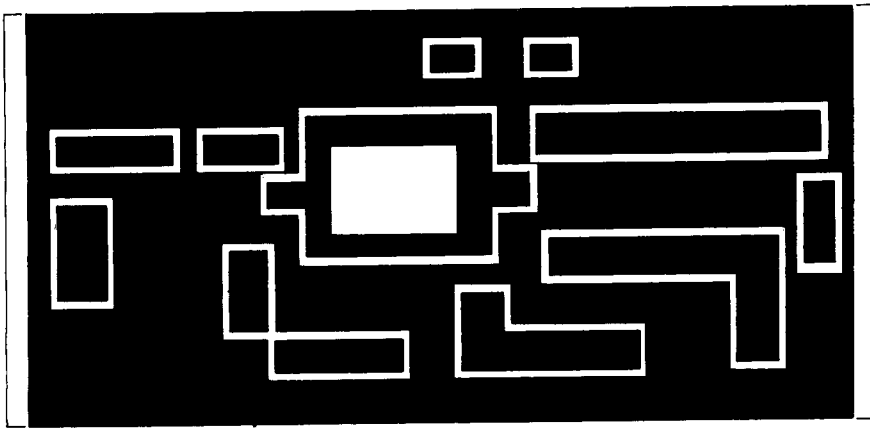
### 144 MHz-es „zsebantenna”

A gyári 2 m-es kézi adó-vevők alaptartozéka az ún. gumiantenna. Ezek a kb. félarasnyi hosszúságú sugárgörök – többek szerint – jobban emlékeztetnek a gumira, mint egy antennára... Tény az, hogy hatásfokuk valóban elég szerény, egyetlen előnyük, hogy a rádiózás elkezdhető velük.

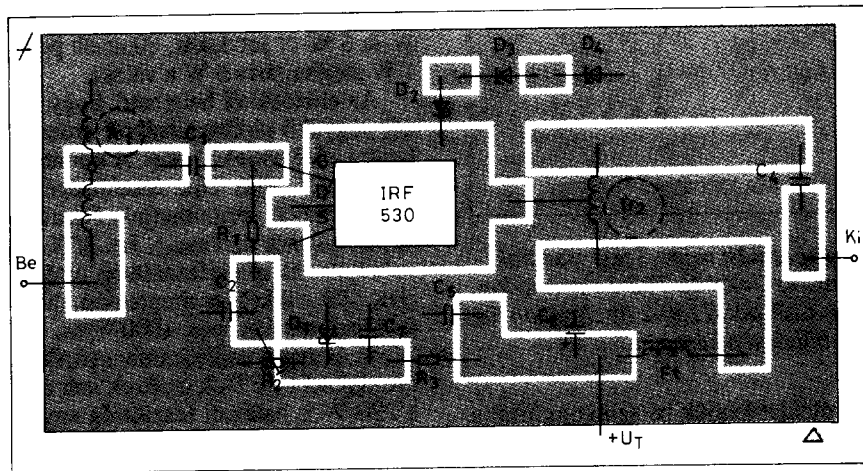
Kevin James (G6VNT) megútván 144 MHz-es gumiantennája szerény produkciót, egy jobb hatásfokú, igazi portable körsugárgót épített készülékéhez. Konstrukciójánál a „zsebantenna”



5. ábra. Aluláteresztő kimeneti szűrő a VMOSFET-es RH lineárhoz. Tekercs adatok a szövegben!



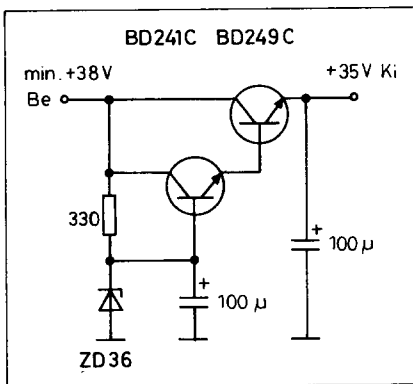
6. ábra. A VMOSFET-es lineár erősítő nyomtatási rajza. Az alkatrészek ezen az oldalon ültetendők!



7. ábra. A VMOSFET-es lineár alkatrész-beültetési rajza. A tranzisztort szigetelten kell felerősíteni!

elnevezéssel nem a használat, hanem szállítási pozíciójára utalt (Hi).

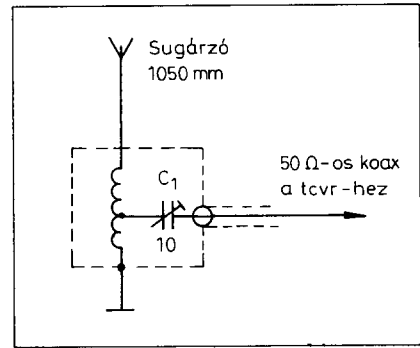
Az antenna elvi rajza a 9. ábrán látható, ami egy félhullámú sugárzóból és egy illesztőkörből áll. A félhullámú antenna talppontjában nagy impedan-



8. ábra. Egyszerű soros áteresztő táp-stabilizátor a VMOSFET-es lineárhoz. A kimenő feszültség a Z-dióda cseréjével módosítható

ciát mutat, ezért ahhoz az alacsony impedanciás, 50 Ω-os koax tápkábelt közvetlenül nem lehet csatlakoztatni. A félhullámú sugárzóhoz nem szükséges ellensúly, mint például az a ground plane-eknél szokásos. A mintapéldány antennához néhány méter 50 Ω-os, RG58 típusú koaxiális kábel csatlakozott, így azt szabadban fákra, szállodaszobában a csillárhoz rögzíthette a konstruktor. Célja egy könnyen szállítható, bárhol gyorsan telepíthető, de azért jó hatásfokú körsugárzó készítése volt.

A „zsebantenna” érdekességét a 10. ábra kiviteli rajza mutatja. Az illesztőköri tekercs nyomtatott kivitelű, ami nagyon előnyös az utánépíthetőség, illetve a mechanikailag szilárd kivitel szempontjából. Az ábrán 1:1-es méretarányban megadott nyomtatott tekercset kifotózás vagy pauszpapírra tussal történt precíz átrajzolás után a közismert PÓSITIV 20-as eljárással készíthetjük el. A nyák-lemez jobb minőség-



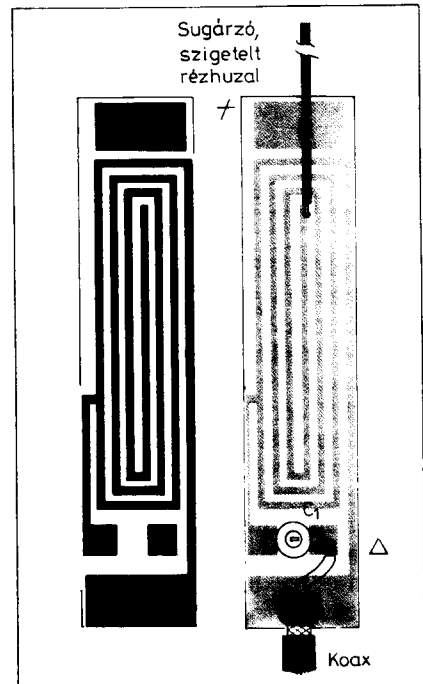
9. ábra. A félhullámú 144 MHz-es „zsebantenna” elvi rajza

gű, üvegszálás legyen. Kisebb teljesítményekhez, kézi rádiókhoz ez bizonyosan megfelelő lesz (vesztések, melegedés).

A C<sub>1</sub>-es trimmer-kondenzátor miniatűr kerámia kivitelű lehet. Ezzel állítható be a telepített antennán a minimális állóhullámarány-érték. Ez majdnem szó szerint értendő, hiszen például a helyiségeken belüli telepítéseknél igen változatos lehet a környezet okozta „elhúzások” mértéke.

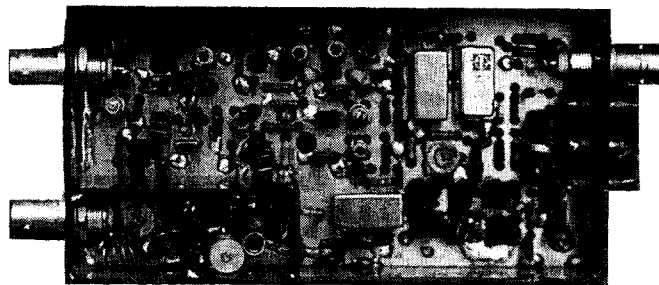
A konstruktor az antenna sugárzóját „szigetelt rézhuzalból” készítette. Valószínűleg valamiféle műanyag szigetelésű villanyszerelési rézhuzalról lehetett szó. Mindenesetre a huzal átmérője, de leginkább a szigetelés anyaga befolyásolhatja a sugárzó hosszát. Ezt kísérlettel kell majd pontosítanunk! (Practical Wireless 1994/8.)

10. ábra. A „zsebantenna” illesztőköri tekercse nyomtatott áramkörös kivitelű



# Lineáris fejkonverter 144/28 MHz-re

Vincze József HA3KW



Korunk rádióamatőr tevékenysége az utóbbi években igen szerteágazó lett. Míg jó pár évvel ezelőtt megelégedtünk a kizárólagos távíró és SSB adásmódokkal, addig ma számtalan új lehetőség kínálkozik. Ideértve a különféle digitális átviteli rendszereket, az FM-hálózatokat, a műholdas szolgáltatásokat stb.

A dinamikus technikai robbanás kétségkívül a számítástechnikai eszközöknek köszönhető. Ennélfogva a régi értelemben vett rádióamatőr tevékenységi, érdeklődési körök is észrevehetően szétváltak. Ez gyakran tapasztalható különféle amatőrtalálkozókon, különféle beszélgetések alkalmával. Az ilyen esetekben kialakult „gruppok” is erre engednek következtetni. Kit a klasszikus rövid- vagy ultrarövidhullámú technika érdekel, míg másokat a mikroprocesszor, RAM-ok birodalma, vagy a legegyszerűbb esetben az FM mód tud lekötni. Ha csak az elmúlt pár évben kiadott hívójelek felhasználóit vesszük alapul, úgy könnyűszerrel felfigyelhetünk egy általános jelenségre. Az esetek nagy százalékában mintegy „segéd mankónak” kérnek hívójelet. Gondolok itt az általánosan használt FM és csomagrádió felhasználási területekre.

A megkérdezettek többsége a rádiózással komolyabban foglalkozni nem is akar. De ez manapság világjelenség. Egy biztos! Meg kell barátkoznunk korunk új eredményeivel, és a lehetőségekhez képest próbáljuk meg alkalmazni.

Ha meghallunk FM-módban egy packet csomagot, akkor gondoljunk arra, hogy az elküldője lehet egy matematikát magas szinten értő programozó vagy egy jó hardveres szakember. Bár életében nem nyomta, nyomja le a morzebillentyűt.

Tehát nekünk „morzebillentyűs” amatőröknek – ha még több évtizedes

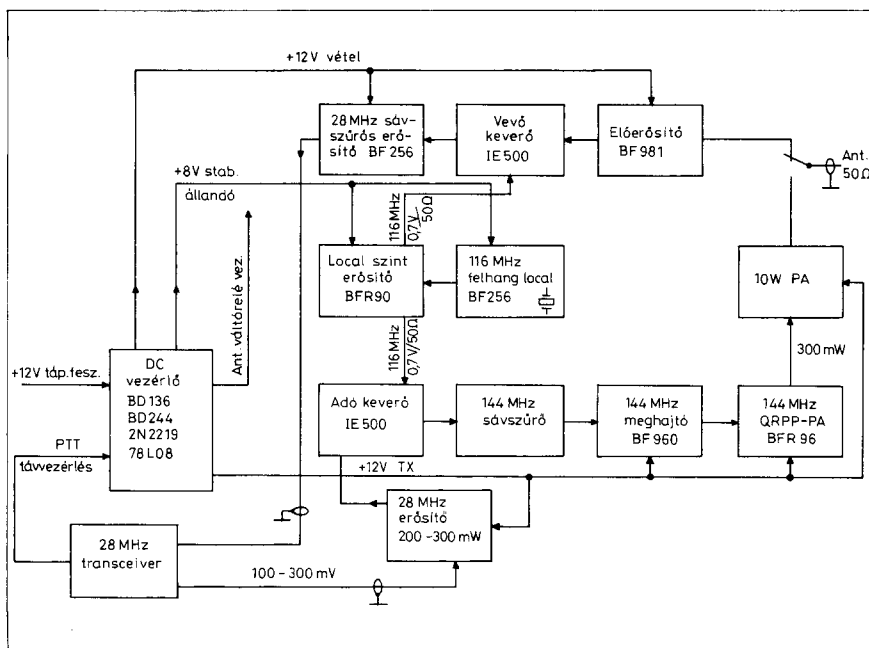
7-megás QSO-k is vannak a hátunk mögött – tiszteletben kell tartani a Másik, általunk csak nehezen elfogadott „bogaraikat”. „Mert ebben az a szép, hogy mindenki megtalálja az érdeklődési körének megfelelő beteljesülést”- HA1ZN.

Tehát éles határvonalat már nem lehet húzni a különféle ágazatok között. Gondoljunk csak arra a lehetőségre, hogy egy rövidhullámú világverseny-jegyzőkönyv írásakor mekkora segítséget nyújthat egy számítógép használata.

Aki rendszeresen részt vesz a 144 MHz-es DX- vagy versenymunkákban, örömmel tapasztalhatja, hogy az aktivitás elfogadható mértékben megnőtt. Ez köszönhető a nagyszámú magánkézben lévő gyári készülékeknek. De ha közelebbről nézzük ezeket a rádiókat, bizony az esetek nagy részében a helyzet eléggé elszomorító, ami a para-

métereket illeti. Túlnyomórészt ALL-MOD-os, olcsóbb gépekkel találjuk szemben magunkat, amelyek minőségi munkára nemigen alkalmasak. Míg FM-ben megállja a helyét, addig egy hegytetőre települve több bosszúságot okoz, mint örömet, ha megszólal egy „keményebb” állomás a közelben. De a dinamika csak egy dolog, ha egy másik lényeges adatot is figyelembe vesszük. Ez pedig az önzaj.

Sajnos még a mai korban sem vesszük túl komolyan ezt a paramétert nagyhírű készülékgyártó cégek, habár a probléma nem új keletű. Azon kívül az alkatrészgyárak mind olcsóbban állítják elő a korszerűbbnél korszerűbb kiszajú eszközöket. Részemről ez a dolog talán azzal magyarázható, hogy mi lenne akkor, ha az olcsóbb kis készülék is tudná a nagyok színvonalát? Tétélesen +15 dBm-et tudna és 1 dB alatt lenne a zaja! Mert a technika mai állása



1. ábra. A konverter tömbvázlata

szerint ez nem irreális. A válasz szerintem egyszerű. Senki nem venné 4-szer annyit a nagyot! -hi. Egyszerű üzletpolitikai fogás? Elképzelhető.

Mint a 94-es RT Évkönyvében már leírtam, két alapvető típusal számolhatunk. Egyik az „asztali” adó-vevő, a másik a konverter. Ami a komplett készüléket illeti, egy lehetséges változatát megtalálhatjuk az előzőekben említett irodalomban. A most ismertetésre kerülő másik változat a konverter.

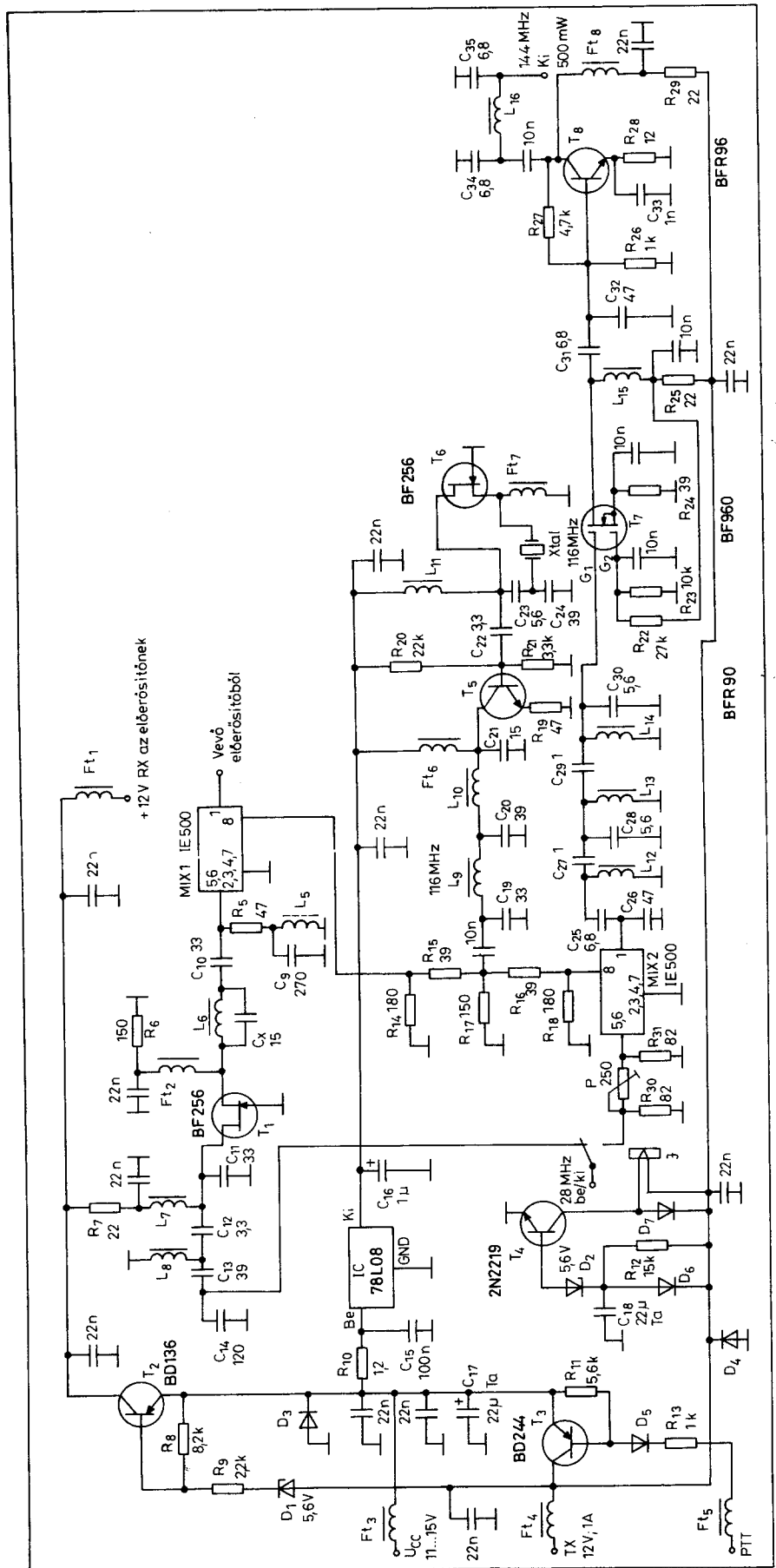
A külföldi szakirodalom egy jó konvertert még mindig többre becsül, mint egy hagyományos széria „mindentudó” asztali rádiót. Ezt olyan hazai amatőrök is alátámasztották baráti beszélgetések alkalmával, akik az átlagosnál komolyabb szinten űzik ezt a műfajt (EME, MS). Mint már említettem, ma már nem művészet jó eszközök között jót „faragni” amatőr körülmények között sem. Már pedig kis utánjással az alkatrészek beszerezhető. Különböző hazai alkatrészkereskedőknél – ha éppen nem kapható – megrendelés után rövid határidőre beszerezik.

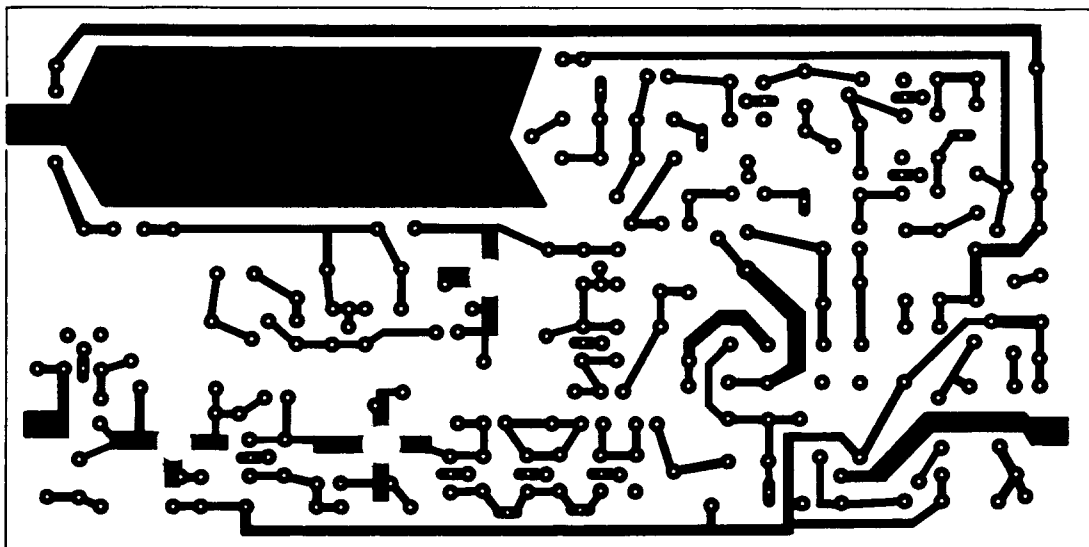
Tehát építsünk konvertert! Tudatosan írom, hogy építsünk, mert a gyári is megvehető. Csak gyáriban régebbi típusok kaphatók nem is túl olcsón - és a paraméterei sok esetben nem felelnek meg a mai kívánalmaknak. Nem ritka esetben bipoláris tranzistoros, jobb esetben egyszerű duálges keverőkkel rendelkeznek és egy meglehetősen nagyajú bemeneti előerősítővel. Ennél pedig már hazai körülmények között is tudunk jobbat csinálni. Természetesen némi anyagi áldozattal és kártató munkával.

A jó konverteres rendszer nem egyedüli feltétele csak a jó keverő. Ha igazan jó eredményt szeretnénk elérni, úgy az alap rövidhullámú rádió paramétereit is szigorúan figyelembe kell vennünk. Első sorban jó keresztmodulációs tulajdonságokkal kell rendelkeznie és természetesen kis zajúnak. Ellenkező esetben hiába törekszünk megépíteni a világ legprofibb keverőjét is, ha az utána következő KF-vevő silány minőségű. A közelmúltban gyártott rövidhullámú gépek többé-kevésbé tudják az említett elvárásokat.

De itt álljunk meg egy gondolatra! Nem kell feltétlenül a legmodernebb, legdrágább „csoda” rádiókat használnunk. A gyakorlat azt mutatja hogy jó eredményeket érhetünk el régebbi, - a

2. ábra. A konverter kapcsolási rajza





3. ábra. A konverter nyák-terve

fiatalabb amatörgeneráció szerint – „muzeális” készülékekkel is. Gondoljunk csak az öreg Collinsokra, Swanekre, Halicraftersekre, Drake-ekre stb.

Igaz ezeket több-kevesebb misztikum övezi körül, de tény hogy a mai napig is megállják a helyüket több modernnek nevezett társ mellett. Kicsi az önzajuk és meglehetősen jó a dinamikájuk. Jelen esetben pedig ez szükséges.

\* \* \*

Ennyi bevezető után térjünk rá a gyakorlati témára. Egy-két jó példától eltekintve, bizony eléggé szerény a magyar műszaki irodalom. Így akit hasonló témakör érdekel, elő kell venni a nevesebb külföldi szaklapokat. Az UKW-BERICHT 81/1-es számában egy figyelemre méltó konverter jelent meg DK8DD tollából.

Hibája – egyszerűsége ellenére – talán annyi, hogy takarékosági okokból egy közös DBM-et használ adás és vételi oldalon. Ezen kívül a keverő az irányváltást diódákkal végzi, ami rontja a keresztmodulációs viszonyt. A diódás váltás – tapasztalatok szerint – eléggé sok problémát jelentett építés közben több amatőrtársunknál, amit a gyakorlat bizonyított. Így ezt a megoldást elvettem, és egy más lehetőséget próbáltam keresni.

Egy számomra igen intelligens áramkört találtam a Radio Rivista 90/6-os számában. Az eredeti verzió OE9PMJ munkája.

Igaz, a megoldás 2 db DBM-mel lett kifejlesztve, de teljes mértékben mentesül az előzőekben említettektől. Ez az utánépíthetőség szempontjából – mondhatnánk úgy is – szinte iskolapéldája lehetne a hasonló készülékek kategóriájában. A részáramkörök egymástól függetlenül működnek, felépítése logikus. Ez főleg egy gyakorlatlanabb utánépítőnek jelenthet nagy segítséget „élesztés” közben.

Az eredeti megoldás 28/50 MHz-re készült, így az 50 MHz-es rezgőköröket át kellett tervezni 144 MHz-re. Ezen kívül egy-két változtatás még történt. Tételezen a házi eszközökkel bizonyultnak tűnő sávszűrők lettek kiváltva egyszerűbb, de jól működő áramkörökre.

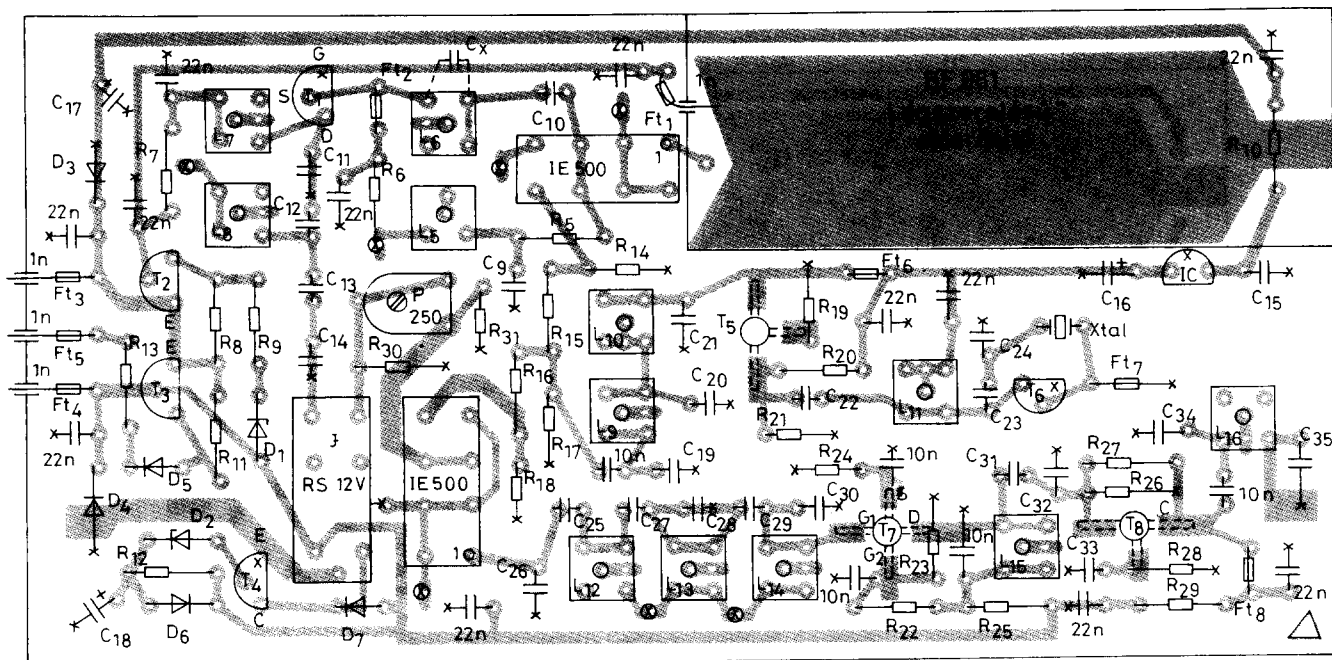
A készülék tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az 50 Ω-os antenna jele a közös adás-vétel váltó relén keresztül jut be az előerősítőbe. Majd innen megfelelő erősítés és sávszűrés után a vevőkeverő Schottkyra kerül. Itt keveredve a helyi lokál nagyszintű jelével, a kimeneten megjelenik az alsó és a felső keverési termék. Mivel a KF-ünk 28 MHz-es, így a DBM-et egy diplexer követi, ami biztosítja a megfelelő illesztést, megfelelő sávzélesség mellett. Ebben a fokozatban találunk egy erősítő fokozatot is, ami a sávszűrő veszteségeit hivatott pótolni némi plusz erősítéssel. Ezután az alap rádióba kerül az áttranszponált, számunkra már hasznosítható jel.

Az előzőekben már említett lokál oszcillátor közvetlen 116 MHz-en indul. Ezt egy szinterősítőn keresztül a kimeneten található passzív osztótagra juttatjuk. Ez biztosítja az adó és a vevő DBM-ek lokál oldali lezárását, valamint a kétirányú megfelelő meghajtószinttel történő meghajtását. Az adó keverő teljesen hasonló a vevőéhez, azzal a különbséggel, hogy itt a keverés fordított. A 28 MHz-es és a helyi oszcillátor felső keverési termékét a 144 MHz-es sávszűrő tisztítja meg.

Egy meghajtó erősítő követi ezt a fokozatot, ahonnan a már meglehetősen nagy szint a QRPP végfokozatot hajtja meg. Ezután egy kb. 10 wattos lineár végfokon keresztül az antennára jut. Van még az adórészhez tartozó „opcionális” fokozat, ez pedig a 28 MHz-es adó erősítő. Ezt csak abban az esetben kell megépíteni, ha a meghajtó rádióknak jelszintje nem tudná kivezérelni az adó DBM-et.

Az egész rendszer tápellátásáról egy DC-vezérlő fokozat gondoskodik. Ennek szerepe a lokálág megfelelő stabil tápfeszültséggel való ellátása, valamint a külső PTT hatására az éppen aktuális adó- vagy vevőág kapcsolása. A külső távvezérlést az alap transceiver szolgáltatja.

A sematikus ismertető után most nézzük az áramkörök részletes működését a kapcsolási rajz alapján. Az alap konverter rajza a 2. ábrán, a 3. ábrán pedig a nyák terve látható. Az alkat-



4. ábra. A konverter beültetési rajza

részek beültetési rajzát a 4. ábrán találjuk meg.

Itt mivel még nem számolunk az antennarelével, két 144 MHz-es koaxot találunk. Egyik a kisszintű adórész kimenete, a másik a vevőrész bemenete. Kezdjük a vevőnél.

Az antennajel egy „skatulyázott” előerősítőbe jut. Mint már említettem, az eredeti 50 MHz-es megoldás ezen a helyen egy eléggé bonyolult sávszűrős erősítőt használ. Böngészve a külföldi irodalmat, (no meg HA2RG tízkilónyi, évtizedes gyűjteményeit –hi) egy igen figyelemre méltó „disszertációt” találtam az UKW-BERICHT 1987/3-as és az 1990/2-es számában. Itt YU1AW szinte tudományos alaposággal írt egy sorozatot az előerősítők lelki világáról.

Ezek még a mai napig is aktuálisak, sőt alapkapsolásnak tekinthetők. Így a választás erre a megoldásra esett. Mivel ez az áramkör nincs rányomtatva az alappanelra, így erre részletesen majd a későbbiek folyamán még visszatérünk.

Az antennajel kb. 18-20 dB-es erősítés után a vevőkeverő DBM-be jut. Mivel az erősítő kimenete is 50 Ω, így biztosítva van a keverő 50 Ω-os bemeneti illesztése. Itt az olcsósága miatt használtunk kis interceptiótű keverőt. Ennek kompressziós pontja +7 dBm. Típusai lehetnek IE 500, IE 800, SBL 1, MS 85, HPF 505, UZ07 stb. Igaz házilag is kivitelezhetők a HP Schottky sorozat valamelyikével, de

ezt főleg egy kevésbé jártas utánépítőnek nem ajánlom. Egyrészt azért, mert ha működik is, gyakorlatilag műszereken ellenőrizni nem tudjuk. Márpedig a készülékünkben az a „nagy” – még ha a gyengébb minőségű gyári keverőket is használjuk – semmilyen utólagos beállítást nem igényel, így a „bukásfaktor” jóval kisebb. Tehát ezekre a kényes helyekre ne sajnáljuk a jóminőségű alkatrészeket. A lokáloszcillátor-szint a megszokott aktív keverők igényéhez képest meglehetősen nagy. Mondhatnánk azt is, hogy *teljesítmény* lokál igényük van. Ez jelen esetben (+7 dBm-es keverőnél) 50 Ω/700 mV, ami 5 mW-nak felel meg.

Mivel a lokál oszcillátorunk 116 MHz-es, a bejövő jel 144-146 MHz között változik, a kimenő kevert jelünk 260-262 MHz (felső keverés) és 28-30 MHz (alsó keverés) lesz. Mivel mi 28 MHz-es rövidhullámú rádiót használunk KF-vevőnek, úgy számunkra az alsó keverés lesz hasznos. Ezt a DBM kimenetén egy sávszűrővel választjuk ki. Sajnos itt nem lehetett kispórolni a kissé bonyolultnak tűnő sávszűrőt, mert 28 MHz-en már meglehetősen jó a tekercsek körjósága és eléggé kicsi a sávzélességük.

Mivel biztosítani kellett a legalább 2 MHz széles sávátviteli görbét, így maradt a bonyolultabb, de jobb megoldású „négy pontos” hangolású sávszűrő. A sávszűrő közbenső fokozatában találunk egy jFET-et.

Ez földelt gate-es és az erősítése kb. 10 dB. Szerepe mindössze annyi, hogy pótolja a sávszűrő veszteségeit és adjon némi plusz előerősítést az esetleg „süketebb” alaprádió számára. FET-nek én BF256-ot javaslok, mert az általánosan használt eszközökhöz képest számottevően kisebb az önzaja.

A sávszűrő beállítása voblerszkóppal egyszerű. Mindössze arra vigyázzunk, hogy 3 dB-nél nagyobb átviteli hullámosság ne legyen. De, aki csak egyes sávreszekben kívánja használni a konvertert, úgy a beállítás még egyszerűbb, mert szinte „fülle” is elvégezhető. Indításnál nálam is így történt, és jó egy meghertzet mehettem el az alaprádióval úgy, hogy nem volt jelentős a sávzaj csökkenése. (A beállítást természetesen tápfeszültséggel végezzük.)

Az előzőekben említett „sávszűrő” kifejezés jelen esetben egy kis kiegészítést kíván. Ez tulajdonképpen egy ún. diplexer.

Mint már említettük, a DBM-ek igen kényesek a helyes lezárásra. Ezt az esetek többségében is (gyári készülékek!) valamilyen egyszerű úton próbálják kikényszeríteni, különféle kapacitív, ellenállásos osztókkal. Igaz, hogy amatőr utánépíthetőség szempontjából bonyolultabb a mi általunk használt megoldás, de tudtommal ez jelenleg a legcélravezetőbb. Köztudott, hogy a DBM-et a helyes működés érdekében ohmikusan kell lezárni széles sávban.

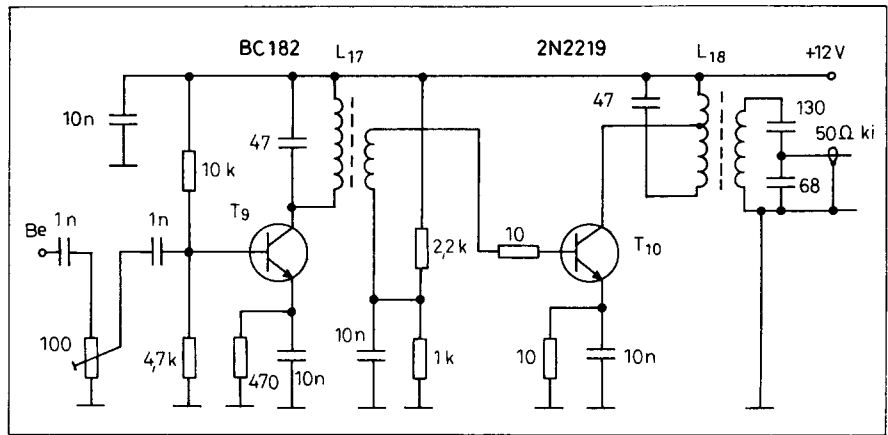


Tulajdonképpen ezt a diplexer végzi el a kimeneti KF-frekvencián. A már behangolt sávszűrő által szolgáltatott jel kétféle módon juthat ki a transceiverbe. A nyák-ba be lett tervezve egy relé. Ezt csak abban az esetben működtetjük (építjük be), ha az egyszerűbb távtáplált változatot alkalmazzuk. Ez az egykábeles adás-vétel meghajtás 28 MHz-en. Veszteségi szempontok miatt nem a legjobb megoldás, mivel így egyidőben az alapgép adás-vétel antennareléjét is használjuk. Ha mód van rá, akkor hozzuk ki a rádiókból külön-külön a meghajtó kiszintet és a vevő antenna bemenetét. Igaz, így két kábel megy fel a konverterhez, de higgyük el, megéri.

A következő fokozat a lokál oszcillátor. Szakítva a hagyományokkal, nem többszörözés útján kapjuk meg a 116 MHz-es lokál jelet, hanem felhang kvarcot használunk.

Ha utána számolunk egy klasszikus 116 MHz-es végtermék árának, úgy könnyűszerrel beláthatjuk az előnyét. Nem kell több sokszorozó áramkört kiépíteni és a jeltisztség nagyságrendekkel jobb lesz. Ezen kívül az aktív elemek által termelt önzaj is jóval kisebb lesz. Egy GAMMA 116 MHz-es felhangkvarc ára nem sokkal több, mint egy 38,6666 vagy uram bocsá' alacsonyabb alapfrekvenciájú kvarcé. Az oszcillátorban feltétlenül BF256-ot használjunk. A kapcsolás „első rúgásra” indul. Mindössze az L<sub>11</sub>-et kell úgy beállítani, hogy indikált jelmaximumnál ki-bekapcsolt tápfeszültségnél stabilan induljon. Vigyázzunk, mert a tekereshangolásra – kvarc gyártmánytól függően – pár kilohertzet elmehet a frekvencia! Ezt a már üzemi jelet egy tranzisztorral erősítjük fel meglehetősen nagy szintre. Ez a „teljesítmény” erősítés azért szükséges, mert két DBM-et hajtunk egyszerre.

A kollektorkörben lévő kéttagú sávszűrővel nem sok dolgunk van, mindössze annyi, hogy mindegyik kört



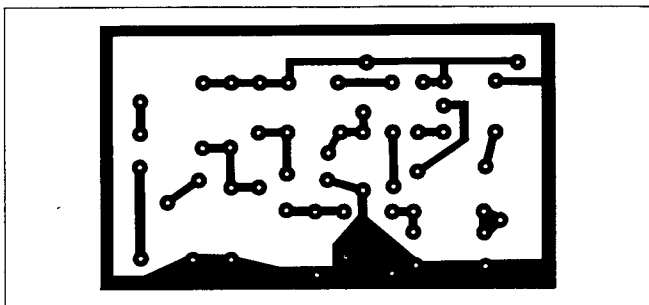
5. ábra. A 28 MHz-es szinterösztő kapcsolási rajza

116 MHz-re kell hangolni. Ez először hidegen lehet akár egy GDO is, majd RF mérőfejes csővoltmérővel maximumra húzzuk tápfeszültség mellett. A sávszűrő kimenetén egy passzív ellenállásos osztót találunk. Ez biztosítja a két DBM számára a megfelelő lokáloldali lezárásokat, valamint az egyenlő nagyfrekvenciás feszültségelosztást (700 mV).

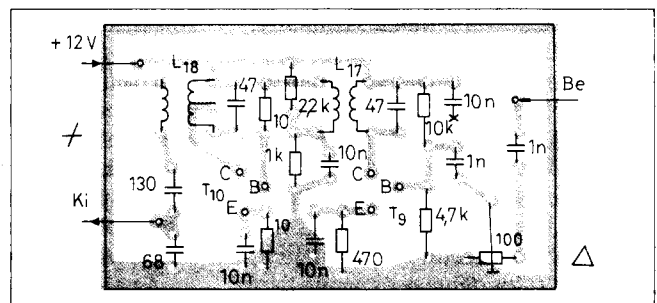
Adás oldalon a 28 MHz-es meghajtójel már a vevőrésznél tárgyalt relén vagy külön adás-vétel kábelén jut be az adó fokozatba. Köztudott, hogy a rövidhullámú rádiók kiszintű kimenetén mérhető rf. jel rádiótípusonként változó. Míg némelyik csatlakozóján világít a zseblámpaizzó, addig találkoztam olyannal is, amelyik alig volt több 100 mV-nál 50 Ω-on (IC735). Ezért egy, a már említett „opció” beépítése vált szükségessé. Ez egy 28 MHz-es szinterösztő, ami szükség esetén biztosítja a megfelelő meghajtást. Ez az alaplapra nincs ráépítve, mert mint említettem, csak szükség esetén építendő meg, akkor is ezt berakhatjuk a transceiverünkbe és a szükséges tápfeszültséget onnan kaphatja. A 28 MHz-es szinterösztő kapcsolási rajzát az 5. ábrán, nyáktervét a 6. ábrán, míg a beültetési rajzát a 7. ábrán láthatjuk.

A megoldás semmi újat nem tartalmaz. Tulajdonképpen egy hangolt, kétfokozatú erősítő. Mindössze annyi előnye van, hogy a bemeneti potméterrel a kimeneti szint szabályozható a mindenkori igényekhez igazodva. A trimmerpotméter itt is jó minőségű legyen, mivel rádiófrekvenciát szabályozunk. Ezt a megoldást használják egyébként a MicroWave konverterekben is. Helyes beállítás után a kimeneten 50 ... 100 mW-ot mérhetünk 50 Ω-on, kis hullámosság mellett.

A tekerceket megépíthetjük toroid vasra is a szórt mágneses terek megelőzése érdekében; ekkor a könnyebb beállíthatóság miatt javasolom a fix rezgőköri kondenzátorok helyett a trimmer kondenzátorokat. Én hagyományos vasmagos tekerceket használtam és gerjedést nem tapasztaltam. Az adórész keverője szintén DBM-mel készült. A bemeneten egy ellenállásos osztót találunk, ami a meghajtó alaprádió 50 Ω-os lezárását, valamint a keverőnk illesztését biztosítja. Különböző meghajtószinteket feltételezve az osztó átviteli csillapítása szabályozható. A lényeg, hogy a 250 Ω-os trimmerpotméterrel olyan szintet állítsunk be RF fejes csővoltmérővel, ahol még nem tapasztalunk túlvezérlést a keverő ki-



6. ábra. A 28 MHz-es szinterösztő nyák-terve



7. ábra. A 28 MHz-es szinterösztő beültetési rajza



menetén. Ez kb. 0,6-0,7 volt. A potméter feltétlen jóminőségű, szénleszedős kerámia (Ruvido, Preh stb.) legyen. Szintén a vevőrészlet megegyező ellenállásos osztótágon keresztül kap 116 MHz-et a DBM. A két jel keverési termékéből most a felsőt, azaz a 144 MHz-et választjuk ki egy sávszűrővel.

A sávszűrőt sajnos itt sem lehetett kipróbálni, mivel 2 MHz a kívánt átviteli sávzélesség. Ezt pedig minimum háromtagú sávszűrővel lehet megoldani a még elfogadható hullámosság mellett. Tehát itt a különféle mesterkedések (pl. csillapított rezgőkör) nem jöhetnek számításba a veszteségek miatt. Beállítását szintén voblerszókkal javaslom. De ha megelégszünk kisebb sávszéllel, akkor azt csővoltmérővel és egy szignálgenerátorral is beállíthatjuk.

A már megkapott kis szintű üzemi jelet egy dualgate-es FET-tel emeljük fel akkora szintre, hogy a QRPP „végfokozatot” ki tudjuk vezérelni. Itt jegyzem meg, hogy ha a FET G2-es elektródáját egyenáramúlag szabályozhatóra képezzük ki, akkor igény szerint a kimenő teljesítményt kényelmesen tudjuk szabályozni. Az alap panelen lévő végfokozat egy BFR96-tal készült. Ez a BFR90, -91-es tranzisztortól annyiban különbözik, hogy nagyobb a teljesítménye.

A szakirodalom még 1296 MHz-en is kb. 0,2 W kimenő teljesítményt garantál, míg 144 MHz-en 0,5 W-ot. A nálam megépített változatból 400 mW jött ki. A tranzisztor kimenetén egy hagyományos Collins-kör található, ami biztosítja a kollektor és a kimeneti 50 Ω illesztését. Mivel a kimenőkörben lévő kapacitások fix értékek, így a behangolás talán egy kissé nehézkesnek tűnhet. Javasolom, hogy aki rendelkezik kisméretű légrtrimerekkel, az azokat használja (kb. 20 pF végkapacitásúak).

Az ezután következő „nagy” végfokozatról konkrét leírást nem adok, mivel az elmúlt időben rengeteg változat vált ismertté. Elvárás mindössze annyi, hogy 0,4-0,5 wattal ki lehessen vezérelni és természetesen lineár üzemi legyen. Egy kézenfekvő tipp az, hogy had adjak. Sok kimustrált FM10/164 van már amatőr körökben. Ezek végfokozata tökéletesen megfelel céljainknak, miután a „linearizálást” elvégeztük rajta. Átalakítás nélkül ne használjuk, mert ezek „C” osztályúak és nagy a harmonikus tartalmuk, ezenkívül SSB-n nagyon torzítanak. Megemlítem, ná-

lam is ilyen átalakított végfokozat üzemel és 14-15 watt PEP a kimenő teljesítménye. Ez a kimenő teljesítmény pedig gyakorlatilag bőségesen elegendő egy Power FET-es (DV28120) végfok kihajtásához. Már pedig, ha ezt a FET-et használjuk, akkor 110-120 watt kimenőre is számíthatunk, ami főleg ha egybe van építve a konverterrel és közvetlen az antennafejben helyezük el, már komoly eredményre számíthatunk egy jó antennarendszerrel. Így a már megépített komplett rendszer mechanikusan beépíthető egy 270×270 mm-es hermetikusan zárt alumínium tokozott dobozba.

\*

A készülékünk áramellátásáról egy tranzistoros kapcsoló fokozat gondoskodik. A bejövő fix 12 volt az U<sub>cc</sub> ponton csatlakozik az Ft<sub>3</sub>-as fojtóra. Ezt a tápfeszültséget kapja a 78L08 IC. A kimenetéről a stabil 8 voltot kapja az állandóan működő lokál oszcillátor. Alapesetben (vétel) a T<sub>2</sub>-es tranzisztor nyitva van, és a vevőáramköröket aktivizálja. Ha a PTT-t földre zárjuk (adás) a T<sub>3</sub>-as nyit ki, a T<sub>2</sub> lezár és elveszi a tápfeszültséget a vevőágtól, míg az adó áramkörök megkapják a 12 voltot.

A T<sub>3</sub> egy nagyobb áramú tranzisztor, mivel az Ft<sub>4</sub>-es fojtón keresztül lehetőség van egy már az előzőekben említett végfokozat üzemeltetésére, kb. 10-15 wattig (hűtéssel 2-3 A). Ugyanezt az áramkört figyelni a D<sub>2</sub>-es Z-dióda is.

Amennyiben 6 V fölé emelkedik a feszültség, akkor a T<sub>4</sub>-es kapcsolótranzisztor kinyit és átváltja az esetleges bemeneti váltó relét, ill. a vele párhuzamosan kötött antennaváltó jelfogót.

\*

Mint már az elején említettem, az eredeti előerősítő-megoldás sávszűrős. Ezt az UKW-BERICHTÉ 1987/3-as számában található két megoldás valamelyikével kiválthatjuk. Az első egy hagyományos MOSFET-es, a másik egy jobb minőségű GaAs-FET-es konstrukció. Mindkettőt YU1AW közölte le az említett lapban. Nincs bennük bonyolult sávszűrő, könnyen, gerjedésmentesen beüzemelhetők. Mindössze annyi a hátránya, hogy némi mechanikai munkát kíván a kivitelezése, mivel légszerelt mindkét változat. Hogy melyik változatot építjük meg, azt első sorban a pénztárcánk dönti el - hi.

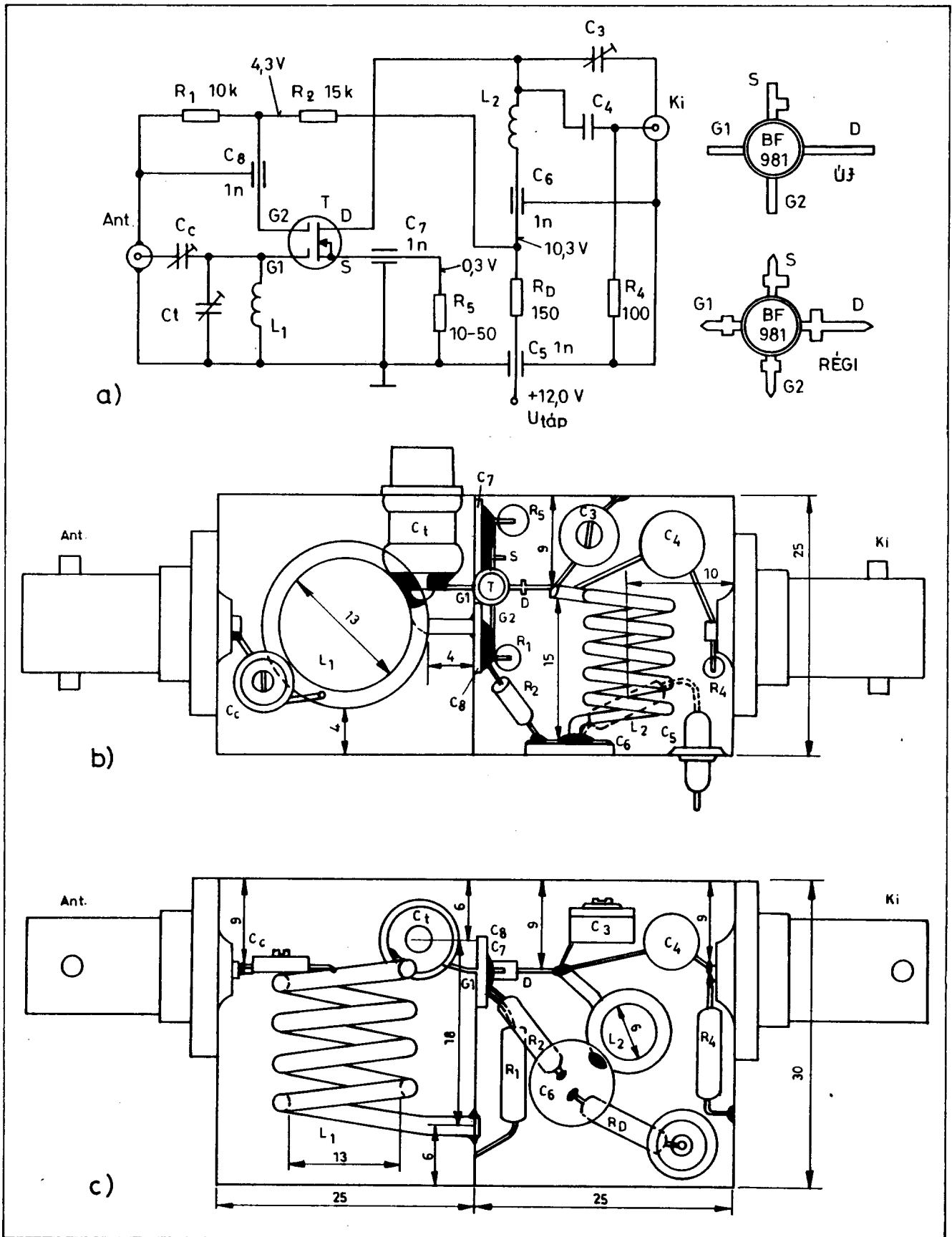
Az első, az olcsóbb változat kivitelezési tervét a 8. ábrán találjuk meg. Az ábra „a” részében levő kapcsolási raj-

zon egy hangolt be-kimenetű erősítőt láthatunk. Az antennajel a „C<sub>c</sub>” trimmer kondenzátoron keresztül jut a bemeneti rezgőkörre. Ennek a kondenzátornak a szerepe a megfelelő bemeneti zajillesztés biztosítása. A bemeneti L<sub>1</sub> rezgőkörrel a G1-es elektródára jutva a drain L<sub>2</sub> rezgőkörén már kb. 18 dB erősített jelle számíthatunk. A rezgőkörrel a C<sub>4</sub>-es kondenzátorral csatlakozunk ki, amit egy 100 Ω-os ellenállás lezár. Az R<sub>1</sub>+R<sub>2</sub> ellenállásosztó feladata a G2-es elektróda nyitása. Itt aktív eszköznak a kis önzajú BF981-et alkalmazta a konstruktor. Ennél a típusnál ajánlott 10 mA draináramot a source R<sub>5</sub>-ös ellenállásával állíthatjuk be. Az alap konverter kihagyott nyomtatás nélküli része úgy lett kiképezve, hogy a 8. ábra „B” részlet területe pontosan ráfér. Ez tartalmazza egyébként az alkatrész-elhelyezést is felülnézetből, míg a „C” részlet az oldalnézetet. Az alkatrészlistát, illetve az egyenáramú beállítási adatokat a táblázatban találjuk meg.

Az említett második változat egy GaAs FET-es megoldás. Különbség az előző megoldáshoz képest annyi, – mivel az alkalmazott galliumarzenid feleknek nincs G2-es elektródája – az említett elektróda egyenáramú kiépítése elmarad. Ezen kívül a drainkör szélessávú. Ez jobb zajillesztést eredményez a hangolt változathoz képest, valamint a gerjedésvesztés is kisebb. Az ilyen FET-ek tápfeszültsége 5-6 volt. Felépítése egyébként hasonlít a dualgate-es változathoz. Tudom, ezek a félvezetők eléggé nehezen szerezhetőek be, valamint a nyugati katalógusokban látható árakat nem éppen magyar pénztárcához méretezték. Így egy beszerzési tippet adok.

Már nálunk is igen nagy számban használják a televíziós műholdas rendszereket. Így egy kis ismerettséggel már könnyen hozzájuthatunk meghibásodott kültéri fejelegységhez. Az ezekben alkalmazott előerősítő egy igen kiszajú GaAs FET. Ha sikerrel „kibányászunk”, úgy egy nagyon jó minőségű eszközhöz jutunk, mivel ezek eredetileg 10 GHz feletti tartományban működnek 0,5-0,8 dB-es zajtényező mellett. Így 144 MHz-en nagyon jó eredményre számíthatunk.

Típusa általában valamelyik CFY változat. Sajnos egy probléma azért van, mégpedig az, hogy ezek SMD kivitellűek, így az általunk javasolt megoldásban körülményesebb az alkalmazása, de kis kezűességgel



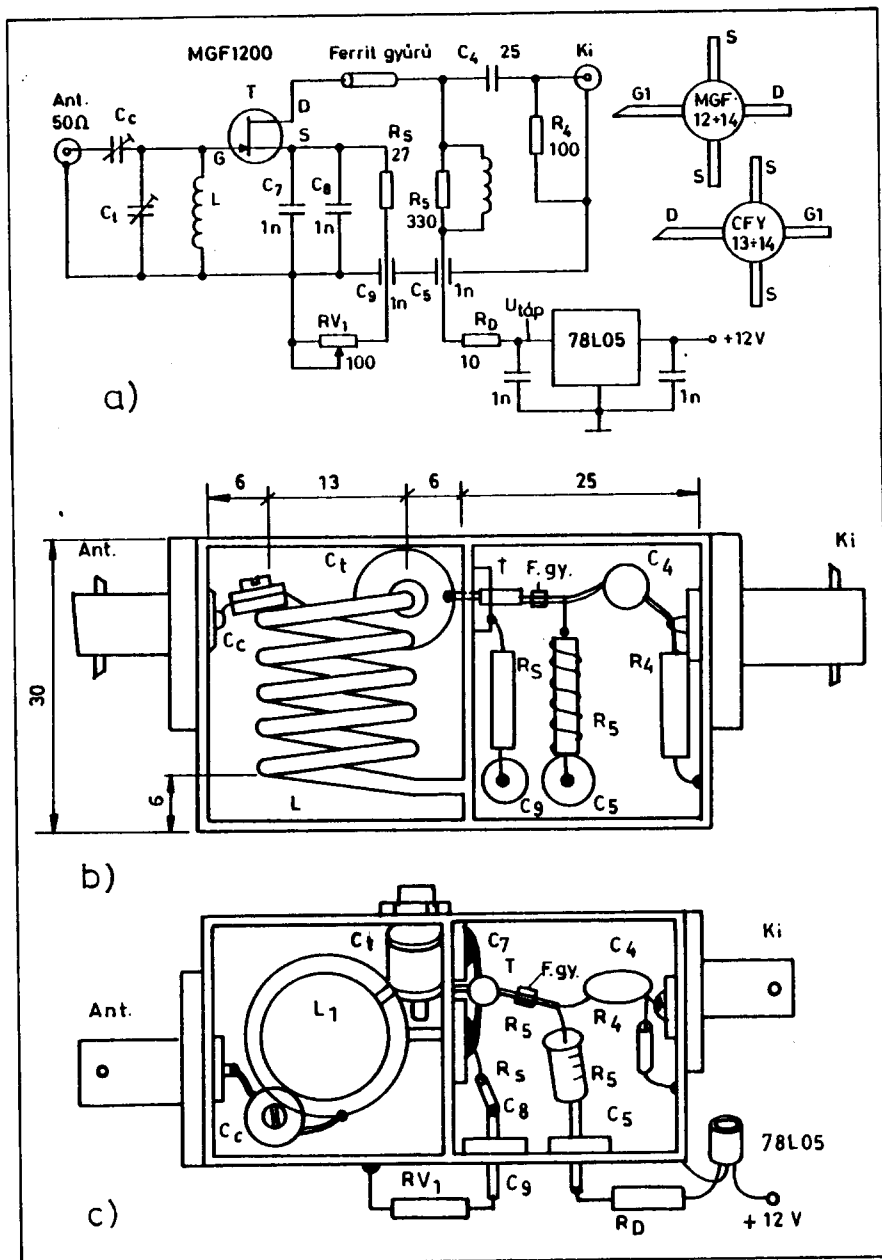
8. ábra. A MOSFET-es előerősítő és kiviteli terve

megoldható. A GasFet-es előerősítő változat kiviteli terve a 9. ábrán látható.

Mechanikusan ez is illeszkedik az alap nyák-on kihagyott nyomtatás nélküli részéhez. Az „A” részlet a kapcsolási rajzot tartalmazza. Az antennabemenet itt is a „C<sub>c</sub>” csatoló kondenzátoron keresztül jut be a gate rezgőkörre. A drain-on már a kb. 18-20 dB-nyi jelet a C<sub>4</sub>-es csatoló kondenzátorról vesszük le. Ez a kimenet itt is egy 100 Ω-os ellenállással van lezárva. Mivel a jobb zajillesztés miatt itt nem alkalmazunk rezgőkört, így a kimenet szélessávúnak tekinthető. Az „RFC” fojtótekerics egy 330 Ω-os ellenállásra lett elkészítve, ezzel biztosítva a rontott Q-jú, szélessávú működést. A GaAs FET-ek – mint már említettük – 5-6 volt tápfeszültséget igényelnek, amit jelen esetben egy 5 voltos stabilizátor IC biztosít. A source elektródát 2 darab 1 nF-os „lencse” kerámiakondenzátor hűdíti. (Mivel a két szemközti láb source elektróda.) Az egyenáramú beállítókat, illetve a különböző FET-eknek megfelelő adatokat a már említett táblázatban találjuk meg.

Az RV<sub>1</sub>-es trimmerellenállással tudjuk az általánosan javasolt 10 mA drain (I<sub>d</sub>) áramot beállítani. Az említett „I<sub>d</sub>” áram egy kis magyarázatot kíván. YU1AW végigmért az itt tárgyalt szélessávú kimenetű kapcsolásban több FET-et. A félvezetőeszköz önzaja nagy mértékben függ a draináramtól. Ez a zaj kb. 10 mA-nál a legkisebb, a lehető legnagyobb erősítés mellett, s a 10. ábra szerint alakul.

Ezek az adatok – mint már említettem – pl. egy MGF1200-ra igazak. De egy CF300-zal is 1 dB alá tudunk menni, ami még igen jó értéknek mondható a hétköznapibb készülékekénél. (Sokan meteoroznak CF300-zal igen jó eredménnyel). De sok esetben nincs is értelme a méregrágra eszközöknek, mi-



9. ábra. A GaAs FET-es előerősítő és kiviteli terve

vel földi összeköttetésekénél az elérhető optimális érzékenységet úgy is a kör-

nyezeti zaj határozza meg. Így egy zajos helyen hiába hajkurásszuk a fizika-

Táblázat. Alkatrész- és egyenáramú beállítási adatok különféle FET típusok esetében (a 8. ábrához és a 9. ábrához)

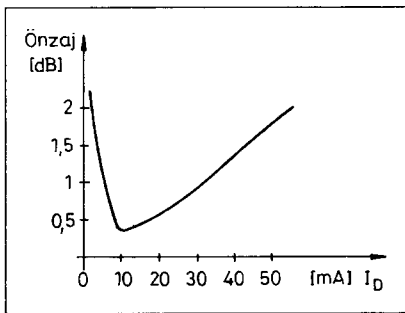
FET típusa	L <sub>1</sub>		C <sub>c</sub> [pF]	C <sub>1</sub> [pF]	U <sub>áp</sub> [V]	U <sub>DS</sub> [V]	U <sub>GZS</sub> [V]	I <sub>b</sub> [mA]	R <sub>s</sub> [Ω]	R <sub>1</sub> [Ω]	R <sub>2</sub> [Ω]	R <sub>D</sub> [Ω]	L <sub>1</sub> menet	Megjegyzés
	menet	huzal												
BF981	4	∅ 1,5 CuAg	4,7	2	12	10	4	10	10-50	10 k	15 k	150	5 + C <sub>3</sub> = 15 pF	MOS FET
MGF1200 MGF1400	5	∅ 1,5 CuAg	2,7	3	5	3	-	10	~100	-	-	100	12 R <sub>s</sub> -ön ∅ 0,2 CuZ	GaAs FET
CFY13 CFY14	5	∅ 1,5 CuAg	2,7	3	5	4	-	10	~100	-	-	10	12 R <sub>s</sub> -ön ∅ 0,2 CuZ	GaAs FET
CF300	5	∅ 1,5 CuAg	1,6	2	6	5	2	10	~100	10 k	15 k	10	12 R <sub>s</sub> -ön ∅ 0,2 CuZ	GaAs FET

ilag elérhető minimális önzajt, ha azt a gyakorlatban nem tudjuk kihasználni. Amennyiben GaAs FET-nek a jobban hozzáférhetőbb CF300-at használjuk, úgy a MOS FET-es változat mechanikai elrendezését javaslom, mivel ez a félvezető dualgate-es. Ezenkívül szélessávú drain körrel építsük meg!

Egyébként akit részletesebben érdekel az előzőekben tárgyalt téma, úgy ajánlom HA8ET Gyula cikkét az 1990-es RT évkönyvből (GaAs FET-es előerősítők 144 MHz-re). Itt az esetlegesen felmerülő kérdésekre bővséges információt találunk. Ezen kívül egy hasonló témakörű cikksorozat jelent meg HA5KS Csaba tollából az 1993-as CQ-HA-ban, amit mindenkinek tudok ajánlani. Címe: Korszerű rádióvevő készülékek. Az általánosan alkalmazott 7 dBm-es keverőkről az említett folyóirat 1993/5. számában találunk adatokat. Én mindkét változatú erősítőt elkészítettem, és a tapasztalatok – részemről – nagyon meggyőzőek voltak. A konverter már 1994 februárjában elkészült, de igazából kipróbálva csak a '94-es májusi VHF-en lett. Az alap rövidhullámú rádió egy SWAN Qubic Astro 102 BXA volt. A gyár erre +15 dBm-et mond – előerősítővel – és az önzaja meglepően kicsi.

\*

A HA3KHB QTH-ján megszokott a kemény állomások téreje. Sok esetben az általunk használt TS770 nem igen bírta ezt a nyüzgőpróbát. Az említett SWAN+konverteres összeállításban a megszokottakhoz képest a különbség lenyűgöző volt. A 20-30 dB térejeű állomások alatt hallottuk a gyenge állomásokat, és a vehető gyenge jeleknek szinte csak a földi zaj szabott határt. Az összeállítás a verseny 22. órájában került fel az állomásra. HA1ZN vette „kezelésbe” és minden áron működési hibát keresett. A szubjektív tesztek után bevalotta, hogy a konverter győzött – hi. Ezek után HA1XU rámutatott a TS770-re és



10. ábra. A GaAs FET-ek draináram-önzaj összefüggése (YU1AW mérése)

csendesen megkérdezte: „Ezzel rádióztunk mi eddig?” – hi. Még a '94-es tavasz végén történtek próbálkozások egy 12 elemes Yagival. Jól észrevehető napzajt lehetett mérni még ezzel a kis antennával is. Így befejezőképpen bátran merem ajánlani minden amatőrtársunknak, aki esetleg az FM és a packet üzemmódon túl szeretne lépni. Ez egy aránylag egyszerű, elfogadhatóan olcsó készülék, ami minden bizonnyal az NLC10.10 után minőségi ugrást jelenthet.

A nyomtatott áramkörökből a cikk megjelenéséig megpróbálok készíttetni gyári kivitel, ezzel is segítve az utánépítőket. A fonyódi HG3RVB átjátszón, illetve a környékbeli rádióamatőrök útján általában elérhető vagyok.

Végezetül megköszönöm a MÁV Fonyódi Központi Forgalmirányító Központ (KÖFI) és HA3GO Lali, HG3FPN Ádám hardveres segítségét, valamint HA2RG Pali szakmai tanácsait.

Ezek után minden utánépítőnek sok sikert, és használatához sok örömteljes QSO-t kívánok.

#### Tekercs adatok:

Előerősítő:  
A táblázat tartalmazza

#### 28 MHz-es diplexer:

L<sub>5</sub> ... L<sub>8</sub>: 9 menet 4,5 mm-es tekercstesten Ø 0,5 mm-es zománcozott huzalból, kék hangolómaggal

#### 28 MHz-es meghajtószinterősítő:

L<sub>1</sub> ... L<sub>2</sub>: 9 menet 0,5 mm-es zománchuzalból, Ø 4,5 mm-es csévetesten, N20-as vasmaggal, vagy toroid, 4 mm-es „kék” vasmagon 4 menet (kiegészítő kapacitás 20 pF trimmer)

#### Csatoló tekercsek:

2 menet 0,8 mm-es kötöző huzalból

#### Lokál oszcillátor:

L<sub>9</sub> ... L<sub>11</sub>: 6 menet 0,5 mm-es térközzel tekerve, Ø 0,8 mm-es CuAg, 4 mm-es csévetesten alu. hangolómaggal (pl. Strassfurt TV csatornaváltóból)

#### 144 MHz-es sávszűrő:

L<sub>12</sub> ... L<sub>14</sub>: 5 menet 0,5 mm-es térközzel tekerve, Ø 0,8 mm-es CuAg, 4 mm-es csévetesten, sárga hangolómaggal

#### T<sub>7</sub> drainkör (L<sub>15</sub>) és T<sub>8</sub> kollektorkör (L<sub>16</sub>):

4 menet Ø 0,8 mm-es CuAg, 4 mm-es csévetesten, 0,5 mm-es térközzel, sárga hangolómaggal

#### „Ft” fojtótekercsek:

SF2 vagy kisméretű (3-4 mm-es) toroid gyűrűn 5-6 menet Ø 0,5 mm-es zománcozott huzal (a vas minősége feltétlen „rossz” legyen, zöld vagy szürke)

#### Irodalomjegyzék

Radio Rivista 1990/6. Linear Transverter 28/50 MHz. (OE9PMJ forrás-munka)

UKW-BERICHT 1987/3. Rauscharmer 144 MHz Vorverstärker mit Helix-Kreisen. (Dragoslav Dobricic YU1AW)

Rádiótechnika Évkönyve 1990. GaAs-FET-es előerősítők 144 MHz-re (Nagy Gyula HA8ET)



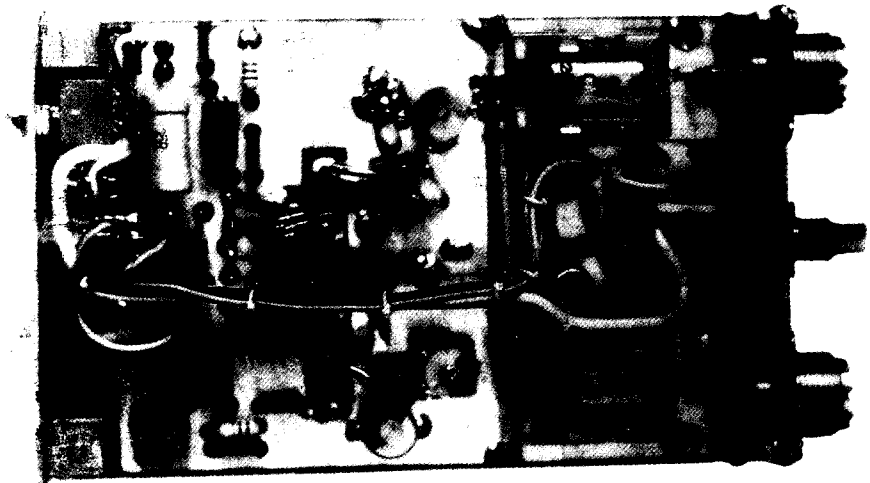
Computertartozék és Elektronikai Alkatrészértékesítő Kft.

H-1137 Budapest XIII., Jászai Mari tér 5. Telefon: 131-7588 Fax: 131-6584

**A LEGGYORSABB ÚT AZ ELEKTRONIKÁHOZ!**

# 30 W-os lineáris végfokozat 144 MHz-re

Mednyánszky László  
okl. híradástechnikai üzemmérnök,  
HA7VC



A Rádiótechnika szerkesztőségében a közelmúltban kezdték meg – egyéb hasznos alkatrészek mellett – a 2T931 típusú, közepes teljesítményű, szovjet gyártmányú tranzisztor árusítását. Több amatőrtársamhoz hasonlóan én is hozzájutottam néhány példányhoz. Nekiláttam az eddig ismeretlen típus vizsgálatának. Jelen cikk keretein belül szeretném közreadni a tervezés és a kísérletezés eredményeit. Két végeredmény született. Az egyik egy 12 V-os tápfeszültségről működő kisebb teljesítményű lineáris végerősítő, amely főleg a mobil üzem kedvelőinek érdeklődését keltheti fel. A másik egy 28 V-tal üzemelő 80 W-os végfok.

Az első végeredmény a cím melletti fényképen látható, a másodikat a későbbiek során szintén ismertetni fogom.

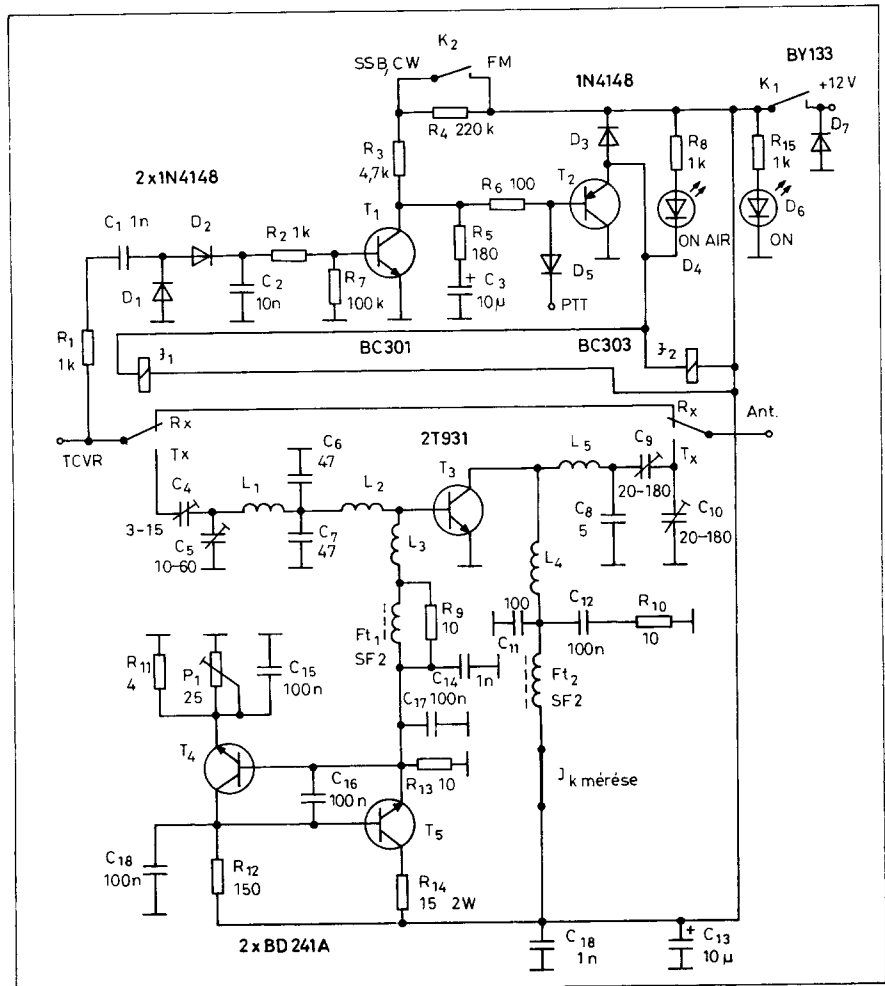
Katalógusadatok [2] alapján a tranzisztor 28 V-os tápfeszültség mellett működik a legjobban – 50% körüli – hatásfokkal. 12 V-nál AB osztályú beállításban ez az érték mintegy 30-35%-os. Teljesítményerősítésre 4-szeres értéket adtak meg, de a gyakorlatban az 5-szöröst is eléri. Sajnos az adatok között nem szerepelnek a be- és kimenő impedanciák értékei, valamint az áramerősítési tényező sem. Több példányt lemérve a  $\beta$  igen nagy szórást – 7 ... 19 között – mutat.

Az elkészült végerősítő már 0,5 W-tal is kivezélhető. Ekkor a kimenőteljesítmény 2 W körül lesz. A maximális meghajtó teljesítmény 6 W-nál ( $P_{ki}$  30 W) ne legyen nagyobb, mert a tranzisztor kimenő impedanciája olyan nagy mértékben megváltozik, hogy a megadott értékekkel nem illeszthető az 50  $\Omega$ -os antennához. A disszipáció is jelentősen megnövekszik, az alkalmazottnál nagyobb hűtőborda szükséges.

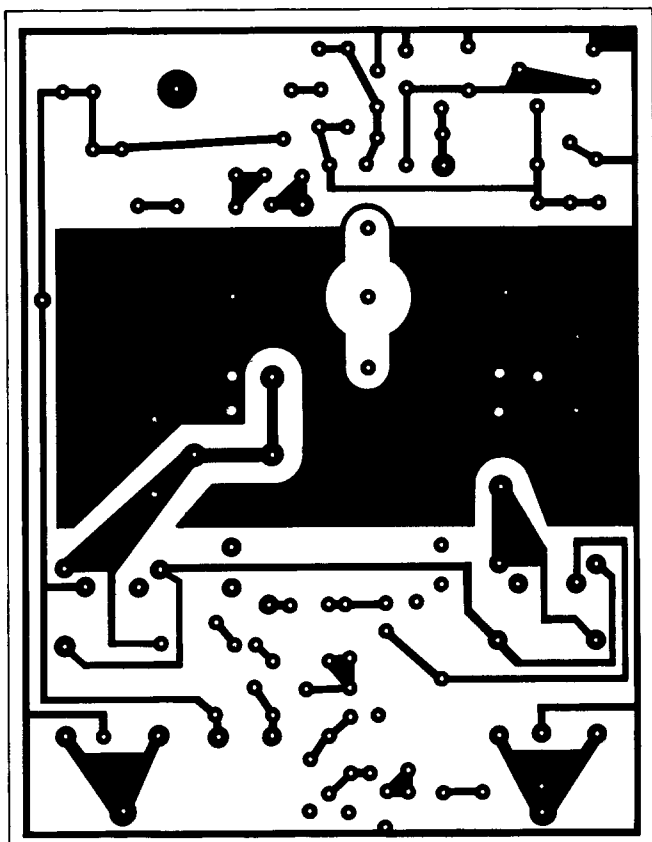
A megnövekedett áramok miatt az AB osztályú beállításhoz szükséges előfeszítést biztosító,  $T_4$ -gyel és  $T_5$ -tel felépített áramkör sem tudná ellátni a feladatát.

A készülék asztali üzemre készült, nagyfrekvenciás adásvétel-kapcsoló

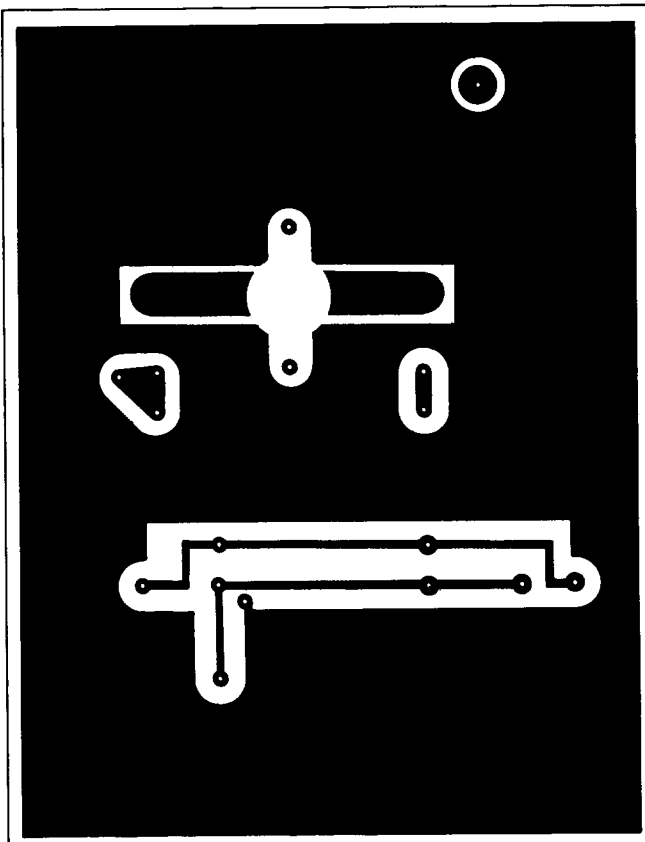
jelfogóval rendelkezik. A jelfogót a  $T_1$ -gyel és a  $T_2$ -vel készült egyenfeszültség-erősítő vezérli. A megoldás előnye, hogy nem kell külön adó-vevő antennát használni, így kényelmes mobil üzemet valósíthatunk meg. Kétségtelen hátránya, hogy a jelfogó beleszól



1. ábra



2. ábra



3. ábra

az impedanciákba, az SWR alakulását is hátrányosan befolyásolja.

### Elvi kapcsolás

A TCVR és az ANT feliratú amphenol csatlakozókon keresztül köthetjük az adó-vevő készülék és az antenna közé a végerősítő fokozatot (1. ábra). Kikapcsolt  $K_1$  mellett, a  $J_1, J_2$  jelfogók – az ábra szerinti – alaphelyzetben vannak. Zárt kontaktusaikon keresztül az antenna az eredeti adó-vevő készülék kimenetére kapcsolódik. A  $D_7$ -es dióda a fordított polaritású tápfeszültségtől védi meg az áramköröket. Ekkor nyitó irányú előfeszítést kap, nagy áram folyik át rajta, ezért a végerősítő tápfeszültség vezetékében levő 7 A-es „repülő” biztosíték kiolvad. A  $K_1$  bekapcsolásakor a végerősítő tápfeszültség alá kerül. Ezt az ON feliratú  $D_6$ -os LED jelzi.

A jelfogók a bekapcsolási transziens miatt egy rövid időre átbillennek, majd vissza. Az átbillenés pillanatában az ON AIR feliratú  $D_4$ -es LED felvillan. A mintakészülékben az előbbi zöld, az utóbbi piros színű. FM adásmód esetén

a transziver vagy adókészülék PTT gombját benyomva folyamatos vivőt sugárzunk ki. Ez a jel az  $R_1, C_1$ -en keresztül a  $D_1, D_2$ -vel működő feszültségkétszerező egyenirányítóra jut. Az egyenfeszültség szűrés után az  $R_1$ -en keresztül a  $T_1$  bázisára kerül. Az  $R_3, R_4, R_7$  ellenállások az egyenfeszültség-erősítő munkapontját állítják be. Az egyenfeszültség hatására a tranzisztor kinyit és a kollektorán – a  $K_2$ -es kapcsoló zárt helyzetében – közel nulla feszültség jelenik meg. Ez kinyitja a  $T_2$ -es PNP tranzisztort és az emitterében levő jelfogók meghúznak, amelyet a  $D_4$ -es LED fénye jelez. A végerősítő bemenete a zárt kontaktusokon keresztül az adóágra, kimenete pedig az antennához kapcsolódik.

A PTT elengedésekor a  $T_1$  lezár, a kollektorán megjelenő pozitív feszültség gyorsan feltölti  $C_3$ -at, ezért szinte abban a pillanatban lezárja  $T_2$ -t is. A jelfogók elengednek. SSB vagy CW adásmódban csak a folyamatos beszéd vagy a billentyű lenyomásának idejében van kisugárzott jel. Jelfogóink a beszéd vagy a billentyűzés ütemében állandóan kapcsolódnak. A  $K_2$ -es

kapcsoló nyitott helyzetében a  $C_3$ -as kondenzátor kb. 0,5 másodperc alatt töltődik fel, így a beszéd- vagy a billentyűzési szünetekben a jelfogók behúzóva maradnak.

Az áramkör nagyfrekvenciás jel nélkül is működtethető, a PTT testre zárásával. Ha az alapkészülékünknek is van PTT kimenete, a két pont összeköthető és mindkét készülék egyetlen gombról – a mikrofon PTT kapcsolójáról – vezérelhető.

A meghajtott nagyfrekvenciás jel a jelfogókontaktusok Tx helyzetében a  $C_4, L_1, L_2$ -n keresztül a  $T_3$  bázisára kerül. A báziskört alkotó induktív és kapacitív elemek impedanciaillesztést biztosítanak a bemeneti  $50 \Omega$  és az alacsony impedanciájú bázis között. Az  $L_3$ -as fojtótekerics, az  $Ft_1$ , az  $R_9$ , a  $C_{14}$  és a  $C_{17}$  komplexum megakadályozza, hogy a nagyfrekvencia a bázisból a tápegységbe jusson.

A kollektorköri  $L_5, C_8, C_9, C_{10}$  elemek az  $50 \Omega$ -os antennához illesztik a tranzisztort. Az  $L_4$ -es fojtó a  $C_{11}, C_{12}, R_{10}$  és az  $Ft_2$  elemek a kollektor és a tápegység közti nagyfrekvenciás hidegítést valósítják meg.

A  $J_2$  zárt Tx kontaktusán keresztül a felerősített nagyfrekvenciás jel az antennára kerül.

A végtranzisztor egyenáramú munkapontját a  $T_4$ -gyel és a  $T_5$ -tel felépített áramkör állítja be. A  $T_4$ -es tranzisztor szoros hőkapcsolatban áll a  $T_3$ -mal. A hőmérséklet növekedése megnöveli a  $T_4$ -en folyó áramot. A csökkenő bázisfeszültség hatására a  $T_5$  árama csökken. Az  $R_{10}$ -en csökkenő feszültség az eredeti értékre állítja vissza  $T_4$  áramát. Így  $T_3$   $P_1$ -gyel beállított bázisfeszültsége – kis ingadozásoktól eltekintve – állandó marad. A 100 nF-os kondenzátorok nagyfrekvenciásan hidegítik az áramkört.

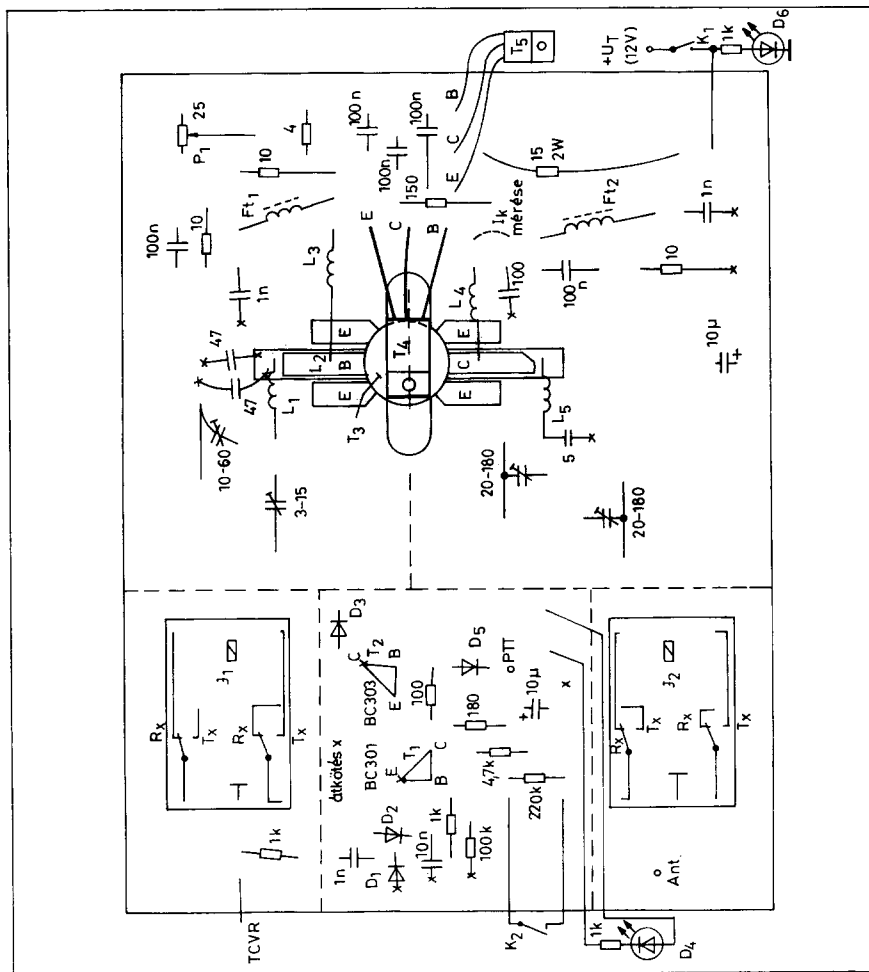
### Az áramkör elkészítése

Egy  $85 \times 110$  mm-es, mindkét oldalán fóliázott, 1,5 mm vastag nyomtatottáramkör-panelra készíthetjük el a kétoldalas áramkört. A nyák-oldali rajzolatot a 2. ábrán, a beültetési oldal rajzolatát a 3. ábrán, a beültetést a 4. ábrán láthatjuk. Készítsük el a panelt, valamelyik jól ismert technológia szerint. Egyedi gyártáshoz az RT-OI tranzszferfóliát javaslom.

Először készítsük el a 2. ábra szerinti rajzolatot, marassuk ki az egyik oldalt úgy, hogy a másik oldal vezetőfelülete megmaradjon. Készítsünk furatokat azokon a helyeken, ahol kétoldalas a rajzolat, rajzoljuk meg és marassuk ki a másik oldalt is. Fúrjuk ki a panelt. Mindkét oldalon készítsük el a megfelelő süllyesztéseket, nehogy a testfólia zárlatot okozzon.

A  $T_3$ -as tranzisztor részére készítsünk a talpának megfelelő méretű kivágást. A 2T931-et a beültetési oldal felől nyomjuk át a panelon úgy, hogy kivezetései a kimaratott rajzolatra feküdjenek. Hagyjuk meg eredeti méretükben és teljes hosszukban forrasszuk a panelhez a lábukat.

Egyik oldalán sík felületű hűtőbordából szabjunk le egy  $130 \times 85$  mm-es darabot. A sík oldalra fektessük rá a panelt úgy, hogy a hűtőborda mindkét végén 10 – 10 mm szabadon maradjon. A tranzisztor talpának furait jelöljük át, és készítsünk két M3-as menetet a bordába. Ide fogjuk felerősíteni a végtranziszort, amely egyben az egész panelt is tartani fogja. A panel és a hűtőborda közötti távolság 2,5 mm lesz, ezért beültetés után a forrasztási pontokat csipkedjük le, hogy ne okozzanak zárlatot. 0,2 mm-es fehérbádog finomlemezből vágjunk le négy darab 2,5



4. ábra

mm széles, 10 mm hosszú csíkot, hajlítsuk meg ezeket derékszögben és távtartóként forrasszuk a panel alsó sarkaira.

A panel felső harmadában kapott helyet a  $T_3$  munkapontját beállító áramkör. A  $T_4$ -es tranzisztor a  $T_3$ -as kerámia-tokjára van fektetve. A jobb hőátadás érdekében a két tranzisztor közé tegyünk hővezető pasztát vagy szilikonzsírt. A vízszintesen fekvő  $T_4$ -es kivezetéseit az ECB furatokba erősített panelszögekhez forraszthatjuk. Ezt a tranzisztort csak a teljes beültetés után forrasszuk a helyére, mert különben nem tudjuk rögzíteni a  $T_3$ -at. A  $T_5$ -ös tranzisztor az előlap mögött a hűtőbordán szabadon hagyott 10 mm-es területen helyezkedik el. Szigetelt felerősítéséhez készítsünk M3-as menetet, tegyünk alá csillámlemez és műanyag alátétet csavarozzuk fel. A jobb hőátadás érdekében itt is alkalmazzunk hővezető pasztát. A tranzisztor kivezetéseit vékony vezetékekkel forrasszuk a helyükre. A kollektoráram méréséhez

kialakított forrcsúcsokat (a beültetési rajzon szaggatott vonallal jelölve) egyelőre ne kössük össze. Itt fogjuk mérni a tranzisztor nyugalmi kollektoráramát.

Az  $L_3$ -as és az  $L_4$ -es fojtókat közvetlenül a 2T931 kivezetéseire forrasszuk, a toktól 3 mm-re. Az olyan alkatrészek kivezetéseit, amelyek testre vannak kötve, mindkét oldalon forrasszuk a fóliához. A jelfogók beültetéséhez szükséges „furatgalvanizálást” házilag is elkészíthetjük, egy vékony vezetőket a jelfogó lába mellé befűzve és beforrasztva. A mintakészülékben két darab 12 V-os Siemens V23012-A0102-A004 típusú kétmorzész, panelba ültethető jelfogót alkalmaztam a megfelelő kontaktusok párhuzamos kapcsolásával.

Beültetés után forrasszunk 0,2 mm-es finomlemezből készült árnyékolásokat a szaggatott vonallal jelzett részekre. A készülék elő- és hátlapja  $85 \times 25 \times 2$  mm-es félkemény alumíniumlemezből készült. A kezelő és jelzőszer-

vek elhelyezésére a fénykép adhat támpontot.

A két amphenol és a PTT csatlakozó a hátlapra került. A tápfeszültségkábelt szintén hátul lett bevezetve csatlakozó nélkül, közvetlen a kapcsolóra illetve a testre forrasztva. A D7-es dióda a kapcsoló és a test között kapott helyet.

### Beállítás

Kezdjük a T<sub>3</sub>-as tranzistor egyenáramú beállításával. Kössünk árammérőt az „I<sub>k</sub> mérése” pontokhoz, csatlakoztassuk a tápfeszültséget és kapcsoljuk be a készüléket. Az ON feliratú LED-nek világítania kell. A T<sub>1</sub>-es 25 Ω-os trimmerrel állítsuk be a nyugalmi kollektoráramot 70 mA-re. Forraszuk össze a mérőpontokat. Az árammérőt tegyük a tápfeszültségágra. Csatlakoztassuk SWR-mérőn keresztül a meghajtó fokozatot és a műantennát. Adjunk 2 ... 3 W körüli meghajtást a vége-

Tekercs adatok	
L <sub>1</sub>	1 menet Ø9 mm, 1 CuAg
L <sub>2</sub>	nyák-ból kialakítva
L <sub>3</sub>	10 menet Ø5 mm, 0,5 CuL
L <sub>4</sub>	2 menet Ø12 mm, 1 CuL
L <sub>5</sub>	1 menet Ø8 mm, 2 CuAg

rősítőre. A nagyfrekvenciás adásvételkapcsolónak működnie kell, az ON AIR LED világít. A meghajtófokozat felőli SWR-mérőt figyelve a C<sub>4</sub>-es és a C<sub>5</sub>-ös trimmerrel állítsunk be minimális értéket. A megadott elemekkel az SWR értéke 1:1,2 alatt tartható a teljes sávban. Hangolás közben ügyeljünk arra, hogy a bemeneti SWR még rövid időre se haladja meg az 1:2 értéket.

Ezután a C<sub>9</sub>-es és a C<sub>10</sub>-es trimmerrel a kimeneti műszeren állítsunk maximális kitérést. Ekkor a bemeneti SWR el fog romlani, újból minimumra

kell állítani. Ezután rákapcsolhatjuk a névleges meghajtást. A hangolási folyamatot addig kell ismételtetni, amíg már jelentős változásokat nem tapasztalunk.

A mintakészülék egy FT-290R típusú adó-vevő 2,5 W-os kimenetéhez csatlakozik. A kimenőteljesítmény ezzel a meghajtással 12 W lett. Az áramfelvétel a 12 V-os tápegységből 3 A volt.

A 2T931-es tranzisztor jól viseli a kimeneti SWR változásait. 6 W-os meghajtást alkalmazva, néhány percig tartó nulla és végtelen impedanciájú kimeneti lezárások mellett sem ment tönkre.

A megépítéshez és a használathoz sok sikert, jó DX-eket kívánok!

### Javasolt irodalom

1. RH és URH teljesítményerősítők tranzisztorokkal. RT 1975-1977 között sorozat
2. Szpravocsnyik, poluprovodnyikovije pribori: tranzisztori. Energoatomizdat 1985 Moszkva

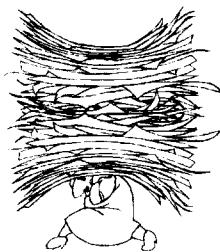
Medi©HIP

## VIDEO és ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ SZAKÜZLET

6000 Kecskemét, Magyar u. 20. Tel/fax.: (76) 327-763

- Video alkatrészek
- Audio alkatrészek
- LED-ek, csatlakozók
- mérőműszerek, távirányítók
- computer IC-k
- aktív, passzív áramköri elemek
- TV alkatrészek
- japán és távolkeleti IC-k
- relék

nagy választékban kaphatók,  
illetve megrendelhetőek  
katalógusok alapján



Nem kell ennyi papírt  
áttanulmányoznia, ha

... ismeretlen alkatrészek  
... paramétereire  
... funkcióira  
... határadataira

kíváncsi, mert itt a

## KATALÓGUS PROGRAM

melyben 25.000 tétel közül választhatja ki az Ön által keresett típusok közül a legmegfelelőbbet. Néhány ismert adat alapján kilistázhatja az adott paramétereknek megfelelő összes alkatrészt.

Nemcsak félvezetők (Dióda, Tranzisztor, Analóg- TTL-CMOS IC-k, stb...), hanem csatlakozók, vegyszerek, TV és video alkatrészek is szerepelnek benne.

Videojavítással foglalkozóknak keresztreferencia modul is rendelkezésre áll.

**Az első 200 vásárló között egy AT 386-os számítógépet sorsolunk ki!**

**Kérje részletes tájékoztatónkat!**

A program üzletünkben működés közben is megtekinthető!



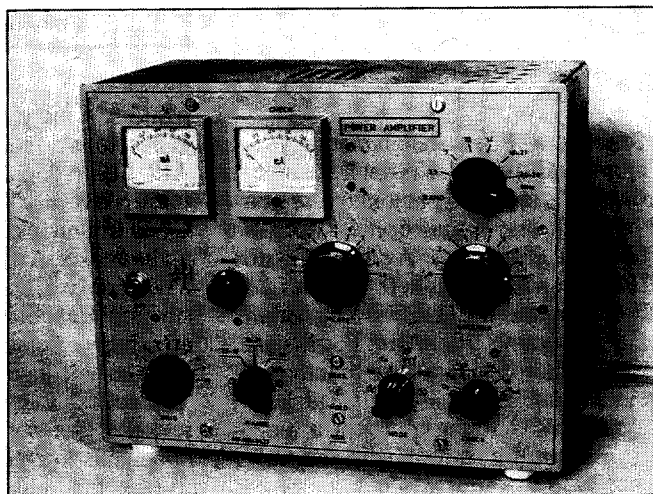
# RF-teljesítményerősítő a rövidhullámú amatőrsávokra

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Számos kisteljesítményű, úgynevezett QRP, vagy QRPP adóvevő van használatban, amelyeknek teljesítményét csak egy lineáris működésű végerősítő fokozattal tudjuk növelni olyan szintre, hogy az a szokványos amatőrforgalomban is jól alkalmazható legyen.

E leírásunkban egy GU-50 típusú csővel működő, olyan erősítő egységet („utánégetőt”, „gyertyát”) mutatunk be, amely 3,5 MHz-től 30 MHz-ig minden rövidhullámú amatőrsávon használható. Kompakt felépítése, 45 ... 50 W-os kimenő teljesítménye, beépített tápegysége és RF-VOX rendszerű automatikus adás-vétel átkapcsoló áramkörre révén elegendő csupán az antennakábelbe beiktatni és a 220 (230) V-os hálózatra kapcsolni. A végerősítő fokozat egy, az öt megelőző E81L típusú, „A” osztályban dolgozó előerősítő cső révén, már kb. 200 mW teljesítménnyel kivézérelhető.

A 300 × 230 × 150 mm méretű fém dobozba épített készüléket az 1. ábra szemlélteti. A hagyományos csöves felépítés következtében a végerősítőnek mind a rácsköre, mind az anódköre szelektíven hangolt és így a sávváltó kapcsolók és a forgókondenzátorok gombjai megtalálhatók az előlapon. Az anódköri Collins-szűrő kimenő oldali kapacitása is állítható, hogy az SWR = 1-től kismértékben eltérő állóhullám-arányok esetén is a maximális energia-kicsatolás beállítható legyen. Az RF- és a tápegység áramkörök kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Az egyik előlapi műszer (mindkettő 1 mA alapérzékenységű) kizárólag a GU-50 anódkörét méri, míg a másik a K<sub>4</sub> kapcsolóval hat különböző pont szintjének ellenőrzésére szolgál. Ezek: a tápfeszültségek (4 kapcsoló állás), a végerősítő rácsárama, valamint a kimenő antennakábel RF feszültség szintje, ami a kimenő teljesítménnyel (P<sub>out</sub>) arányos. A rácsáram mérése azért célszerű, mert ez felvilágosítást ad a fokozat esetleges nemkívánatos túlvezérléséről, ami a vétel helyén torzításban jelentkezhet. Egyébként a fokozat kb. 1 mA rácsáramnál adja le a legnagyobb teljesít-



1. ábra

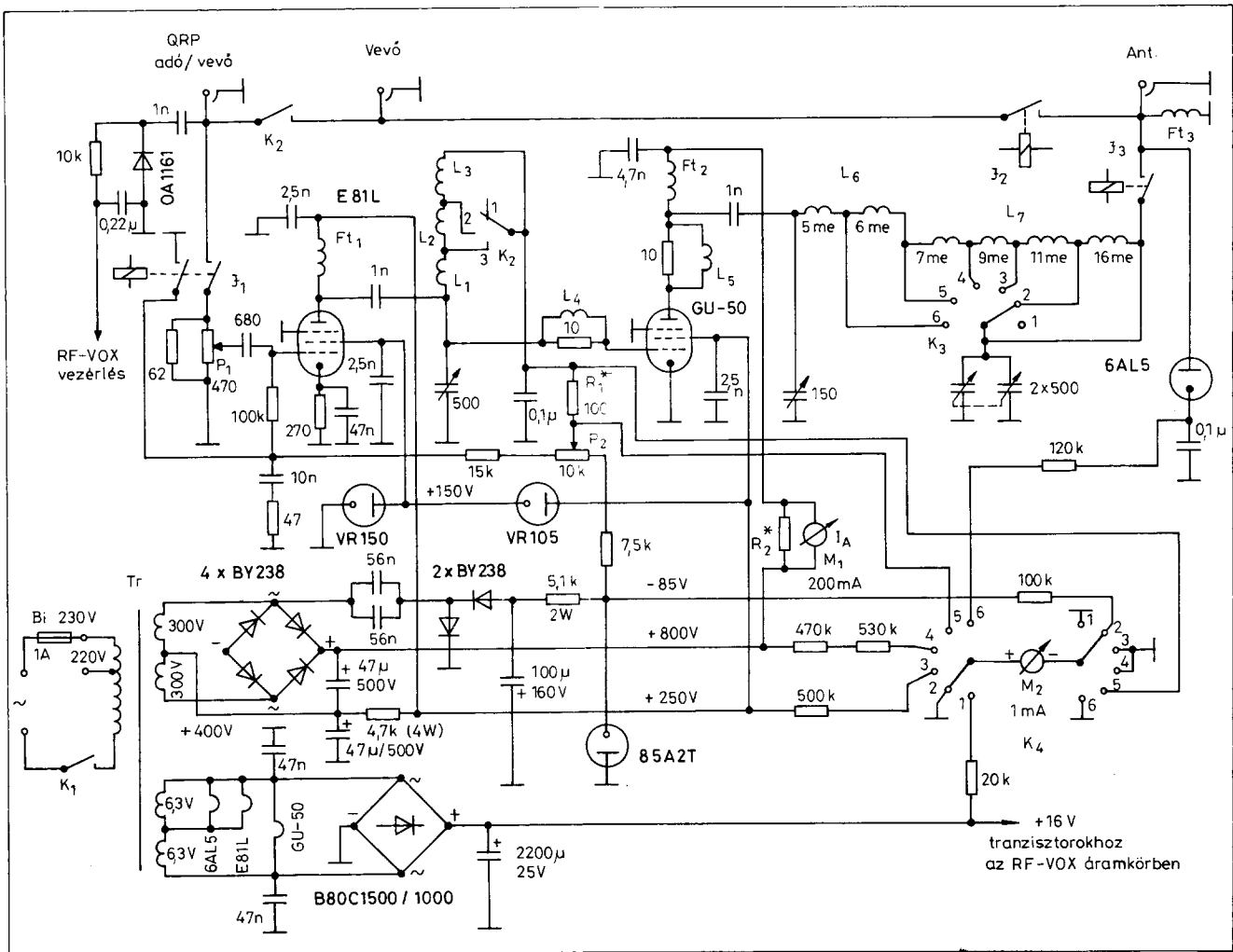
ményt, ami a műszer középállásánál van. Az előlapon a B-osztályú beállításban dolgozó végerősítő cső előfeszültsége (nyugalmi anódkárama) is állítható a P<sub>2</sub> potencióméterrel. A K<sub>5</sub> előlapi kapcsolóval a működés módját választhatjuk ki. A mindenkori üzemmódot egy piros (adás) és egy zöld (vétél) LED jelzi az előlapon. További két, csavarhúzóval állítható potencióméter (P<sub>3</sub> és P<sub>4</sub>) szolgál az RF-VOX áramkör érzékenységének és tartási idejének beállítására.

Az RF-teljesítményerősítő adás alkalmával van a koaxiális antennakábel útvonalába iktatva, míg vétel esetén az antenna felől „átlátszó” módon, a meghajtó QRP adó-vevőbe beereszti a vett jelet. Ezen be- és kiiktatási műveletet a J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> és J<sub>3</sub> reed-jelfogók (relék) végzik, amelyek közül adáskor a J<sub>1</sub> és a J<sub>3</sub>, vételkor a J<sub>2</sub> húz meg.

A kapcsolás módot ad arra is, hogy a meghajtásra szolgáló QRP adó mellett különálló vevővel vegyük az ellenállomást jelét. Ilyenkor a K<sub>2</sub> kapcsolót ki kell kapcsolni és a különálló vevőkészüléket a „vevő” feliratú csatlakozóba kell csatlakoztatni. A bemeneti és kimeneti RF-csatlakozók, valamint a meghajtási RF-szint beállítására szolgáló P<sub>1</sub> potencióméter a készülék paneljának hátsó oldalán található (3. ábra).

A három reed-jelfogó meghúztatását a 4. ábrán bemutatott elektronikai egység három tranzisztora végzi. A J<sub>1</sub> jelfogó néhány ms időtartamra késleltetett meghúztatású az 1 µF-os kondenzátorral azért, hogy csak akkor kerülhessen nagyfrekvencia a rendszerre, ha a J<sub>2</sub> már elengedett és a J<sub>3</sub> már meghúzott.

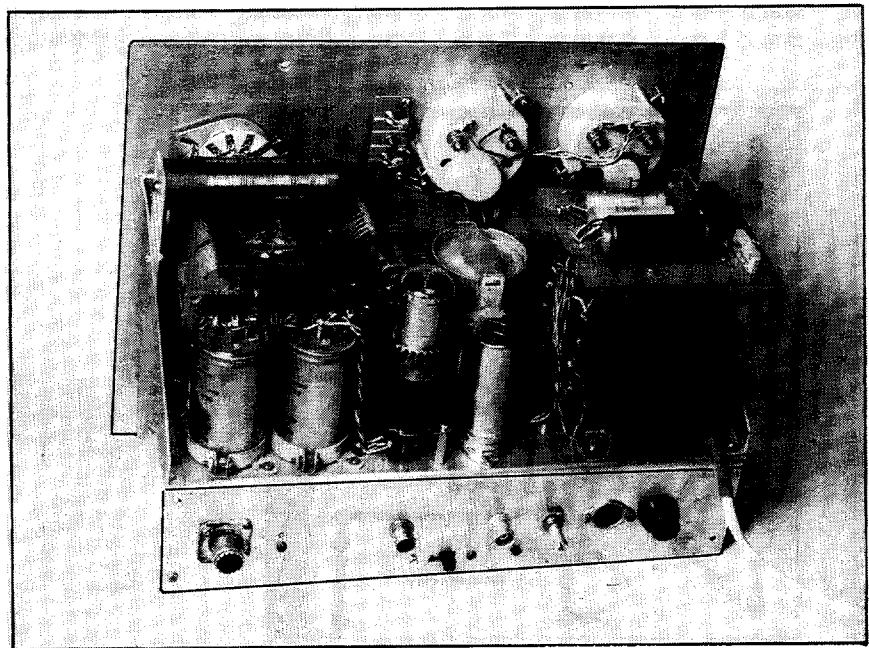
A K<sub>5</sub> kapcsoló 1. állásában a rendszer átlátszó (mint vétel alatt); ilyenkor a meghajtó teljesítmény jut ki az antennára adás alkalmával, s a vétel változatlan. A 2. állásban a készülék folyamatosan adás üzemmódban van. Ilyenkor meghajtás nélküli esetben ellenőrizhető a GU-50 nyugalmi, B-osztályú anódkárama. A K<sub>5</sub> kapcsoló 3. állásában az adás-vétel üzemmód a megszokott módon kívülről egy rövidzárral választható ki (adáskor rövidzár), ami megfelel a PTT (push to talk) manuális adás-vétel átkapcsolásnak. Ez a PTT vezeték a Tuchel-csatlakozón keresztül a QRP adó-vevőbe csatlakozik. A kapcsoló 4. állásában úgynevezett RF-VOX típusú adás-vétel vezérlés van, ami azt jelenti, hogy a bemeneten megjelenő nagyfrekvenciás jel kapcsolja át ezen készüléket vételről adás üzemre. A bemeneti BNC-csatlakozón egy OA1161 típusú dióda egyenirányítja a beérkező RF-jelet és a kapott egyenfeszültség a P<sub>3</sub> potencióméteren keresztül



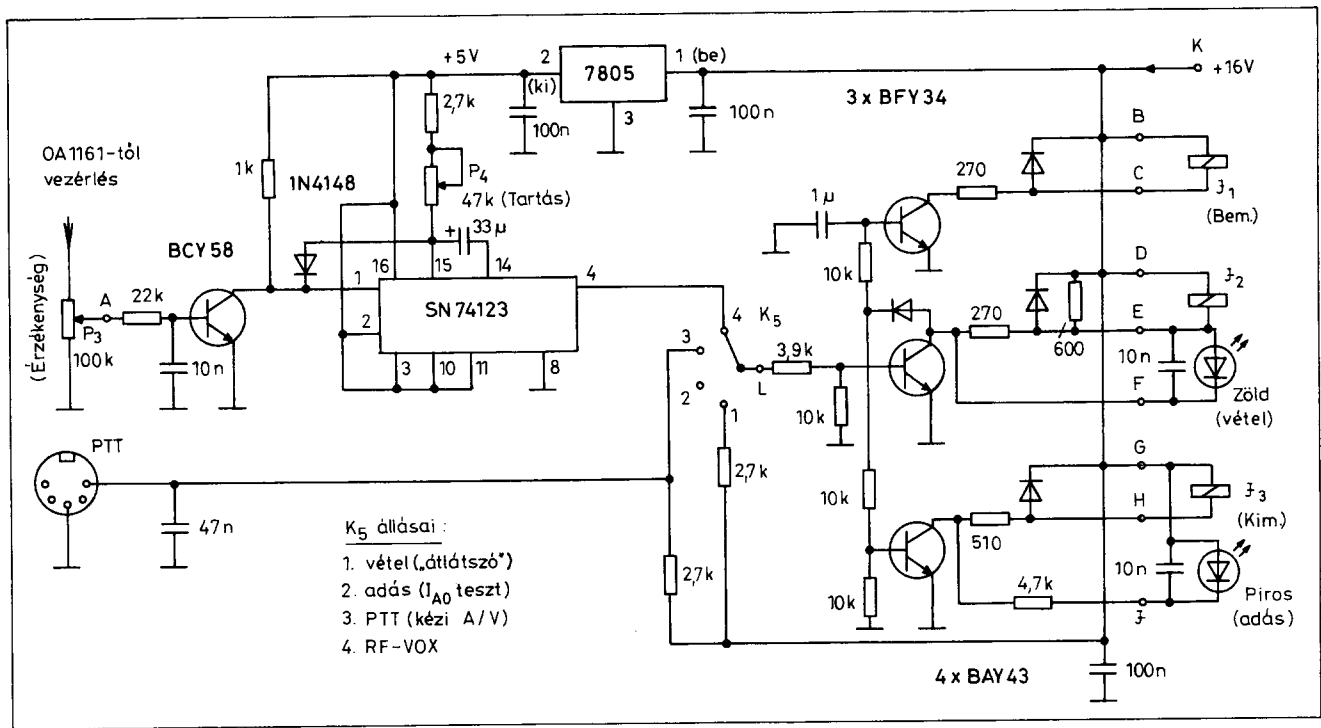
2. ábra

tül a BCY58-as tranzisztort kinyitja. Ennek hatására az SN74123 késleltető IC (one shot) átbillen és a 4. kimeneti pontján H-szintről L-szintre ugrik a jel. Ennek következtében a  $J_2$  elenged, a  $J_1$  és a  $J_3$  viszont meghúz. Az RF-jel beérkezésének megszűnte után a BCY58 lezárt állapotba kerül, de az SN74123 még egy darabig fenntartja (hold) az előző állapotot a jelfogókra nézve.

A tartás időtartama durván a  $33 \mu\text{F}$ -os kondenzátor cseréjével állítható be és kb. 1:15 arányban a  $P_4$  potenciométerrel szabályozható. A rajzon szereplő elemekkel kb. 0,1 ... 1,5 s tartási időtartamok állíthatók be. A VOX ezen tartási ideje mind CW, mind SSB-adás esetén megfelelőnek mutatkozik. Az IC-t és a BCY58-at egy 7805 típusú, „háromlábú” stabilizátor látja el +5 V-os TTL-tápfeszültséggel. A kapcsolásban nagyon fontos az 1N4148-as dióda, mert ez teszi lehetővé, hogy az IC folyamatos egyenszinttel is újraindítható



3. ábra



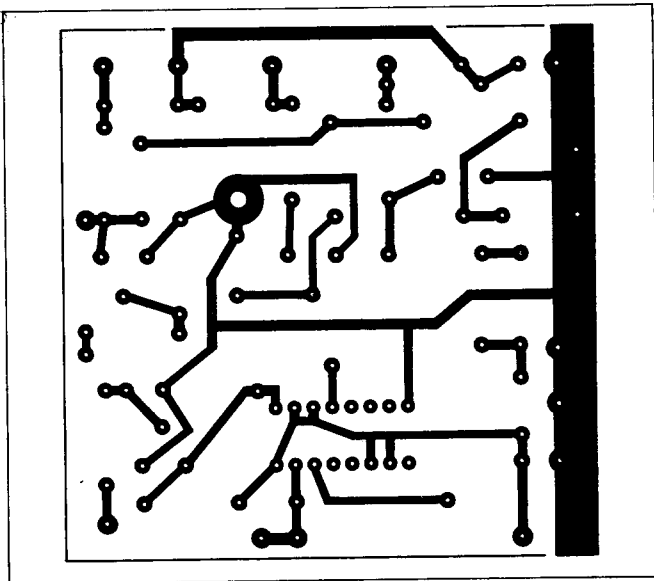
4. ábra

legyen, valamint a késleltetést mindig az RF-jel megszűnésével kezdje.

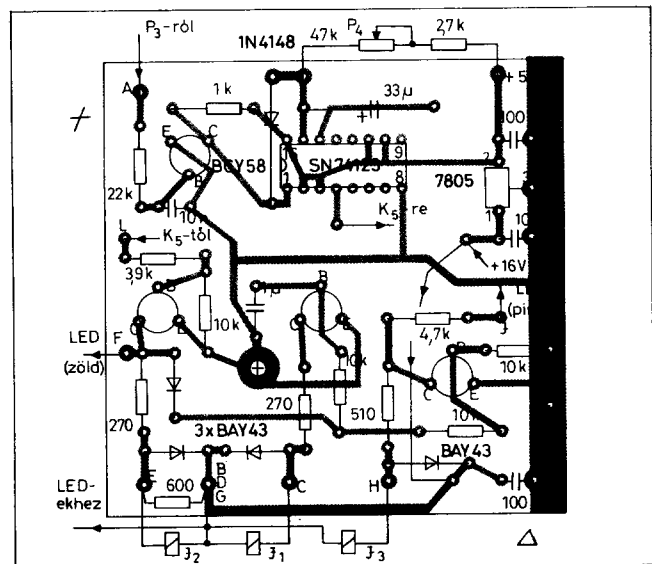
Az RF-VOX és relévezérlő áramkör egy  $70 \times 70$  mm méretű, egyoldalt foliózott nyák-lemezen kapott helyet, amelynek fóliaoldali mintázata az 5. ábrán, beültetése a 6. ábrán látható. A  $J_1$  és  $J_2$  Tungstram gyártmányú 12 V-os reed-relék. A  $J_1$  típusjele MGR-04-C3, a  $J_2$  típusjele MGR-04-A3. Mindkettőben MJ-04 típusú, 20 mm-es reed-betétek vannak; e jelzők

házilag is elkészíthetők a betét birtokában. A  $J_3$  házilag készült: egy MJ-02 típusjelű, 40 mm-es reed-betét csévéjére 3500 menetes meghúzató tekercs  $\varnothing 0,1$  mm-es CuZ huzalból. Ennek meghúzató árama 2,5 V-on 12 mA, a tekercs ellenállása 180  $\Omega$ . A  $J_3$  kapcsolja az adó kimenetét az antennára. Ezért ezt a relét koaxiálisra viteleztük ki azáltal, hogy a meghúzató tekercs és a red-cső közé egy vörösréz fóliából egy nem-rövidrezárt csövet hajlítotunk,

amelynek mindkét vége földelve van. A bejövő meghajtó jel a  $J_1$  jelfogón keresztül a  $P_1$  potenciómterre kerül, amely a 68  $\Omega$ -os paralel ellenállással kb. 50  $\Omega$ -os lezárást ad a QRP meghajtó adónak. A  $P_1$ -gyel az E81L cső meghajtó RF szintje változtatható. Ez a cső adás alatt A-osztályban dolgozik, vétel esetén azonban  $-85$  V zárja le. Anódkörre egy  $2 \times 500$  pF-os VT kettősforgóval 3 sávban hangolható 3,5 ... 30 MHz között. A sávokat a  $K_2$  kapcsoló



5. ábra



6. ábra

váltja. Az 1. állásban 3,5 ... 10 MHz között, a 2.-ban 10 ... 21 MHz és a 3.-ban 21 ... 30 MHz között hangolható a meghajtó cső anód, illetve a végerősítő cső rácsköre. A tartományok egymást erősen átlapolják. Az itt alkalmazott tekercsek adatai a következők:

L <sub>1</sub>	0,5 μH	7 menet
L <sub>2</sub>	0,5 μH	7 menet
L <sub>3</sub>	4 μH	27 menet

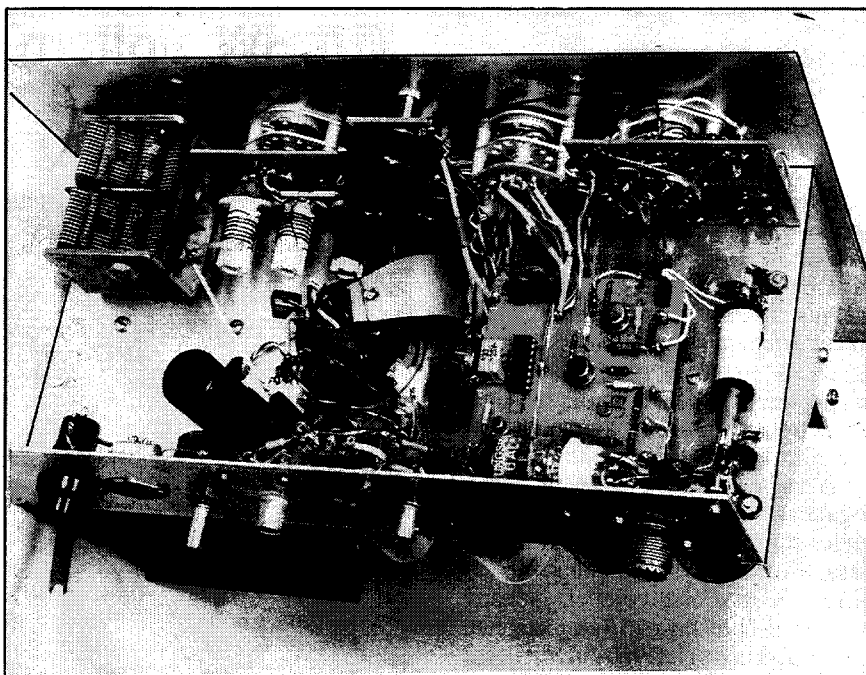
A huzal mindhárom tekercsnél Ø 0,4 CuZ, a tekercselési átmérő 12 mm, a cséve bordás, keramikus, A meghajtó fokozatban EF80 elektroncső is megfelelő lehet, a nagyobb áramú E81L inkább a bővebb linearitástartalék érdekében került a készülékbe.

A GU-50 végerősítő cső a rácsooldali hangolt körön keresztül kapja az előfeszültségét a P<sub>2</sub> potenciométer felől. Adás üzemmódban e potenciométerrel beállítható a cső nyugalmi anódárama, amit célszerű 15 ... 20 mA-re beállítani. Vétel alkalmával a cső a maximális, -85 V-os előfeszültséget kapja, amelynek hatására teljesen lezár.

Az L<sub>4</sub> és az L<sub>5</sub> 3-menetes gerjedésgátló fojtótekercsek, amelyek egy-egy R510 típusú, 0,5 W-os, 10 Ω-os fémréteg ellenállásra készültek, Ø 0,3 mm-es CuZ huzalból. Az Ft<sub>1</sub> és az Ft<sub>2</sub> méhsejt tekercselésű, légmagos osztott fojtótekercs hengeres bakelit házban, amelyek R-104 típusú katonai adó-vevőben voltak fellelhetők. Induktivitásuk 2,5 mH. A végerősítő cső anódjáról 1 nF-os, 1000 V-os csillámkondenzátoron át jut ki az RF-teljesítmény.

A Collins-kicsatoló kör anódoldali kapacitása egy 150 pF-os nagylégréssű forgókondenzátor, az 50 Ω-os kimeneti oldalon egy párhuzamosan kapcsolt 2 × 500 pF-os VT kettősforgó található. Ez utóbbi kondenzátor lehetne fix értékű is, de sávonként úgyis váltani kellene. Ezzel az állítható megoldással a készülék akár 50 Ω-os, akár 75 Ω-os koaxiális kábelhez is csatlakoztatható, a maximális energiaátadás beállítható. A Collins-szűrő két független, de sorbakapcsolt tekercsből áll.

A közel középleágazású L<sub>6</sub> a 28 és a 24 MHz-es sávban ad optimális illesztést, míg az L<sub>7</sub> a maga leágazásával a 18-21, a 14, a 10, a 7 és a 3,5 MHz-es amatőrsávokban. Az L<sub>6</sub> tekercs 18 mm tekercselési átmérőre készült, térközösen Ø 1,2 mm-es CuZ



7. ábra

huzalból, míg az L<sub>7</sub> tekercselési átmérője 25 mm, szakaszosan térközösen tekercselve. A huzal Ø 0,75 mm CuZ. Az eredő induktivitás a K<sub>3</sub> kapcsoló egyes állásaiban:

1.	23 μH	3,5 MHz
2.	13 μH	7 MHz
3.	7 μH	10 MHz
4.	3 μH	14 MHz
5.	1 μH	18 ... 21 MHz
6.	0,6 μH	24 ... 28 MHz

A tekercselési menetszámokat a 2. ábra tartalmazza. Az Ft<sub>3</sub> egyenáramú földpotenciált biztosít az antennakimenetnek. Ez egy egyszerű, kisméretű méhsejttekercs, induktivitása 0,35 mH, értéke egyáltalán nem kritikus.

Az antennakimenetre csatlakozó 6AL5 cső egyik diódája a kimenő RF-jelet egyenirányítja az M<sub>2</sub> műszer teljesítményindikációja számára. A cső másik diódájának elektródái földre vannak kötve. A készülék tápegységében egy régi Orion rádió 10,6 cm<sup>2</sup> vasmagkeresztmetszetű transzformátorát használtuk. A 2 × 300 V-os anódköri tekercs feszültségképzővel kapcsolással, üresjáratban +800 V-ot szolgáltat a végerősítő cső anódja számára, amely feszültség üzem közben sem esik +720 V-nál alacsonyabb szintre. Ilyenkor a cső anóráram-felvétele 90 ...

130 mA. A két tekercs középpontján rendelkezésre álló „fél-feszültség” (+400 V) szolgáltatja a segédrendszer feszültséget és a meghajtó cső feszültségeit. Ebből a +400 V-ból a VR105 és a VR150 gáztöltésű stabilizátorcsövek állítják elő a stabilizált +150 V-os, illetve +250 V-os feszültségeket.

A csövek előfeszültségét a feszültségképzőnek kapcsolt 2 × BY238 dióda-páros állítja elő. Itt a párhuzamosan kapcsolt 2 db 56 nF/1600 V-os kondenzátor értéke kritikus, mert ez mint kapacitív előtét korlátozza kb. -140 V-ra a 100 μF-os puffer kondenzátoron mérhető feszültséget. Itt ez a feszültség jön létre akkor, ha a 85A2T, 85 V-os stabilizátorcső begyűjtött. Ellenkező esetben a 100 μF-os kondenzátoron a feszültség -800 V-ig növekszik, ami annak halálát okozza. Az R<sub>1</sub> és az R<sub>2</sub> (csillaggal jelölt) ellenállás műszer-söntök; az alkalmazott műszerhez kell biztosítani őket úgy, hogy a végkiterés 2 mA rácáramnál, illetve 200 mA anóráramnál legyen.

A Tr transzformátor 6,3 V-os fűtőtekercsei sorbakapcsolva 12,6 V-ot adnak, amelyből Graetz-egyenirányító hozza létre a kb. +16 V-ot a reléáramkörök számára. A transzformátor tetejére rögzített nyák-lemez az egyenirányítókat és a néhány kondenzátort tartja; egyszerűsége miatt erről fóliarajzot nem adunk. A 7. ábra a panel alatti elrendezést mutatja.

# XUØHW voltam

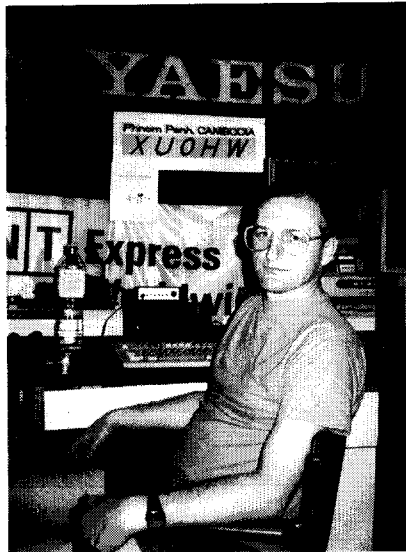
Szabó László HAØHW

Csige Sándor (HA7VK, XU7VK) barátom negyedik éve dolgozik Kambozsában. 1993-ban, a nyári szabadsága idején sikerült néhány perces személyes találkozót megszerveznünk. Ekkor vettem fel egy 1994-es kambodzsai DX-expedíció ötletét. Sanyi rögtön helyeselte és felajánlotta segítségét minden olyan dologban, amit a helyszínen lehet intézni.

A végleges terv 1994 januárjában fogalmazódott meg: 3 hét május végén június elején Phnom Penhben, Kambozsza fővárosában, „éjjel-nappali” rádiózás XUØHW hívójellel. Néhány nap a Thai-öbölben levő Rong-szigeten (új IOTA-körzet) XU9HA hívójellel, 2 operátorral, folyamatos működéssel. Postára adtam azokat a leveleket, amelyekben a lehetséges szponzoroknak bemutattam a DX-expedíció tervét.

A repülőjegy vásárlásakor derült ki, hogy Európából csak az Aeroflot gépei repülnek közvetlenül Phnom Penhbe, azok is csak kéthetente. Máris módosítani kellett a tervet: 3 hét helyett kettő vagy négy? Némi belső vívódás után a 2 hetet választottam, hiszen a családi nyaralásra csak így maradhatott eleendő szabadság.

Május 9-én délelőtt, pár perccel 11 óra után startolt a TU-154, hogy 2 óra 20 perces repülőút végén Moszkva-Seremetyevó II-n landoljon. Majdnem 5 órás várakozás, és egy IL-62-vel repültünk tovább Dubai (Arab Emírátságok), Vientiane (Laosz) érintésével. Másnap



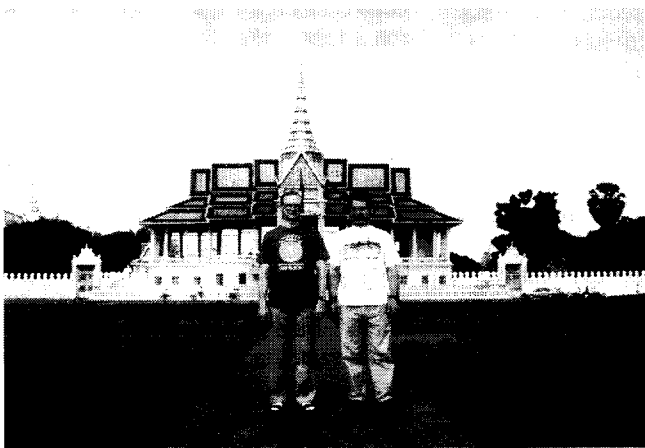
délután, egy hatalmas felhőszakadás után érkeztem meg Phnom Penhbe. A repülőtéren Sanyi és felesége, Judit várt, valamint egy jó és egy rossz hír. A távközlési minisztérium 1 hónap időtartamra kiadta az XUØHW hívójelre szóló adóengedélyt, de a Rong-szigetre kért XU9HA-t nem. Az ok „egyszerű” és elfogadható volt: a Vörös Khmerek kiűjtötték a harckokat, turistákat rabolnak. Kedvelt (turista) vadász területük a tengerpart. A turisták biztonságát csak a fővárosban tudják szavatolni a hatóságok.

A vízumdíj megfizetése után máris a belváros felé hajtottunk. A nemrég

eláult eső után fényesen csillogtak az útmenti banán- és kókuszpálmák élénkzöld levelei. Mindenfelé hatalmas tócsákban gyűlt össze az esővíz. A helybeliek szemlátomást nagy élvezettel mosogatták motorjaikat egy-egy vízfolt közepén. A közlekedés kaotikus volta első látásra félelmet keltő volt. Kismotorok százai, ezrei az utakon, négyen, öten egymás mellett, néha szembe a forgalommal. Jobb- és balkormányos autók, riksák, elvétve biciklik és kiöregedett teherautók. A hőmérséklet, így eső után is jóval 30 °C felett volt, rendkívül magas páratartalommal.

Tusolás, kicsomagolás, egy kupica hazai szilvapálinka (hosszú beszélgetéssel „fűszerezve”), és a Judit által remekelt ananászos sült hal elfogyasztása után néhány vendég QSO-t létesítettem XU7VK QTH-járól. A sávokat áthangolva, csak 7 MHz-en hallottam állomásokat. Nagyon nagy volt a zaj, no meg én is fáradt voltam a hosszú utazás miatt. Így néhány JA-állomás naplózása után visszamentem a szállásomra. Rögtön elaludtam.

Másnap délelőtt felállítottuk a GAP által adományozott függőleges, 6-sávós antennát. A radiókat is felrakva, ragyogóan működött minden sávon. Az első 21 MHz-es QSO-kat ismét japánokkal csináltam. A délelőtt gyorsan eltelt. Ebéd után vásároltam ivóvizet (thaiföldi), dobozos gyümölcslevet (német) az éjszakai QSO-záshoz felkészülve.



A parlament épülete; XUØHW (balról), valamint XU7VK



„Csináld magad” alapon a villamoshálózat (220 V!) bekötése a körzeti trafóházba

Úgy tűnik, a járművek legfontosabb tartozéka a dudu és a fék. Csak most figyeltem meg, hogy a kismotorokon néha hárman-négyen utaznak. A csúcs az volt, amikor 5 felnőtt ember ült, állt, csüngött egy 50 cm<sup>3</sup>-es motoron. Ötletes megoldással hatalmas utánfutókat akasztanak a motorok után, hihetetlen tömegű árut, anyagot szállítanak ilyen módon. Autóbusz, villamos, taxi nincs. Viszont rengeteg riksa és motor-taxi van. Az úttesten átmenni csak lassan, egyenletes sebességgel szabad. Így a motorosok ki tudják számítani, hogy elől vagy hátul kerüljenek ki. Kellett néhány nap, amire ezt megszoktam...

Napnyugtakor – a várakozásnak megfelelően – 80 méteren sikerült naplózni néhány kaliforniai és nyugati-parti amerikai állomást is. Ezzel tulajdonképpen kezdetét vette a majd kéthetes rendszeres munka. Mindennap napnyugtától napkelteig rádióztam. Többnyire délelőtt aludtam, ebéd után vásárlás, városnézés, QSO-zás volt a napi program.

A hálózati áram gyakran megszűnt. Ilyenkor a légkondicionáló is leállt és percekben belül felmelegedett a levegő a szobában. A nagyobb középületek, szállodák, egyes áruházak, boltok is rendelkeznek önálló áramfejlesztővel az ilyen esetekre.

Vasárnap délután 28, majd 24 MHz-en nagyszerű pile-up alakult ki a japánokkal: 180 QSO/óra átlagot lehetett tartani. Nagyon fegyelmezetten rádióznak, türelmesek és udvariasak. Kicsit később lejöttem 21 MHz-re, úgy gondoltam, hogy indul Európára. Néhány összeköttetés után szólt egy olasz állomás, hogy szerinte 28 MHz ismét jól megy Délkelet-Ázsia és Európa között. Neki lett igaz.

Sok európai összeköttetést sikerült naplózni, bár távolról sem olyan könnyen, mint a JA-kat. Az európai forgalmazási mentalitás – türelmetlenség, figyelmetlenség, erőszakosság – miatt csak 80 ... 90 QSO/óra átlagot lehetett elérni. Helyi időben már hajnali kettőt mutatott az óra, amikor minden sávon megszűnt a terjedés. Csak az elmaradhatatlan kalóz SSB-s állomásokat hallottam 30 és 40 méteren. Egyébként az általuk okozott QRM nagyon megnehezítette a DX-forgalmazást ezeken a sávokon. Két órát aludtam, de előbb beállítottam az órát, hogy napkeltére ébren legyek.

Érdekes volt a 80 m-es trópusi zaj. Az itthonról vitt DSP (RT 1994/5.)



Utcai elektroszerviz

majdnem hatástalan volt az ilyen típusúval szemben (nyilván más algoritmust kell alkalmazni), míg az FT-840 beépített zajvágója jelentősen csökkentette. Ellenben a DSP nagyon jó szolgálatot tett az emberek által keltett zajok (gyújtászavar, aggregátorzaj, hangoló állomások által okozott zavarok) kiszűrésében, csökkentésében.

Igyekeztem minden sávban lehetőséget adni a DX-vadászoknak egy-egy XU-QSO naplózására. Sokan éltek is ezzel a lehetőséggel. Volt olyan állomás, amelyik 12 QSO-t létesített velem, különböző sáv- és adásmód kombinációban. Olyan is volt, aki csak négyet, igaz mind a négy ugyanazon a sávban és adásmódban született... Távgépíró üzemből csak néhány összeköttetést létesítettem. Rá kellett jönnöm, hogy ez az üzemmód nem egyszemélyes DX-expedícióknak való.

Egyik délután Sanyiekkal elmentünk a Mekong mellékágának partjára. Ide építették a királyi palotát. A szikrázó napsütésben gyönyörűen ragyogtak az aransárgára festett tetők. A khmer építészet évszázados hagyományait követő épületelemek, díszítések lenyűgöző látványt nyújtanak.

A központi piac – a „Sárga-piac” – leírhatatlan jelenség. A szagokat pedig a kamera sem tudta rögzíteni... Egy hatalmas kupola alatt minden kapható, amit csak el lehet képzelni. Trópusi gyümölcsök, zöltségek kavalkádja – nagy részüket soha nem is láttam, a nevüket sem tudom -, helyszínen bontott disznó (hogy lássa a vevő: friss húst vesz), élő, kopasztott és sült csirkék, ékszer, arany- és ékkőárusok, kéziszo-

vésű selyem és a legmodernebb divatnak megfelelő ruhák, elektronikai berendezések (tv-k, Hi-Fi és egyéb magmás rádiók stb.). Ugyanitt kaphatók a legújabb YAESU és ICOM kézi FM-rádiók és a hozzájuk való Ringó-antennák. Persze ezeket nem amatőrök használják, hanem telefonpótló családi rádiókként funkcionálnak. Egyébként mindenütt USA-dollárral lehet fizetni. A saját pénzüket (riel) többnyire váltópénzként, a dollárcentek helyett használják.

A fővárosban működik egy 900 MHz-es telefonrendszer és láttam a külvilággal kapcsolatot tartó, ausztrálok által épített úrtávközlési földi állomást is.

Az összeköttetések száma szépen szaporodott. Gyakran okoztam meglepetést egy-egy állomásnak, amikor név szerint hívtam vissza. Nem volt ebben semmi ördögösség. A HA5NG által írt log-program és az adatbázis nagy segítséget jelentett. Összesen 7543 QSO-t létesítettem, 8 sávban, fele-fele arányban távirón és SSB-n.

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik segítettek, támogatták ezen DX-expedíció létrejöttét: YAESU, TNT, GAP Antenna Product USA, ALENIA Olaszország, ANICO Kft, EUDXF, a kambodzsai Posta- és Távközlési Minisztérium, a Magyar Köztársaság Phnom Penh-i Nagykövetsége. Köszönet AY4F, W1TPK, HA0LC, HA0MM, HA5NG rádióamatőr barátainknak!

Szavakkal nehezen leírható hálálal tartozom Sanyinak (XU7VK) és Juditnak (XYL) a mindennapi segítségért.



# Krétán jártunk

Földi László HA6NL és Kiss Tibor HA6ZV

Mint az aktív rövidhullámú amatőrök tapasztalhatták, ismét volt magyar DX-expedíció a WPX táviró versenyen: SV9/HA6NY/p Gyuszi, SV9/HA6NL/p Laci és SV9/HA6ZV/p Tibi hét napig próbáltuk kiszolgálni Krétáról a nem várt óriási érdeklődést.

Egy kis statisztika: 8771 összeköttetés a hat „alapsávon”, illetve 10,1 és 18 MHz-en. A bekapcsolástól a bontásig – beleértve a pihenőidőket is – ez 53-as óránkénti QSO-átlag. A WPX-en a többkezelős kategóriában – Laci hívójelével – 2851 kapcsolat és több, mint 2,8 millió pont.

Az állomáson két munkahely üzemelt: 1. TS-830S, FL-2100Z, PK-232MBX, NBX 386 K1EA szoftverrel, HF6V GP, 3,5 és 18 MHz-es dipól. 2. FT-101E, dipól 7 és 21 megára.

QSL infó:

– a magyar állomásoknak automatikusan küldjük a lapokat az irodán keresztül,

– a külföldiek részére a lapjuk megérkezése után küldjük a QSL-t úgy, ahogyan érkezett.

1994. április 19-én vált véglegessé, hogy utazunk Krétára, természetesen nem üdülni, hanem az SV9-es hiányt pótolni. A szervezési, technikai és pro-

paganda feladatokat megosztottuk, persze egymásnak is besegítve. Segített a MALÉV, a WEST TRAVEL, a MICROVILL és kinn a Hotel Dimitra, illetve Maria, a hotel menedzsere. Kértünk és kaptunk is segítséget amatőrtársainktól: HA6ND-től, HA4XW-től, HA6NF-től, HA6PX-től és W6SZN-től. Mindannyian kicsit részesei annak, hogy sikerült a tervünk és május 24-én felcipelhettük a repülőgépre a kézipoggyásunkban a TS-830-at, az FT-101-et, a számítógépet, no meg a levélnehezéknek számítógépes FL-2100-at. Az indulásnál minden rendben, miután a pesti csúcsgyörgy miatt nehezen, de teljes a létszám.

Felszálltunk! A „mini” kézipoggyász miatt nem tudjuk a lábunkat mozdítani, de egy kis zsibbadással kibírjuk. Két óra múlva landolunk Iráklionban. Itt már nem olyan sima a dolog. A vámos hölgy nem nagyon tud mit kezdeni velünk, be is rendel bennünket a cuccal másnapra a központba. Ez első megközelítésben nekünk azt jelentette, hogy az állomást fel a buszra, 40 km Hersonissosig, telepítés, dolgozz egy éjszakát, bonts, vissza a fővárosba és vagy tudunk még rádiózni, vagy nem. Hát ezzel gondolatban idáig eljutottunk.

Közben megérkezünk, Maria örömmel fogad bennünket (nem tudja mire készülünk), de Gyula előpuhító munkájának köszönhetően miénk a hotel teteje: 10 méter magasan, kb. 60 m hosszú, megannyi kikötési ponttal. Kijelöljük az adószobát és két órával később már szól az állomás. Az első hívásunk után a nagyfeszültségű vezetékkel kapcsolatos aggályaink eloszlanak. Szerda reggel 8-ig kis beosztást készítünk és szoktatjuk magunkat a QSO-áradathoz. Közben TVI és szomjúság, a bárba is fordíthatunk egy kis figyelmet. Nincs gond, minden rendben, csak a sör drága. Felépítjük a másik munkahelyet is, felkerülnek a dipólok, de az a fránya billentyű nem szokott hozzá az FT-101 magas billentyűfeszültségéhez. Kéne vagy 200 ... 300 Ω! Nincs! Nincs a házitelefonban, meg a házirádióban sem, meg sehohol sincs. Nem is tudtunk dolgozni, míg Iráklionban, egy AMATÓRBOLT-ban nem vettünk. A

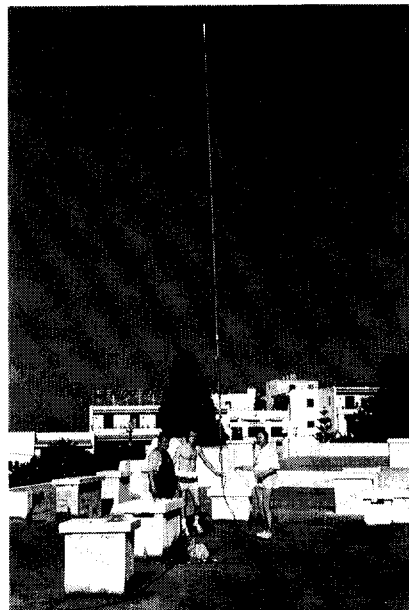
főállomás azonban termelt rendesen egészen reggelig.

Szerelvényt igazíts! Mindent be a bérelt Subaruba, irány a központ, amit rövid keresgélés után szerencsésen meglelünk egy rendőr segítségével. Bár a vámos itt sem tudja igazán, mi a helyzet, kapunk egy pecsétet. Ő meg egy üveg Tokaji Aszút. Vissza 40 kilométer Hersonissosba, újabb telepítés, újabb beosztás. És hát nyomjuk tisztességgel. Örülünk az aktivitásnak, a jó terjedésnek és különösen a sok magyarnak. Érezzük, hogy figyelnek ránk, ez jólesik.

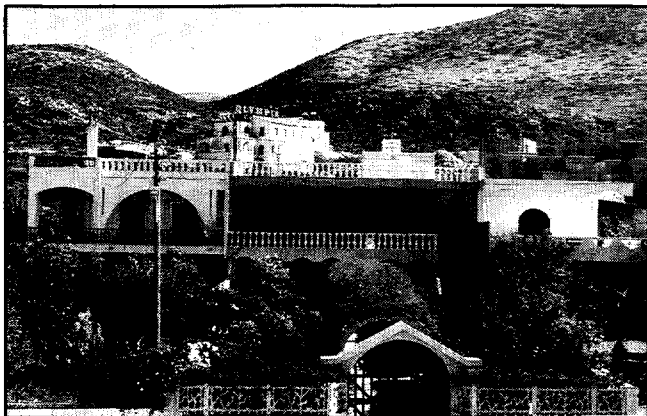
Szerda délutántól már nézelődésre is jut idő. Ez a kisváros sokkal szebb, mint Iráklion. Különösen szemet gyönyörködtető a főutca és a tengerpart. Fehér, lapostetős, gondozott házak, ritka növényzet. Sok-sok az ideérkező turistát kiszolgáló bolt, üzlet, butik, étterem és autókölcsönző. Meglátszik a kiszolgáláson, hogy itt ebből élnek. Nagy a forgalom, itt halad át Kréta legfontosabb kelet-nyugati főútvonala. Megtapasztaljuk, hogy semmi sem olcsó. No, a sör a diszkontban olcsóbb, de sajnos meleg, mint a csapból folyó víz, amivel hűteni próbáljuk. Nem könnyű elviselni a 40 fokot, s a sirtakit táncolva tovább romlik a helyzet. Szerencsére a



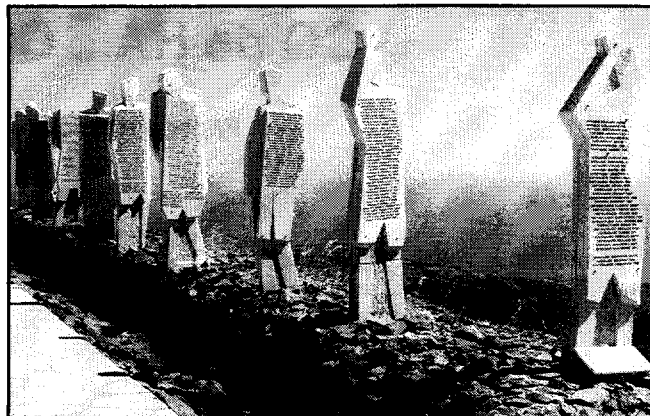
DX-expedícióknak legénysége (b-j): Tibi, Gyuszi és Laci



Álmaink antennája, a HF6V szerelés közben



*Miközben antennáinkat szereltük, csodálatos panoráma tárult elénk*



*A sziget náci megszállása ellen küzdött görög katonák emlékműve*

hangulatunk nem. Kipróbáljuk a szálloda medencéjét és az ouzót. Mindkető jól hűsít. Az egyik kívül, a másik belül (hi)! A bérelt kocsival megnézzük a megnézhető. Eljutunk Knossos-ra, látjuk a havas hegycsúcsokat, a déli tengerpartot, ahol felhő is van. Iszunk egy hűsítőt a falusi és a fővárosi leubjban. Kipróbáljuk a görög étkeket is. Az otthoni jobb!

Közben az „éter” változatlan hevességgel zsong a hívójelünk hallatán. Úgy keményen, ahogy itthonról elkép-

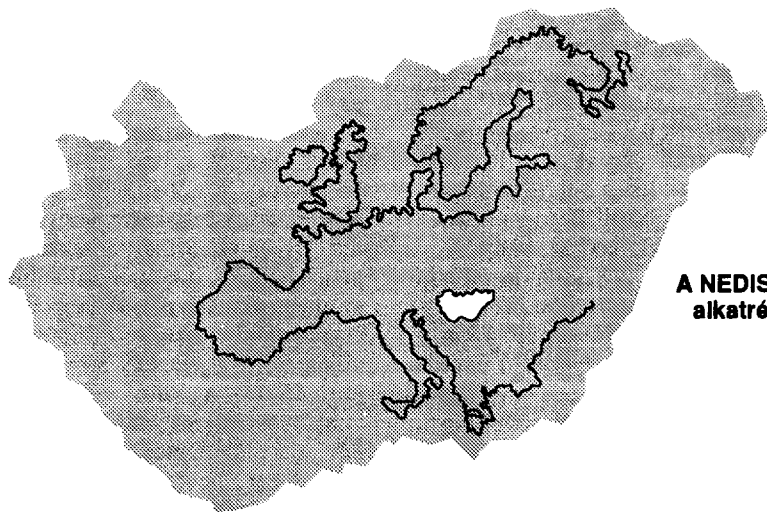
zelhetetlen. Érzékeltetésként a szalmakazal és a tű jut az ember eszébe. És máris itt a hétvége, a WPX. Beosztást készítünk és beindulunk. Érezhető, hogy jól szólnak, mert hívnak tisztelességgel. A terjedés sajnos nem olyan jó, mint már hozzászoktunk, no meg most a technikával is van egy kis gond. De, mint a mesében, itt is minden megoldódik. Tesszük a dolgunkat. Kibírunk 8-8 órát egyedül, felállás nélkül. Amikor megjön a váltás, egy ideig rá sem tudunk nézni a székre. Termelünk és

2851 a vége. Az igazat megvallva, kevesebbre számítottunk.

Nincs pihenő! – határozzuk el és egészen kedd reggel hétig rádiózunk, ezzel az expedíció alatt 90%-ban voltunk vételkészek.

Az utolsó nap. Bontunk és elégedetten rakjuk össze az utolsó pénzmagot az utolsó hűsítőkre. Reméljük, nem utoljára. Míg jön a busz, mi már az újabb expedíciót tervezzük. Egy kis késséssel, de egyre közelebb kerülünk haza!

## EURÓPA .... HQ & NEDIS KFT .... MAGYARORSZÁG



SZÓRAKOZTATÓ ELEKTRONIKAI KÉSZÜLÉKEK  
ELEKTROMOS ÉS MECHANIKUS ALKATRÉSZEI

**A NEDIS BV HOLLAND Európa vezető elektronikai alkatrészkereskedelmi vállalata. Magyarországi leányvállalata a HQ & NEDIS Kft.**

**Raktáruháznak címe :  
Budapest 1145 Szugló utca 65  
Nyitvatartás:  
Hétfőtől Csütörtökig 8.00-17.00  
Pénteken 8.00-16.30**

**\* Forgalomfüggő árképzés \* Színvonalas, színes termékkatalógus \* floppy lemezes árlista és alkatrészinformációs adatbázis \* 15000 cikk hazai árukészlet \* 35 000 termékből álló hollandiai raktár, egy hetes szállítási határidővel \* gyors utánvétel postai csomagküldő szolgálat \* világszerte működő, 12 éves tapasztalattal és kapcsolatrendszerrel rendelkező beszerzési hálózat \* havi akciós ajánlat \* kiszolgálás privát ügyfelek, szervezetek és viszonteladók részére \***

**267-2114 267-6727 267-6728 183-1975 163-1687 fax**



# CQ de HA... CQ de HG... 1994

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

## Találkozók

A múltban is voltak, amióta rádióamatőrök léteznek. Hol a klubban, hol egy kávéházban, hol a szabadban vagy a „hivatalos helyiségekben”... Mégis az az érzésem, hogy egyre inkább a találkozók, fórumok, kiállítások, bemutatók, vásárok korszaka alakul ki mostanában. Kül- és belföldön egyre szaporodnak az ilyen rendezvények, mégpedig hagyományteremtő módon, évről évre azonos hónapban, azonos hétvégeken. Ilyenkor több százan, sőt, több ezren kerekednek fel, hogy az egy-, vagy többnapos események részesei lehessenek. Sokan még a tengeren, óceánokon is átkelnek. Gondoljunk csak a Dayton Ham Vention 40 ezres vagy a friedrichshafeni HAM RADIO 20 000-es közönségére!

Hazánkban is elterjedőben van ez a hasznos és szép szokás: egymást vizsgálatni, véleményt cserélni – már maga is öröm, hát mégha vásárolni, csere-berélni is lehet a rádióalkatrészeket, -készülékeket! Ilyen alkalmakkor bemutatókat, előadásokat is lehet tartani az új eredményekről, tapasztalatokat lehet szerezni a sokoldalú rádióamatőr tevékenység szinte minden mozzanatáról.

1994-ben a Csepel-szigeti BURABU nyitotta meg a szabadtéri találkozók sorát (május 13-15.), majd ezt a tivadari találkozó követte június 24-26. között. A folytatás: Dunaújváros, Szalki-sziget (július 15-17.), Makó (július 23-24.), Sárréti Napok (augusztus 20.), Szarvas (augusztus 26-28.) és a Soproni Határmenti Rádióamatőr Találkozó (szeptember 9-11.).

Az érdeklődés mindegyik esetben széleskörű, a programok köre pedig a tervek szerint és a valóságban is egyre bővülő. Fel tehát a következő évek rádióamatőr találkozóira!

## Ablak a világra – kaleidoszkóppal

– Arthur Collins, egy 16 éves „old boy” így fogalmazta meg a rádióamatőrkedés értelmét: „A valódi izgalom a munkánkban nem abból származik, hogy távoli világűrűk állomásaival is lehet beszélgetni és a nyugtalanok tö-



Amatőr tv-adó 10 GHz-en, a Laa-i találkozón

megét fogadhatjuk a világ minden sarkából -, bár ezek is felvillanyozhatják a fantáziánkat. Ám felismerni azt, hogy fontos és fáradhatatlan tevékenykedéssel, szorgalmas, módszeres tanulás-sal képesek lehetünk megvalósítani egy bizonyos tettet vagy megállapítani valamely tényt -, ez az igazi jó érzés, no meg egy új lépés a teljesebb kommunikáció irányába!” Szép mondatok, ugye? Érett gondolkodásra vallanak.

– Dr. Karl William (korábban W7IGJ), seattlei szívsebész, a hordozható defibrilátor feltalálója 1994 áprilisában meghalt. Az életmentő eszköz első prototípusát 1954-ben egy kártyaszalon építette fel, a hálósobájában.

– Az olasz rádióamatőr szövetséget, egy klub formájában, 1923-ban alapították Milánóban Associazione Dilettanti Radio Italiani (ADRI) névvel. 1927-ben lett ARI= Associazione Radiotechnica Italiana, majd ötven évvel később, 1977-ben nyerte el a mai megnevezését: Associazione Radioamatori Italiani.

– G3NOF a 40. évfordulóját ünnepelte a „minden idők” első tranzistoros rigének. 1954-ben 1,8 MHz-en még csak 5 mW outputtal táplálta a 26 m

magasságba kifeszített VS1AA antenát, most azonban 12 mW-ja volt egy dipóllal, 7 m magasan egy 250 m-es hegytetőn. A 18 összeköttetés zöme 145 km körüli volt, de akadt egy 355 és egy 426 km-es is!

– Kalózkod a műholdon? Egy német OM – DJØMY – elemezte az OSCAR-16 tárolóegységében található hívőjeleket és érdekes következtetésekhez jutott. Olyan állomásokra bukkant, akik nem lehettek a szatellita „látókörében”, az éppen aktuális pályák időpontjában, ergo: valaki visszaélt az állomások hívőjelével! Vagyis, egy Slim működött az O-16-on! (A „Slim” szó szerint „hívővány”-t jelent, ha jelzőként alkalmazták, ám tulajdonnévként adta a kalózkodnak ezt a nevet egy idős úr az amerikai San Rafael városból. A rádióamatőrök berkeiben tehát a Slim vagy a „pirate” olyan adóállomás, amelyik engedélyzetlenül dolgozik valahonnan vagy nincs is azon a helyen.)

– A Challenger Általános Iskola KI6YG hívőjelű amatőr adóállomása 1994. január 28-án emlék-aktivitást tartott 14-21-28 MHz-en a Challenger Space Shuttle tragédiájának 8. évfordulóján. Aki összeköttetésben volt

ezen a napon KI6YG-vel, válaszborték és QSL ellenében különleges nyugtalanapot kaphat. A klubállomás címe: Challenger JHS ARC, 10810 Parkdale Ave., San Diego, CA 92126, U.S.A.

– A Dayton Ham Vention '94 egyik fénypontja volt az ARRL „SAREX-fórum”-a, amelyet az amatőr rádiózás Space Shuttle programjának 10. évfordulója alkalmából tartottak. Mintegy 500 főnyi hallgatóság figyelte WØORE Tony England, N5RAW Steve Nagel és KB5AWP Ken Cameron történeteit. Az utóbbi asztronauta konferencia-telefonon beszélt a moszkvai Csilagvárosból, ahol éppen a NASA megbízásából tartózkodott.

– San Cristobal püspökét, Samuel Ruiz XE3AXS-et (Chiapas, Mexikó), 1994-ben Nobel Békédíjra jelölték.

– G3UXO/MM dr. Andrew J. N. Eardley hajóorvos személyében először jelentkezett amatőr rádióadó a Queen Elizabeth II. óceánjáró fedélzetéről. A karácsonyi/újévi ünnepek idején egy Karib-tengeri úton tesztelte a Kenwood TS850S-AT berendezést, valamint a mágneses hurokantennát, majd '94. III. 8.-IV. 28. között egy New Yorkból indult világtutás alatt már „élesben” forgalmazott. Azóta is bekapcsol főleg 20 m SSB-n vagy a felsőbb sávokban és 1995-ben is úton lesz a világtengereken. A különleges QSL-lapja miatt érdemes vele a kapcsolatot keresni.

– Kedves szokás alakult ki az évek hosszú során a japán rádióamatőrök között. Újév alkalmából – 2-án reggel 9-től este 9-ig – jókívánságokkal halmozzák el egymást. Ha valaki legalább 20 állomással váltott BÜÉK-ot, jogában áll a JARL amatőr szövetségtől egy felragasztható kínai-állatöv emblémát igényelni arra az évre. (1994 a Kutya éve volt.) Amennyiben 12 év elteltével összegyűlt a 12 különböző jelű bélyeg, akkor elérték a kitűzött célt; gyönyörű plakettet kapnak, amelyre felragaszthatják az emblémákat. Bár ez a trófeavadászat meglehetősen időigényes, mégis nagyon sokan kapcsolódnak be a QSO-partyba, még olyanok is, akik egyébként alig-alig forgalmaznak. Persze az óév búcsúztatása, az új köszöntése és egy kis szívélyes csevegés sem utolsó dolog. 1993-ban mintegy 30 ezren vettek részt az aktivitásban.

Ha pontosak akarunk lenni, akkor tudnunk kell, hogy nem mindenkinek kezdődik január 1-jén az új év, és nem mindenütt volt az idej az 1994-ik. A



Hova kössem? Készülékjavítási lehetőség az egyik találkozón

muzulmánok jún. 9-én az 1415-iket, a zsidók szept. 6-án az 5755-iket ünnepelték. A japánok 2654-et, a bizánci vallásúak pedig 7503-at írtak. A csillagászati számítások szerint a Nap 1993. dec. 31-én 14.55-kor lépte át azt a pontot, amely az új esztendő kezdetét jelentette. Biztosan sokan voltak olyanok kis hazánkban, akik – anélkül, hogy ezt tudták volna – már ekkor is koccintottak.

– DPØGVN, a németek déli-sarki tudományos expedíciójának amatőr rádióállomása 1985-87., majd 1992. dec. 20. – 1994. febr. 23. között üzemelt a Neumayer-kutatóállomásról. Az operátoroknak a hivatalos kutatási feladatok mellett maradt idejük a QSO-zásra is. Volker Strecke DL8JDX jóvoltából a „CQ DL” folyóirat '94/8. számában egy oldalnyi beszámoló jelent meg az expedícióról, valamint egy jegyzék azokról a nem igényjellegű amatőr adóállomásokról, amelyek a tavasz beköszöntével aktívak voltak a sávokban az Antarktiszról és a körzetéből. Íme, a felsorolás (hívójel, állomáskezelő, állomáshely/bázis, QSL-ügyintéző):

3Y2GV, Kaare (Bluefields-Camp) via LA6ZH  
 3Y9YBA, Aage (Bluefields-Camp) via LA9YBA  
 4K1D, Alex (Novolazarevskaya) via RKIPWA  
 4K1F, Yuri (Bellingshausen), South Shetl. via KF2KT

8J1RL, Kaz, Yoshi, Warashina (Syowa) via JARL-Büro  
 AT3D, Dinesh (Maitri) via VU2DVC  
 VU3HKQ/A, Harkirat (Maitri)  
 CE3MMV/9, Mario (Eduardo Frei-Teniente Marsh) via EA8BGY  
 CE9OHB, Eduardo (Eduardo Frei), South Shetl. via EA8BGY  
 CE9PUA, Ricardo (Eduardo Frei), South Shetl. via EA8BGY  
 CE9OH, Justo (Bernardo O'Higgins) via EA8BGY  
 CE9SAC, Raoul (Luis Carvajal) via EA8BGY  
 CE9SDJ, Haroldo (Luis Carvajal) via EA8BGY  
 FT4WD, Christian (Alfred Faure), Crozet Is. via F6AAX  
 FT5YE, Francis (Dumont d'Urville) via F1AAS  
 KC4AAA, Brent (Amundsen-Scott), South Pole via NC6J  
 KC4AAC, Joanne, Rex (Palmer)  
 KC4USB, Al (Byrd-Surface-Camp)  
 LU1ZD, Alexandro (San Martin) via GADX  
 LU1ZI, Felix (Jubany) South Shetlands  
 LU1ZS, Hector (Camara) South Shetl.  
 LU4ZS, Rafael (Marambio)  
 OAØMP, Gustavo (Muchu Picchu), South Shetl., via OA4WM  
 VP8CGK, John (Bird Is.), South Georgia via VK4MZ  
 VP8CKB, Keith (Bird Is.), South Georgia via K1IED  
 VP8CMH, Mike (nr Faraday) via GMØHCQ

A	KA	SA	TA	NA	HA	MA	YA	RA	WA
ア	カ	サ	タ	ナ	ハ	マ	ヤ	ラ	ワ
I	KI	SI	TI	NI	HI	MI	I	RI	(W)I
イ	キ	シ	チ	ニ	ヒ	ミ	イ	リ	キ
U	KU	SU	TU	NU	HU	MU	YU	RU	U
ウ	ク	ス	ツ	ヌ	フ	ム	ユ	ル	ウ
E	KE	SE	TE	NE	HE	ME	E	RE	(W)E
エ	ケ	セ	テ	ネ	ヘ	メ	エ	レ	エ
O	KO	SO	TO	NO	HO	MO	YO	RO	WO
オ	コ	ソ	ト	ノ	ホ	モ	ヨ	ロ	ワ
N	NIGOH	HAN-NIGOH	HYPHEN	PERIOD	BRACKETS	QUOTES			
ソ	.	・	ー	.	( )	'			
PARAGRAPH	QUESTION MARK								
¶	?								

A Kata Kana ábcén alapuló japán morzekódok

VP8GAV, Gavin (Faraday, Bird Is., Rothera) via GM0LVI  
 ZS7ANT, Malcolm, Brendon, Mario (Sanae) via ZS5UND  
 ZS8MI, Christie (Marion Is.) via ZS1CDK  
 ZD9CQ, Alan (Gough Is.) via ZS6SA  
 ZVØ ASN, Al (Hardy-Point-Camp), South Shetl. via PY3ASN  
 ZXØ ECF, Alberto (Commandante Ferraz), South Shetl. via PY2ASK

A nyáron már úgy tudtuk, hogy a britek antarktisi bázisáról forgalmaz VP8VFM Brian, hol a saját, hol a bázis VP8HAL hívójelével. Hasonlóképp QRV volt az olasz IAØPS (Terra Nova Bay) és az uruguayi CXØCMK (Cheriffe Base) is a Déli-sarkról.

Az év szenzációja volt a Peter I.-szigeti 3YØPI nemzetközi DXpedíció. A sok nehézség (rossz hullámterjedés, a teletype berendezés hibája, a -35 °C-os hideg és a 128 km/óra sebességű orkán) ellenére is kb. 65 000 összeköttetésük született. Nem sokkal a hazaérkezésük után az egyik QSL-menedzserük - KA6V - kórházba került és meghalt.

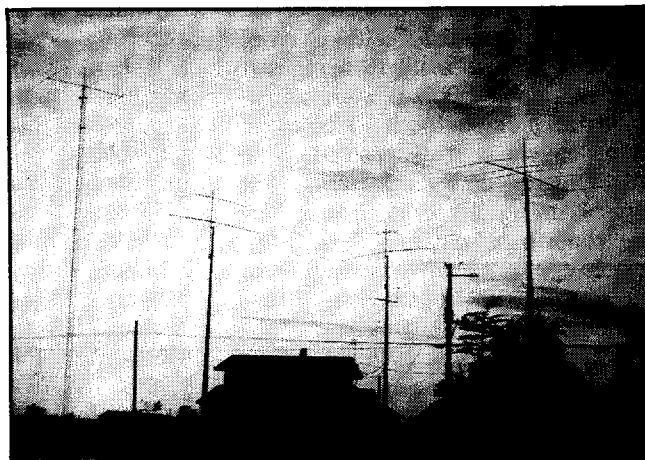
Drága multság volt ez a „kiruccanas”. Az operátorok a saját hozzájárulás, a szponzorok adományai és a QSL-ekért befolyó IRC-bevételek mellett „egy rókaról több bőrt is igyekeznek lenyúzni”. Kávésbőgrét dobtak a piacra 3YØPI felirattal; darabonként 15 USD-ért mind elfogyott. KK6EK 230 oldalas könyvet szerkesztett a rádióexpedíció történetéről; dokumentumokkal, térképekkel, grafikákkal és fényképekkel illusztrálta. Megrendelhető Ben McCartney címen: 123 Reading Rd, Finchamstead, Wokingham, RG11 4RD England. Természetesen videofelvételek is készültek. A 40 per-

ces képanyagot szöveg és zene teszi még élvezetesebbé. Ez ON4TT-től vásárolható meg: P.O. Box 1, B-9090 Melle, Belgium. A kiadványokat egyenként 35-35 USD-ért árulják.

A MIR úrállomáson gyakorlatilag 1988 novemberében indult el a rádióamatőr forgalmazás egy FT-290R 2,5 W-os berendezéssel és egy GP antennával 2 m FM-en. 1991 februárjától már új eszközök álltak rendelkezésre: IC-228A/H, amelynek adója már 5 p... 25 W-ot tudott; csomagrádió, GP antenna és egy IBM AT laptop. Később, az osztrák úrutas már DJ-120-at használt CW és FM adásmódban, továbbá packetes jeladó került a fedélzetre. A német asztronauta DVM MKF-fel (Digital Voice Memory Microphone-nal) kedveskedett a vendéglátóknak 1992. márc. 19-én.

A felsorolás az eddigi hívójeleket, állomáskezelőket és a hívójelük használatának időtartamát ismerteti. A nyugtalapokat (F6MIR-ét kivéve) Sergei Samburov RV3DR kezeli: P.O. Box 73, Kaliningrad-10 City, Moscow Area, 141070 Russia.

- U1MIR Wladimir Titow 21.12.87-21.12.88
- U2MIR Musa Manarow 21.12.87-21.12.88
- U3MIR Valeri Poljakov 29. 8.88-27. 4.89
- U4MIR Alexander Wolkow 26.11.88-27. 4.89
- U5MIR Serge Krikalew 26.11.88-27. 4.89
- U6MIR Alexander Viktorenko 6. 9.89-19. 2.90
- U7MIR Alexander Serebrow 6. 9.89-19. 2.90
- U6MIR Anatoli Solowewi 11. 2.90-9. 8.90
- U7MIR Alexander Balandin 11. 2.90-9. 8.90
- U8MIR Gennadi Strekalow 1. 8.90-10.12.90
- U9MIR Gennadi Manakow 1. 8.90-10.12.90
- U9MIR Viktor Afanasiew 2.12.90-26. 5.91
- U2MIR Musa Manarow 2.12.90-26. 5.91
- U7MIR Anatoli Artsebarski 18. 5.91-10.10.91
- U5MIR Serge Krikalew 18. 5.91-25. 3.92
- GB1MIR Helen Sharmen 18. 5.91-26. 5.91
- U4MIR Alexander Wolkow 2.10.91-25. 3.92
- OE0MIR Franz Viehboeck 2.10.91-10.10.91
- U6MIR Alexander Viktorenko 17. 3.92-10. 8.92
- U8MIR Alexander Kaleri 17. 3.92-10. 8.92
- DP1MIR Klaus Flade 17. 3.92-25. 3.92
- U6MIR Anatoli Solowewy 26. 7.92-1. 2.93
- U3MIR Serge Adewy 26. 7.92-1. 2.93



Antenna-csendélet JA8CDT-nél



Többszörös világbajnokunk, Macsuga Győző HAØMM, a jól megérdemelt pihenését tölti a tiszavasvári QTH-ján. A kép jobb szélén a rig, s az antennákat tartó fa törzse



A QRM gonoszítottai SSTV-n

- F5MIR Michel Togini 26. 7.92-10. 8.92  
 U9MIR Gennadi Manakow 24. 1.93-22. 7.93  
 R2MIR Alexander Poleschuk 24. 1.93-22. 7.93  
 R0MIR Wasili Zibliev 1. 7.93-14. 1.94  
 R0MIR Alexander Serebrow 1. 7.93-14. 1.94  
 F6MIR Jean-Pierre Haignere 1. 7.93-22. 7.93  
 U9MIR Viktor Afanasijew 8. 1.94-4. 7.94  
 R3MIR Juri Usachew 8. 1.94-4. 7.94  
 U3MIR Waleri Poljakov 8. 1.94-ápr. 95  
 U6MIR Gennadi Strelakow 20. 6.94-4. 7.94  
 R.MIR Juri Melanchenko 20. 6.94-4. 7.94  
 R.MIR Talgat Musabaewy 20. 6.94-4. 7.94  
 R.MIR Alexander Viktorenko 3.10.94-ápr. 95  
 R.MIR Elena Kondakova! 3.10.94-ápr. 95  
 R.MIR Kosmaonaut ESA? 3.10.94-2.11.94

- Április 13-án érdekes kapcsolatok születtek az „égben és a földön”. Az orosz MIR űrállomás és az ugyancsak pályán levő amerikai Space Shuttle Endeavour űrrepülőgép rádióamatőrei beszélgettek egymással. Am U3MIR Walerij Poljakov felcsípte a melbourne-i Riia Jaquinto VK3CFI-t 2 m FM-en, miközben Jay Apt N5QWL bevonta a társalgásba az adelaide-i VK5AGR Grahamot. A két ausztráliai pedig távbeszélővonalon folytatta a csevegést egymás között. Ekkor volt különben a

SAREX (Shuttle Amateur Radio Experiment) 12. bevetése.

Az eddigiek során, a szokványos QSO-k mellett és az asztronauták családi üzenetváltásain kívül, az iskolai oktatás bemutató-jellegű segítése és különféle kísérletek szerepeltek a programban.

-Beszélő hívójelek:

ABØD	GØLYA
ABØLHA	IDØM
AD1O	JO1VO
AG1LIS	KA1RO
AH1U	LA1KUS
CS1N	NØNO
CSØK	NØZI
CS1RKE	OKØS
EB1HAL	RO5TA
ER1KA	SPØRT
ERØS	UBØRKA
EV1TA	UNØM
FIUS	ZS1ROS

- A versenyek során az RS vagy RST riportok után – a feltételektől függően – a legkülönbözőbb ellenőrzőszámokat vagy betűkódokat kell adni. A leggyakrabban az összeköttes sorszámát, vagy az ITU-, vagy az ARRL zónaszámot, máskor a közigazgatási terület (állam, megye, kerület stb.) jelét, az adó teljesítményét, valamely klub tagsági-sorszámát... Sokaknak tetszik az össz-ázsiai (All Asian) DX verseny, mert az ellenőrzőszám árulkodik az operátorra, ugyanis az életkorát kell adnia. Persze a hölgyek inkognitóban maradhatnak, ők az árulkodó két számjegy helyett 00-t mondhatnak.

Nos, az idén rendezték meg a szlovénok az első RH Európa Bajnokságot és egy újabb ötlettel jöttek elő: az első adóengedély megszerzésének az évszámát kérték a riporthoz csatolni (elhagyva az 1900-at). Így azután megtudhattuk, hogy pl. G5LP 35-je 1935-öt(!) jelent, HA5KF/1 Frici bátyánk 1937-ben kapta meg az első lis-t. G3BYX és GU0MOW 46-tal dicsekedett, míg SM7VIK csak 94-gyel szerepykedett.

Ugye nemcsak a hívójelek, de még a száraznak, ridegnek tűnő számok is milyen beszélések?

- CQ YL: ez a címe annak a könyvnek, amelyet Louisa B. Sando W5RZL írt. Állítólag eddig ez a hölgyoperátorok rádióamatőr tevékenységének a legértékesebb tanulmánya és gyűjteménye. Kay Eymann WA0WOF címen rendelhető meg, RR 2 Box 366, Garnett, KS 66032, USA. Azt azonban a könyvből sem lehet megtudni, hogy ki volt a világon az első női adóengedélyes. Már az 1910-es évek elején sokan szekond-operátorkodtak. Az ohioi Emma Candler 8NH – 1915-ben – már híres volt a 87 láb hosszúságú, 58 magas, 6-eres, középleágazású antennájáról. Margaret Campbell 1NV (1916-ban) saját kezűleg építette az állomását, – igaz, hogy csak a második sikerült... Természetesen akkor a QSO-k még kizárólag morzéval bonyolódtak.

- GW3WWN 1992 őszén kapott egy IRC-t, amit 1937. II. 18-án Új-Zélandban bocsátottak ki. Wynne OM akkor 2 éves volt. Most kétszeresen csodálkozik: ez a legöregebb IRC, amit valaha is kapott, továbbá, hogy aki küldte, nem ismerte fel a kuriózumot.

# Érdekességek a DX-elés világából

Horváth Lajos

Az ötletet – hogy ez alkalommal ennek a világszerte ismert hobbinak néhány érdekes momentumát közöljem – főleg az adta, hogy nem egyszer hallok a kételkedő, csodálkozó (sok esetben elítélő) mondást: mi érdekes az egyébként zúgással, sercegéssel, különböző madárscicscsergésekkel teli „éterből” kiválasztani a legtávolabbi, s következésképpen legkevésbé hallható adóállomást, s azt átszellemült arccal figyelni? Vajon mi ebben az érdekes? Ráadásul nem csupán magam vagyok ezzel a felettébb furcsa szokásommal, hanem szerte a világon sok ezren, esetleg százezren teszik ugyanezt, s ez már „szöveget üthet” sokak fejébe. A kivételkezőkkel – remélhetőleg – nem csupán igazolom magam, s természetesen a hozzám hasonló DX-er társaimat, hanem sokakhoz a hobbi „fertőző vírusát” is eljuttatom.

## St. Heléna a hullámokon

Néhány esztendeje jelentős eseménynek számít a DX-erek világában a *St. Heléna Rádió DX*-műsorának meghallgatása. Azért jelentős, mert az Atlanti-Óceán déli részében levő parányi kis vulkanikus szigetecske mindössze 122 km<sup>2</sup> s összesen 5550 lakosa van; a lakosok 2500 vevőkészülékkel rendelkeznek. Ez a sziget volt Napóleon száműzetésének helye, s mi inkább Szent Ilona szigetként ismerjük. A szigeten a helyi lakosság tájékoztatására és szórakoztatására egy kisteljesítményű, mindössze 1 kW-os középhullámú adó dolgozik, frekvenciája 1548 kHz. Az ugye kizárt, hogy ezt az adót a szigettől távol bárhol hallani lehetne. De a St. Heléna rádióállomás lelkes vezetője, *Tony Leo* mégis szeretne „ajándékot” nyújtani a világ DX-ereinek, s ezért minden évben egy alkalommal rövidhullámon is sugároznak műsort. Erre a célra megkapják a Cable and Wireless távközlési vállalat St. Helénán dolgozó rövidhullámú adóállomását. A DX-party 1993-ban október 23-án 20.00 UTC-kor kezdődött, SSB módban, 11 092 kHz-en. Két vevőkészülékkel is felkészültem arra, hogy ennek a jeles rádiós eseménynek fültanúja legyek: egy Kenwood R-2000-es

kommunikációs vevőt, s egy Yaesu FRG-7-es, ugyancsak kommunikációs vevőt készítettem elő, a kb. 10 m long-wire antennát REFCOMM DX30-as antennahangolóval kapcsoltam a vevőkhöz. (Rövidhullámú vadászataimhoz általában ezeket a berendezéseket használom, ezen kívül, időnként egy SANGEAN ATS-803A vevővel is dolgozom.)

A St. Heléna SSB-ben sugárzott adására hamar rátaláltam, mivel 11 092 kHz környékén nem dolgoznak műsoradók. Igaz ebben az adásmódban meglehetősen furcsán hangzik a rockzene, de ez alkalommal nem zenei élvezetet kerestek a hullámvadászok. Az adás tulajdonképpen nem állt másból, mint hogy Tony Leo azokkal a DX-ekkel beszélgetett, akik az adást hallgatva azon melegében telefonon hívták őt, s élőben hallgathattuk vételi jelentéseiket. Kitüntetett eseménye ez a néhány óra a világ DX-ereinek; ezt az is bizonyítja, hogy egy-egy zeneszámot követően folyamatosan érkeztek a telefonhívások a világ minden tájáról. Például az adás idején, ahogy Tony bejelentette a telefonszámot, néhány perc elteltével már érkeztek a hívások Németországból, Hollandiából, az Egyesült Államokból és Japánból is. A hívók elmondták, hogy milyen SINPO-val veszik az adást, milyen készüléket használnak. 3 órát hallgattam ezt a ritkaságnak számító adást Újpesten, s a log-ba ez alkalommal 44333-as SINPO-érték került.

## Vallási rádiók a rövidhullámokon

Rövidhullámokon vadászgatva rádióm keresőjével már évtizedekkel ezelőtt találtam olyan állomásokat, amelyek nagy energiával, általában angol nyelven, kizárólag vallási szövegeket sugároztak; többnyire felolvasásokat a Bibliából, vagy prédikátorok indulatoktól fűtött szónoklatát. Közöttük vallási énekeket adtak, igaz nem egyszer a rockzenéhez hasonlatos stílusban. Ezen állomások – főleg az Amerikából sugárzók – azonosítása nem jelentett nehéz feladatot, mivel az amerikai rádiózási törvények előírják, hogy meghatározott időközönként minden rádió

a nevével vagy a hívójelével kell, hogy bejelentkezzen.

Ilyen rádióállomással napjainkban is jóformán valamennyi nagyobb egyház rendelkezik, s közülük talán a leg-híresebb a Christian Science Church-é, a *Christian Science Monitor World Service* (CSMWS). Ez az egyház nagy tapasztalattal rendelkezik a tömegközlelési eszközök területén, hiszen azonos nevű lapjuk már évtizedek óta világhírré tett szert. (A folyóirat nem vallási közleményeket közöl, hanem általános tájékoztatással szolgál.) Jónéhány esztendeje éjszakai televíziós hírmagazint is indítottak, majd létrehozták a rövidhullámú világszolgálatot. Több tízmillió dollárért vásárolták a rádióállomást, amelynek alapja három nagyteljesítményű rövidhullámú adó. (A legfrissebb hírek szerint az USA Maine államában levő WCSN hívójelű állomást az óriási üzemeltetési költségek csökkentése érdekében eladják.)

A Christian Science Monitor World Service legújabb adásrendje a következő:

00.00 ... 02.00	9850 és 9455 kHz
02.00 ... 04.00	9455 kHz
04.00 ... 06.00	9840 kHz
06.00 ... 10.00	5850 kHz
10.00 ... 12.00	13770 kHz
12.00 ... 16.00	15665 kHz
16.00 ... 20.00	21640 kHz
20.00 ... 24.00	13770 kHz

További vallási rádiók adásrendje (az adások angol nyelvűek, ahol külön nem jelezzük):

### KCBI

Telephelye: Denton, USA	
02.30-14.00	9815 kHz
14.00-02.30	15375 kHz

### KGEI International

Telephelye: Redwood City, USA	
spanyol nyelven	
03.15-14.00	9615 kHz
14.00-16.00	15355 kHz
22.00-23.00	15280 kHz
23.30-03.15	15280 kHz
portugálul	
23.00-23.30	15280 kHz
oroszul	
02.00-06.00	7365 kHz
Radio Station KJES	
Telephely: El Paso, USA	
13.00-16.00	11715 kHz

18.00-21.00 9510 kHz  
**KTBN**  
 Telephely: Santa Ana, USA  
 02.00-16.00 7510 kHz  
 16.00-02.00 15590 kHz  
**KVOH**  
 Telephely: Van Nuys, USA  
 01.00-04.00 13696 kHz  
 04.00-08.00 9785 kHz  
 12.00-04.00 17775 kHz  
**WEWN Catholic Radio Service**  
 Telephely: Birmingham, USA  
 00.00-01.00 17890 kHz  
 00.00-04.00 9410 kHz  
 01.00-03.00 9985 kHz  
 03.00-05.00 7520 kHz  
 04.00-08.00 9350 kHz  
 05.00-10.00 7465 kHz  
 08.00-10.00 9985 kHz  
 13.00-16.00 21670 kHz  
 13.00-17.00 11735 kHz  
 13.00-18.00 18930 kHz  
 14.00-18.00 13710 kHz  
 16.00-18.00 21670 kHz  
 16.00-24.00 13615 kHz  
 17.00-22.00 21735 kHz  
 18.00-20.00 21670 kHz  
 18.00-20.00 13710 kHz  
 20.00-22.00 7540 kHz  
 20.00-22.00 11970 kHz  
 20.00-24.00 13710 kHz  
 22.00-02.00 11885 kHz  
 22.00-08.00 7540 kHz  
 22.00-10.00 5825 kHz  
 22.00-24.00 17760 kHz  
**WHRI, World Harvest Radio**  
 Telephely: Noblesville, USA  
 00.00-13.00 7315 kHz  
 08.00-11.00 7355 kHz  
 10.00-13.00 9850 kHz  
 11.00-14.00 11790 kHz  
 13.00-17.00 9465 kHz  
 14.00-18.00 15105 kHz  
 16.00-24.00 13765 kHz  
 18.00-23.00 17830 kHz  
 23.00-08.00 9495 kHz  
**WYFR-Family Radio**  
 Telephely: Oakland, USA  
 00.00-01.00 6085 kHz  
 01.00-03.00 6065, 9505,  
 15440 kHz  
 03.00-05.00 9880, 11915,  
 13695 kHz  
 05.00-07.00 5985 kHz  
 06.00-08.00 7355, 9680,  
 13695 kHz  
 10.00-11.00 5950 kHz  
 11.00-12.00 5950, 7355 kHz  
 12.00-13.00 5950, 7355,  
 17760, 11830 kHz  
 13.00-14.00 5950, 7355,  
 11830, 13695,

17760 kHz  
 14.00-15.00 9705, 11830,  
 17760 kHz  
 15.00-17.00 11830, 15215,  
 17760 kHz  
 17.00-19.00 21500 kHz  
 19.00-20.00 15355, 21615 kHz  
 20.00-22.00 7355, 15566, 17750,  
 21525 kHz  
 22.00-23.00 7355, 17750,  
 21525 kHz

**Worldwide Christian Radio**  
 Telephely: Nashville, USA  
 00.00-10.00 7435 kHz  
 01.00-12.00 5920 kHz  
 10.00-24.00 15690 kHz  
 12.00-05.00 7365 kHz  
**Worldwide Gospel Radio, WJCR**  
 Telephely: Millerstone, USA  
 00.00-24.00 7465 és 7490 kHz

Az egyik legrégebbi vallási rádió, s a DX-erek körében talán a legismertebb a *HCFB La Voz de Los Andes*. Telephelye Quito, Ecuador. Érdekes, szórakoztató, nem kizárólagosan vallási szövegekből álló műsorát több nyelven sugározza:

cseh nyelven  
 05.00-05.30 6205, 11835,  
 17490-SSB  
 15270, 17790

18.00-18.30  
 angol nyelven  
 00.30-04.30 17490-SSB  
 00.30-22.00 21455-SSB  
 07.00-08.30 6205, 11835  
 07.00-09.30 17490-SSB  
 10.00-10.30 17490-SSB  
 12.00-16.00 17490-SSB  
 19.00-20.00 15270, 17790  
 19.00-20.00 17490-SSB  
 21.30-22.00 11835, 15270  
 21.30-22.00 17490-SSB  
 23.00-24.00 21455-SSB

Angol nyelvű adásaiban DX-ereknek és rádióamatőröknek különleges műsort is sugároz (lásd később).

Európából sugárzó vallási rádió az *Adventist World Radio Europe*. Telephelye Forli, Olaszország. Több nyelven sugároznak műsort; ezekből kettő:

angol nyelven  
 05.30-06.00 12060 via Samara  
 (Oroszország)  
 7210  
 07.00-08.00  
 17.00-17.30 12060 via Samara  
 német nyelven  
 06.00-06.30 12060 via Samara  
 09.00-10.00 7210  
 12.00-13.00 7230  
 20.00-21.00 7140  
 via Jekaterinburg

## A nemzetközi rádiók DX-ereknek és rádióamatőröknek szóló műsorai

Csupán becslést adhat, hogy több mint tízezer olyan rövidhullámon dolgozó adóállomás működik, mely a nagyközönségnek szóló műsort sugároz, a világnak szinte valamennyi országából. Ezeknek az adásoknak a legnagyobb része angol nyelvű. Készítőiknek nyilvánvaló szándéka szerint mindenkit szeretnének állandó hallgatójuknak tudni. Ennek ellenére azzal is tisztában vannak, hogy a hallgatók zöme egy viszonylag szűk rétegből kerül ki. Aból a rétegből, amely valamilyen okból vonzódik a rádiózáshoz, s van kedve és türelme a tengernyi állomás közül a számára megfelelőt kiválasztani, továbbá nem kis ügyességgel, úgy ahogy hallhatóvá tenni. E réteg fontos tulajdonságai közé tartozik, hogy esetleg több nemzetközi rádióhoz is viszonylag rendszeres hallgatójává válik, s mondjuk a Voice of America adásától a Pekingi Rádió műsoráig sokmindent szívesen meghallgat. Éppen ezért a rövidhullámú rádiók hallgatói, a DX-erek számára a legtöbb rádióállomás külön „szakmai” összeállítást is sugároz.

A következőkben a világ fontosabb rádióállomásai DX- és media-programját ismertetem. Az adásrend (schedule) időpontjai UTC-ben:

### *Radio Argentina al Exterior*

angolul  
 szerdán 18.15-kor 15345 kHz-en,  
 csütörtökön 01.15-kor 11710 kHz-en,  
 franciául  
 csütörtökön 21.15-kor 15345 kHz-en,  
 pénteken 03.15-kor 11710 kHz-en,  
 németül  
 pénteken 22.15-kor 15345 kHz-en.

### *Radio Australia*

angolul csütörtökön 11.30, 19.30-kor  
 15630, 15170, 13605, 9580 és  
 9560 kHz-en  
 franciául vasárnap 00.00 és 03.00-kor  
 21740, 17880, 15240 és 11720  
 kHz-en

### *Radio Austria*

németül  
 Kurzwellen Panorama szombat  
 04.05, 08.05, 11.05, 14.05, 17.05  
 és 20.05-kor,  
 DX-Telegramm vasárnap 00.55,  
 05.55, 08.55, 11.55, 15.55, 18.55



és 20.55-kor. Frekvenciák: 15450, 15410 és 6155 kHz

**Radio Vlaanderen International**  
angolul  
vasárnap 00.35-kor 5910 kHz-en,  
hétfőn 07.35, 10.05, 14.05-kor,  
szombaton 07.35, 10.05, 14.05, 19.05  
és 22.05-kor 9925, 17515 és  
21815 kHz-en.

németül  
vasárnap 08.30-kor,  
hétfőn 09.30-kor,  
pénteken 18.30-kor 17515, 11645,  
9905 és 5910 kHz-en.

**Radio Sofia**  
angolul  
vasárnap 21.45-kor,  
hétfőn 01.45-kor,  
pénteken 16.30, 19.15, 23.30,  
vasárnap 05.45 és 12.15-kor 6085,  
9700, 11720 kHz-en.

**Voice of Free China**  
angolul minden hónap utolsó vasár-  
napján 02.40, 03.40, 07.40 és  
22.40-kor 5950 és 11915 kHz-en.

**Radio Habana, Cuba**  
angolul vasárnap 00.30, 01.30, 03.30-  
kor 6060, 9815-SSB, 13660,  
17760 kHz-en,  
kedden 21.30-kor 17760 kHz-en,  
szerdán 00.30, 01.30 és 03.30-kor (a  
vasárnapival azonos frekvenciá-  
kon)  
szombaton 21.30 és 22.30-kor 17760  
és 6180 kHz-en.

**Radio Prag (Csehország)**  
angolul vasárnap 04.15-kor 9405,  
7345 és 5930 kHz-en,  
szerdán 18.15, 21.15 és 22.15-kor  
7455, 9800 és 6085 kHz-en,  
csütörtökön 03.15-kor 9700 és 11720  
kHz-en,  
pénteken 00.15-kor 7455 és 9700  
kHz-en,  
szombaton 18.15 és 22.15-kor 6085,  
7455 és 9700 kHz-en.

**HCJB Quito, Ecuador**  
angolul  
„DX Party Line”  
szombaton 07.38, 10.08, 19.08 és  
20.38-kor,  
vasárnap 00.38, 03.08 és 05.08-kor  
17490 (SSB) 6205 és 11835 kHz-en,  
„Ham Radio Today”  
szerdán 08.00, 10.30, 17.00, 19.30 és  
21.00-kor, csütörtökön 01.00,  
03.30 és 05.30-kor a fentivel azo-  
nos frekvenciákon.

**Radio France Internationale**  
franciául

„Radio Activité” szombaton 05.08-  
kor 9805, 15300, 6045 kHz-en,  
„Courier Technique” szombaton  
12.23 és 21.44-kor 9790, 11670,  
21645 kHz-en,  
vasárnap 07.23-kor 11670, 6175 és  
15425 kHz-en.

**Deutsche Welle**  
angolul  
minden hónap első vasárnapján  
01.13, 03.13 és 05.13-kor 6040,  
6145 és 9700 kHz-en,  
németül  
minden hónap 3., 4. és 5. szombatján  
09.15, 13.15, 17.15 és 21.15-kor  
6075, 9545, 15135 és 17560 kHz-  
en,  
ezt követő vasárnap ismétlés 01.15 és  
05.15-kor a szombatiival megegye-  
ző frekvenciákon.

**Radio Netherlands**  
angolul „Media Network” csütörtök-  
ön 01.50, 07.50, 09.50, 11.50,  
13.50, 17.50 és 19.50-kor 5955,  
7305, 9605, 17605 és 21515 kHz-  
en,  
pénteken 00.50, 02.50 és 03.50-kor  
5955, 7305 és 9605 kHz-en.

**Radio Japan**  
angolul  
„Media Roundup”  
vasárnap 05.30, 14.30, 17.30 és  
21.30-kor 7230, 9750, 11740,  
11925, 15410 kHz-en,  
hétfőn 01.31-kor a vasárnapival meg-  
egyező frekvenciákon.

**Radio New Zealand**  
angolul  
a hónap 1. és 3. hétfőjén 04.30-kor, is-  
métlés csütörtökön 08.30-kor,  
pénteken 19.30-kor 9510, 11735  
és 15120 kHz-en.

**Golosz Rosszii (Moszkva)**  
oroszul  
vasárnap 12.30 és 15.30-kor, hétfőn  
02.30, 05.30 és 09.30-kor, szer-  
dán a sok-sok frekvencia közül  
csupán néhány nálunk is jól hall-  
ható 7440, 9560, 11630, 11830,  
13680, 15305, 15600, 17795 és  
21840-en 13.30, 16.30, 19.30 és  
23.30-kor, csütörtökön 01.30 és  
06.30-kor.

**Radio Sweden**  
angolul  
„Media Scan” a hónap 1. és 3. csütörtök-  
jén 12.40, 13.40, 14.40, 17.25,

18.40, 21.40, 22.40 és 23.40-kor  
6065, 9655, 11695, 15240 és  
17870 kHz-en.

**Swiss Radio International**  
angolul  
„Swiss Shortwave Merry-Go-Round”  
szombaton 06.18, 09.18, 11.18,  
13.18, 15.18, 17.18, 20.18 és  
21.18-kor,  
vasárnap 01.18 és 04.18-kor 6135,  
9885, 12035, 13635, 15505 és  
17740 kHz-en.

**BBC World Service**  
angolul  
„Wave guide”  
szombaton 10.30-kor,  
szerdán 04.15 -kor,  
csütörtökön 01.30-kor 6195, 9410,  
12095 és 15070 kHz-en.

**Voice of America**  
angolul  
„Communications World”  
szombaton 16.10 és 21.10-kor 9700,  
9760, 15205, 15415 és 19379  
(SSB) kHz-en.

A nemzetközi rádiók DX-műsorainak felsorolása természetesen nem teljes, hiszen csupán az Európában eséllyel „vadászható” ismertebb rádiók említésére vállalkozhattam. A nemzetközi rádiók időnként változtatják a frekvenciákat és az időpontokat (téli-nyári adásrend), de a műsorok azonosításának, vadászatának türelmet igénylő munkáját kárpótolja a nagyszerű szórakozás!

## A repülőrádiózásról

Már több alkalommal írtam arról, hogy a hatalmas távolságokra repülő, óriási utasszállító gépek nem csupán a helyi irányítóállomásokkal rádióznak az URH-sávon, de a rövidhullámokon is igen gyakran forgalmaznak, s a DX-erek számára e forgalmazások megfigyelése különleges csemegének számít. A gépek összeköttetést tartanak üzemeltető társaságaikkal is, s erre külön kijelölt frekvenciákat használnak. Íme néhány légitársaság frekvenciája, amelyeket érdemes megfigyelni:  
Fast Air (Ohawa, Kanada) 13285 kHz  
Nationair (Montreal, Kanada) 13339 kHz  
Tarom (Bukarest, Románia) 10021 kHz  
Gulf Air (Falcon-Bahrain) 5538, 11354, 13339, 17931,

	21943 kHz.
Middle East Airlines (Cedar Base, Bejrut)	10093, 13330, 17931, 21943 kHz.
Air India (Bombay)	6637, 8930, 10072, 13330, 17916, 21943 kHz.

A repülőgépek járta légi országok, légifolyosók igen sok esetben vezetnek olyan lakatlan területek felett, ahol nem lehetséges az URH-sávban szokásos radarirányítás. Ugyanez a helyzet a tengerek és az óceánok felett is. Ilyen folyosókon az irányítás is rövidhullámokon történik. Az Atlanti-Óceán északi része felett a következő frekvenciákon folyik a gépek irányítása (a frekvenciák kHz-ben):

NAT A	NAT B	NAT C	NAT D	NAT E
3016	2899	2872	2971	3476
5598	5616	5649	4675	6628
8825	8864	8879	8891	8906
13306	13291	11336	11279	11309
17946	17946	13306	13291	17946

Az irányítás központjai: Izland, Shanwick, Santa Maria, New York, Gander. Az afrikai terület felett a következő frekvenciákon folyik az irányítás:

AFI1	AFI2	AFI3	AFI4	AFI5
3452	3419	3467	2878	3476
6535	5652	5658	5493	5634
6673	8894	11300	6586	8879
8861	13273	13288	8903	13306
13357	13294	17961	13294	17961
17955	17961			

Itt az illetékes országok fővárosa az irányítóközpont, pl. Kairo, Nairobi, Dar es Salam, Tripoli, de Indiában Bombay. (Az adatok a brit *Short Wave Magazine* 1994. évi márciusi számából származnak.)

### Mit szabad hallgatni Amerikában?

Minden DX-er örök problémája: olyankor mi a teendője, ha készülékének keresője nem a nagyközönség számára sugárzott adásra talál, hanem valamelyik „Utility”, szolgálati állomás, egyébként kiválóan hallható és meg is érthető közleménye bukkan elő az „éterből”. Rémüljön meg és sietve tekerje tovább a rádió keresőjét, vagy inkább lélegzetét visszafojtva „hallgassa ki” a nem a nyilvánosságnak szánt beszélgetést? (Rádiótechnika 1990/8., 383. o.)

Magam is többször foglalkoztam írásaimban a DX-er ilyen dilemmájával, amelyekből kitűnhetett, hogy a probléma egyértelmű feloldása nem létezik. A magam tapasztalatából is tudom: egyedül a jó ízlés, az etika elvei azok, amelyek korlátot állíthatnak. Ezekről vezérelve válogatom meg a DX-vadászatom tárgyait.

A probléma – természetesen – Amerikában is létezik, de kissé másként, mint nálunk. Általában az Utility-állomások lehallgatásának tiltása, vagy akárcsak korlátozása ott fel sem merül, s az amerikai DX-er kiadványokban ezer- és ezerszámra olvashatom az Utility-tippeket; hajók, repülők frekvenciáját, de még a rendőrség és az FBI frekvenciáit is. Az illetékes hatóságoknak semmi problémát nem jelent e „titkok” nyilvánosságra hozatala, s korlátozásukról még soha sem hallottam.

Azt azonban eddig is tudtam, hogy a magánélet, s különösen az üzleti tevékenység szigorúan védett szférája az amerikai életnek. Ezzel magyarázható, hogy a gépkocsiból üzemeltethető, úgynevezett „Cellular telephone” (amelyeken ugyebár főleg a magán- és üzleti élet beszélgetéseit folytatják a készülék tulajdonosok; cikkünk a 19. oldaltól) lehallgatásának tiltása, már esztendőnk óta komoly probléma. Egyes államokban már hosszú ideje tilos, de a szövetségi kormány is hozott már törvényeket, rendeleteket, hogy kizárólag ezeket, a 800 MHz-es sávban dolgozó állomásokat tilos legyen lehallgatni. (Amerikában 800 MHz-en dolgoznak a mobil telefonok.)

Az amerikai DX-erek egyik legismertebb folyóiratában, a *Monitoring Times*-ban olvastam, hogy az illetékes hivatal, az FCC (Federal Communications Commission) rendeletben tiltja meg az ilyen sávot is venni képes készülékek behozatalát az USA-ba. Pardon, de nem ilyen egyszerű a helyzet. Ugyanis csupán a kereskedelmi mennyiségű készülékbehozatal tiltja, mert magánhasználatra 2-3 db-ot, némi formáság után bárki bevihet az országba. Néhány oldallal később olvasom a lap szerkesztőségének közleményét, amelyben elhatárolják magukat az egyik kereskedő cégnek a lapban közzétett reklámjától, mert annak ajánlatai a törvénybe ütköznek. De még ez sem minden az amerikai celluláris telefonok ügyében. Ugyanebben a folyóiratban még kettőt lapozok, s a következő, feltűnően nyomtatott hirdetést olvasha-

tom: egy cég arra vállalkozik, hogy az olyan készülékekbe, amelyekből a FCC kiiktatta a 800 MHz-es sávot, kb. 20 dollárnyi költségért ők ezt visszaállítják. A készülék egyébként postán is elküldhető hozzájuk. Íme, ily módon sikerült szabályozni Amerikában a celluláris telefonok lehallgatását.

### Érdekes DX-er kalandok

Azok a hullámvadászok, akik időt és fáradságot nem kímélnek, s természetesen szerencséjük is van, miként az igazi vadászoknak, azok egészen különleges események fültanújává is válhatnak. A következő történetet szintén az amerikai DX-er magazinban, a *Monitoring Times*-ban olvastam.



A közelmúltban az amerikai Parti Őrség, a Coast Guard parancsnoksága kitüntetett egy amerikai rádióamatőrt és DX-ert, mert az sikerrel *megakadályozott* egy tengeri mentőakciót.

A Coast Guard rádiófigyelő szolgálata szünet nélkül figyel azokat a vészfrekvenciákat (2182 és 8364 kHz), amelyeket kizárólag bajbajutott hajók, vízijárművek használhatnak. Az egyik éjszaka segélyhívást vettek. Ebből az derült ki, hogy a Bahama-szigetektől néhány száz kilométerre, a Turks és Caicos szigetekenél szerencsétlenül járt és süllyedő egy hajó. A parti őrség azonnal hozzálátott a mentési munkálatok megszervezéséhez, a repülőgépek és a hajók riasztásához. Ekkor egy telefonhívás érkezett hozzájuk. Egy rádióamatőr és DX-er, név szerint Mr. Woods hívta őket, akinek rádióamatőr hívőjele KN4ZT. Elmondta, hogy valaha tengerészeti rádiós volt, most pedig szenvedélyes hullámvadász, s maga is vette a segélyhívást, mivel készülékével órák óta a segélyhívó frekvencián „parkol”. Mr. Woods azt mondta, hogy volt tengerészeti rádiós tapasztalatai alapján megállapíthatja, hogy csupán „rádiós tréfa” a segélyhívás. De azt is megállapította, hogy az az adóállomás, amely a segélyhívást leadta, olyan hatalmas térről jött készülékén (QTH-ja egyébként a



Virginia állambeli Annadale-ban van), hogy az közvetlen közelében kell, hogy üzemeljen. A Coast Guard emberei megegyezően felülvizsgálták a hívást, s lefűjték a riasztást, ugyanakkor szigorú vizsgálatot rendeltek el. Hamar kiderült, hogy Mr. Woodsnak van igaza. Rövid idő alatt a hamis segélyhívást leadó, magáról megfélemlített rádióst is felderítették. A veszélyes tréfáért szigorú büntetésben részesítették.

A következő történet is Amerikában esett meg; ott, ahol az is megtörténik, hogy a több tízezernyi hullámvadász között még rendőrtiszt is akad. A szóbanforgó, rádiózni szerető rendőrtiszt gépkocsijával tartott hazafelé, miközben kissé szabálytalanul scannerével belehallgatott a celluláris telefonok csatornájának egyikébe. Mindaddig talán oda sem figyelt a hallható beszélgetésekre, míg éles rendőri füle a következőket nem hallotta. Egy férfi – vélhetően a barátnőjének kívánt imponálni – azzal dicsekedett, hogy most „kötött el” egy autót; mondta a típusát, a színét, s éppen abból telefonál. A férfihang azt is közölte, hogy a város mely részén autózik. A rendőrtiszt nem akart hinni a szemének, mert a lopott kocsiból telefonáló ott hajtott előtte. Így néhány perc múlva már bilincs csattanhatott a dicsekvő autótolvaj kezén.

## A kalózok

Változatlanul dolgoznak az engedély nélküli, általában kis teljesítményű, a frekvenciát szabálytalanul használó

kalóz állomások. Egy részük Európában is hallható, főleg akkor, ha tudjuk, hol keressük. E kis állomások – főként rockzenét, s a Disc Jockey által szellemesnek vélt szöveget sugároznak – általában a hatóságoktól nem zavartatva dolgoznak. Elterjedtségüket részben abban látom, hogy – miként az amatőr filmeseknél is tapasztalható, s ez a társadalom által teljesen elfogadott – a készítőknél önmaguknak okoz örömet a nem profi eszközökkel készített műalkotás. A rádióműsorban is, főleg fiatalok, önmaguk megvalósítására törekcsenek. Miután reklámost nem hallok ezekben a rádiókban, így az anyagi haszonra való törekvés kizárt! Sőt, gondolom a berendezések és a sugárzás nem kis költségeit is maguknak az „alkotóknak” kell állniuk. (A pirate station-ok azon típusáról most nem beszéllek, amelyek politikai megfontolásokból sugározzák adásaikat.)

Nézzünk néhány kalózádot, amelyek a rövidhullámokon törekszenek a hallgatók „elbűvölésére”. A kalózádotok egy része rendszerint a 48 méteren, azaz 6200 és 6300 kHz között tevékenykedik. (A nagyobbik részük természetesen FM adó 88 MHz és 108 MHz között.) A rövidhullámon dolgozó kalózok többnyire a hétvégeken, szombaton és vasárnap 09.00 és 11.00 UTC között hallhatók. Két címet is ismerek, amelyekről eljuttatnak ezeknek az adóknak levelet és vételi jelentéseket: P.O. Box 220342, W-5600, Wuppertal 22, Németország, illetve P.O. Box 82, SF-40101 Yyvaskyla, Finnország.

*Radio Meteor* teljesítménye 60 W, s általában 6238 kHz-en dolgozik (időnként 7360 és 7400 kHz között). Disc Jockey és operátor: Rick Ransom.

*Radio Mayday* teljesítménye 20 W vagy 90 W, általában 6275 kHz-en, de időnként 6240, 6258 és 9980 kHz-en is. Hallották már Kanadában is. DJ: Frank N. Stein és Susan Stein.

*Radio Scanwood* teljesítménye számomra nem ismert, s frekvenciája is változó a 48 méteren. DJ: Mister X.

*Radio Bristol* teljesítménye szintén nem ismert, adása változó frekvencián a 48 méteren, többnyire 6233 kHz-en.

*Radio Diablo* a 48 méteren ad 20 W-tal, többnyire a hétvégi éjszakákon.

*Voice of Free Radio* teljesítménye 17 W, 6205 és 6240 kHz-et használja. DJ: Tom Collins, Pale és Lasol.

*Radio Relax*. Ez az állomás rendszeresen időközönként hallható, 15 W-tal a 48 méteren. DJ: Robert Eb.

*Right Wing Radio* csak időnként hallható a 48 méteren. DJ: Tex Willer, Pale, Saigons, Simon Heel és Radio Rambo.

*Radio Decline* változó teljesítménnyel 6140 kHz-en. QTH-ja valószínűleg Pori.

*Radio Bonanza* a 48 méteres sávban hallható, teljesítménye nem ismert, az adásidő változó. DJ: Jack Killian.

Jó vadászatot és jó szórakozást kívánok. Egyben az érdeklődők szíves figyelmébe ajánlom a DX-ereknek szóló korábbi írásaimat a Rádiótechnika évkönyveiben és lapszámaiban.

*A „Dallamgenerátorok és egyéb érdekességek” c. cikk befejezése. (Folytatás a 62. oldalról)*

Az integrált áramkör vezérlőlogikájának óragerátorát a csipbe integrálták. A frekvencia értéke azonban kívülről az R<sub>1</sub>-gyel állítható be.

A hangszórót a T hajtja meg, melynek bázisát az R<sub>2</sub>-n keresztül az IC 3. lábáról vezéreljük.

### 7.1. A multisziréna elkészítése

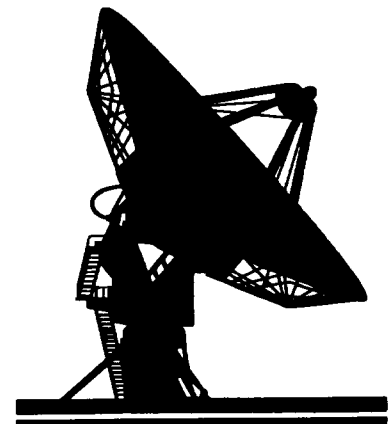
Az áramkört a 25. ábra szerint elkészített nyák-ra szerelhetjük. Ez a szerző üzletében az egész áramkör egységcsomagjával együtt megvásárolható. Az ültetést a 26. ábra alapján végezzük.

A panelre forrasszuk fel a kapcsolók és a teleptartó kivezetéseit. Ez utóbbi két ceruzaelemet befogadó típus legyen. A K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> céljára általában egy négyállású, kétáramkörös tolokapcsolót tartalmaz az egységcsomag. Ezzel a két kapcsoló állásának lehetséges kombinációi szerinti funkciók az ültetési rajz alatti bekötés alapján egyesíthetők.

Az áramkör bemerést, beállítást nem igényel. Bárhogy kötöttük is be a K<sub>1</sub> és K<sub>2</sub>-t, a K<sub>3</sub> megnyomásakor azonnal működnie kell.

A kis panelt és a teleptartót az egységcsomagban található Hobbi hangdobozban kényelmesen elhelyezhetjük. Ha a hangerőt nem találjuk elegendőnek, meg kell építeni hozzá a kínálatunkban szereplő 14 W-os monó erősítőt (lásd:

*Hobby Elektronika 1991/12*). Természetesen ehhez megfelelő teljesítményű hangdobozt kell csatlakoztatni.



# Kis kézirádiók CB-seknek

Bucsay István okl. villamosmérnök

## BRG AM01-27

A közelmúltban jónéhány vállalat, intézmény stb. leselejtezte és viszonylag kedvező áron továbbadta az alcímben jelzett rádióit. Még több olvasónk találkozott egy korábbi apróhirdetésben szereplő, bedobozolatlan panelokkal is. Kérésükre mutatjuk be 14 év elteltével ismét - a készülékek újra-élesztését elősegítendő - a kapcsolási rajzot (1. ábra). A rádió kistávolságú összeköttetések igénye - pl. építkezés, antennabeállítás, sportrendezvények stb. - esetén jó szolgálatot tehet a CB 26,965 ... 27,405 MHz-es sávban.

Figyelem! A készülék, mint minden más rádió adó-vevő berendezés *hatósági engedélyre kötelezett eszköz!* E témakörben részletes tájékoztató a Hírközlési Főfelügyeletől (HIF, Budapest, Pf. 75. H-1525, tel.: 175-7777) kérhető.

\*

A készülék kétcsatornás, a vevő-rész egyszerűtanszponált rendszerű. Adó kimenőteljesítménye kb. 100 mW, a vevő érzékenysége 1  $\mu$ V körüli. A készülék 12 tranzisztort, 1 diódát és egy mechanikus szűrőt tartalmaz.

A vevőrész a T<sub>1</sub>-T<sub>6</sub> tranzisztorokból épül fel. A bejövő jel induktív csatlakozással (L<sub>2</sub>-L<sub>3</sub>) jut a T<sub>1</sub> bázisára, a felerősített jel a tranzisztor kollektorkörében levő sávszűrőn jelenik meg. A fokozat szabályozott nagyfrekvenciás erősítőként működik. A C<sub>3</sub> kondenzátor a fokozatot neutralizálja. A sávszűrőn át a jel T<sub>2</sub> keverőtranzisztor bázisára jut. A T<sub>2</sub> szintén AGC-zve van, R<sub>7</sub>-en keresztül. A helyi oszcillátor (T<sub>3</sub>) jele a tranzisztor emitterére csatlakozik (L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> tekercs). A keverő kollektorán egy GAMMA gyártmányú mechanikus szűrő biztosítja a kellő szelektivitást. A mechanikus szűrőt kétfokozatú középfrekvenciás erősítő követi (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>). A T<sub>4</sub> fokozat AGC-je érdekes módon a T<sub>1</sub> emitterellenállásán (R<sub>4</sub>) eső feszültséggel van megoldva. A T<sub>1</sub> az AGC-körben mint egyenáramú emitterkövető dolgozik. A T<sub>5</sub>-tel felépített erősítő kollektorköre nem hangolt. E fokozat hajtja meg a demodulátort (D<sub>1</sub>,

C<sub>27</sub>, C<sub>50</sub>). Az AGC-jelet D<sub>1</sub>, R<sub>23</sub>, C<sub>25</sub>, C<sub>26</sub> állítja elő. A demodulátorra egy nagy bemenőellenállású emitterkövető (T<sub>6</sub>) csatlakozik. A tranzisztor emitterében találjuk a hangerőszabályozó potenciométert. A T<sub>7</sub>-T<sub>10</sub>-ből álló egység vételkor hangerősítőként, adáskor modulátorként működik. A fokozatok munkapontjai emitterellenállásokkal stabilizáltak, a hangfrekvenciás fokozat egyenáramú visszacsatolással is rendelkezik (R<sub>35</sub>). A végfokozatot T<sub>9</sub> és T<sub>10</sub> alkotja. Az adó modulálását, ill. vételnél a hangszóró illesztését a Tr<sub>2</sub>-es, fazékmagra tekercselt autotranszformátor végzi. A vételi hangerőt a P<sub>1</sub> potenciométer szabályozza.

Az adó kétfokozatú. A T<sub>11</sub> mint oszcillátor, T<sub>12</sub> pedig erősítőként működik. Mindkét fokozat modulálva van a nagyobb modulációs mélység elérése érdekében. A végfokozat neutralizációját a C<sub>44</sub> kondenzátor látja el. Az antennakörben L<sub>14</sub>, C<sub>47</sub> a második harmonikus (54 MHz) elnyomására szolgáló szívókör.

A készülékben levő teleszkópan-tenna *elektromos* hosszabbítására az L<sub>1</sub> szolgál.

A hátlapon kivezetett tolokcsatlakozó (K<sub>2</sub>) látja el a csatornaváltó feladatát. A Q<sub>3</sub> és a Q<sub>4</sub> kvarc névleges frekvenciája megegyezik a megkívánt adási frekvenciával. Q<sub>1</sub> és Q<sub>2</sub> névértéke a vételi frekvenciától 455 kHz-cel tér el.

A készülék gyári mérési utasítása értelmében beállításfüggő alkatrészek:

- R<sub>35</sub> 20 ... 47 k $\Omega$ ,
- R<sub>39</sub> 47 ... 220  $\Omega$ ,
- R<sub>41</sub> 4,7 ... 5,6 k $\Omega$ ,
- C<sub>22</sub> 0,5 ... 2,5 pF.

Az adó-vevő táplálására 8 db, 1,5 V-os tartós (alkáli) ceruzaelem (más jelöléssel: mignon, LR6, AA vagy AM3) szükséges; hálózat közelsége esetén pedig praktikusán egy tápegység. Figyelem, a rádió ún. pozitív földelt!

## stabo BETA II

Az európai hírközlési hatóságok már a nyolcvanas évektől kezdődően, az ún. CEPT-egyezmény keretében szorgalmazzák az *FM-adásmódra* történő átállást a CB-sávokban. Ennek

hátteréről és az FM előnyeiről részletes elemzés olvasható a Hobby Elektronika 1991/3. számában és a Rádiótechnika 1993/7. számában, valamint a német *stabo-RICOFUNK* cég hirdetéseiben.

A hazai hírközlési hatóság, a HIF egyik jogelődje, a Frekvenciagazdálkodási Intézet (FGI) tájékoztatója értelmében a gyári készítésű *frekvenciamodulált* vagy *fázismodulált* CB-rádiók (26,965 MHz ... 27,405 MHz, max. 4 W, FM) beszerzéséhez és üzemeltetéséhez a CEPT-tagországokban (így hazánkban is) kölcsönösségi alapon csupán *bejelentés* szükséges. Tehát „nem szükséges egyedi vizsgálat, egyedi engedély, és nem kell fizetni a frekvenciahasználati díjat sem. Mivel e berendezések használata frekvenciagazdálkodási szempontból biztonságosnak tekinthető, az FGI e berendezések hazai elterjedését szorgalmazza. Ezért az intézet 1992. dec. 31-től az e normát nem teljesítő berendezések behozatalához nem járul hozzá és 2001. dec. 31-től csak az ETS 300135 (CEPT) normát teljesítő berendezések üzemeltetését engedélyezi.”

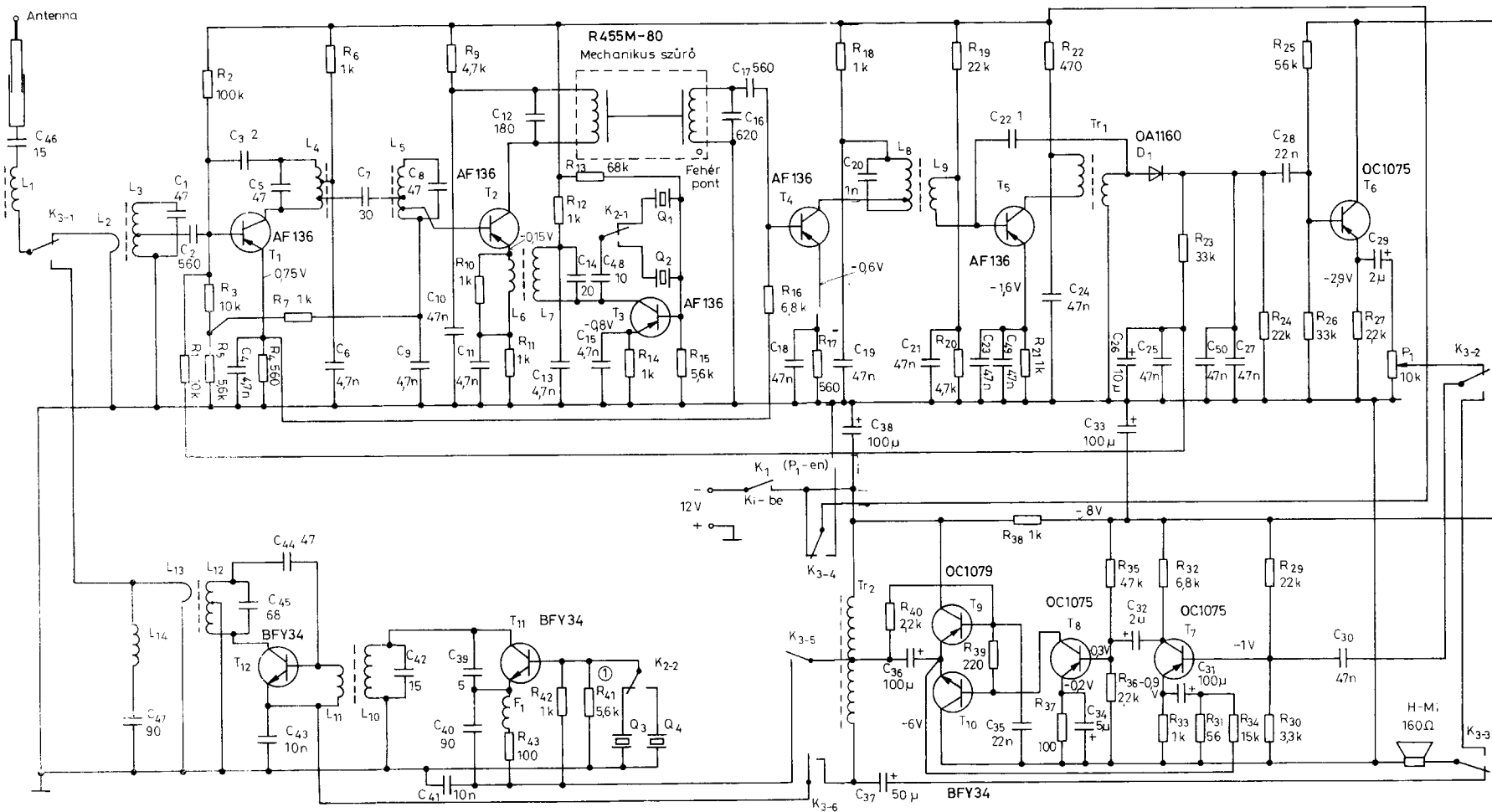
\*

A BETA II csupán egyike azon sok-sok típusnak, amelyek az említett követelményeknek megfelelnek. Kapcsolási rajzát a 2. ábra, az alkatrészek helyét a panelon a 3. ábra szemlélteti. A rádiófrekvenciás kimenőteljesítmény kb. 50 mW, az adásmód F3E (RT '91/10.), a névleges frekvencialököt 2 kHz. A tápellátást egy darab 9 V-os rádióelem („blokktelep”) biztosítja.

Vételkor az antennajel a Q<sub>1</sub> pozíciójelű tranzisztorral felépített rádiófrekvenciás előerősítőre jut. A felerősített jel az IC<sub>1</sub> helyioszcillátor, keverő, KF-erősítő, limiter, FM-demodulátor és zajzár integrált áramkörbe kerül. XL<sub>1</sub> a vételi ág helyioszcillátor-kvarcaként üzemel. A felerősített, határolt, majd pedig demodulált KF-jel, tulajdonképpen már mint hasznos hangfrekvenciás jel az IC<sub>1</sub> után, R<sub>9</sub> és C<sub>20</sub> sarkairól a VR<sub>2</sub> hangerőszabályozón át az IC<sub>2</sub> hangerősítőre jut.

Utóbbi C<sub>29</sub>-en át az SP hangszórót hajtja meg; adáskor, tehát az SW<sub>1</sub> kap-

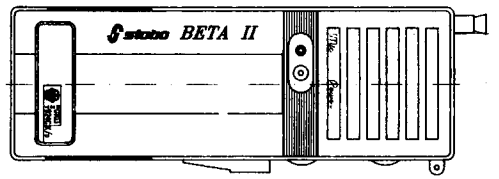
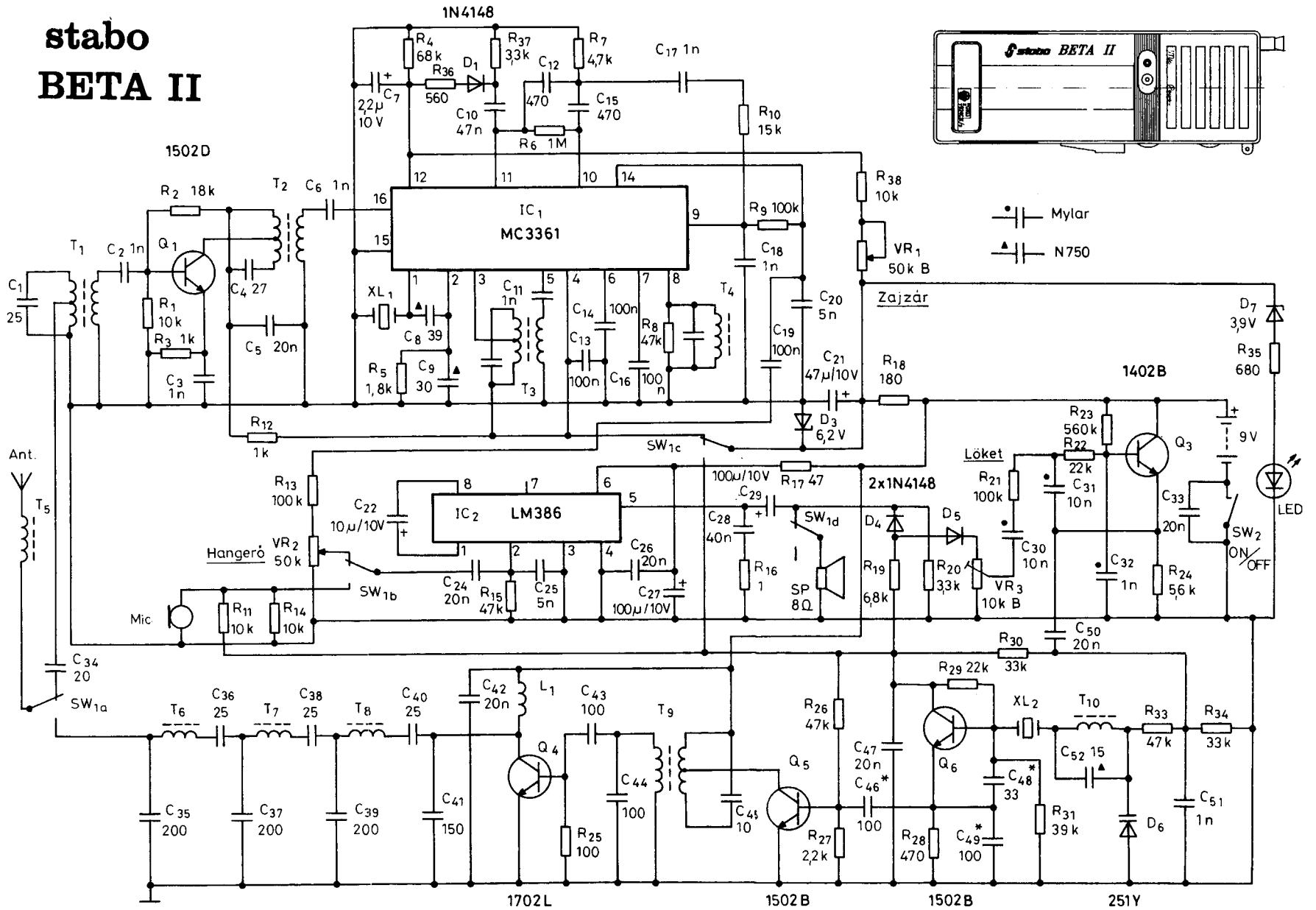
# BRG AM 01-27 CB adó-vevő



K<sub>3</sub> (1-6) vétel állásban

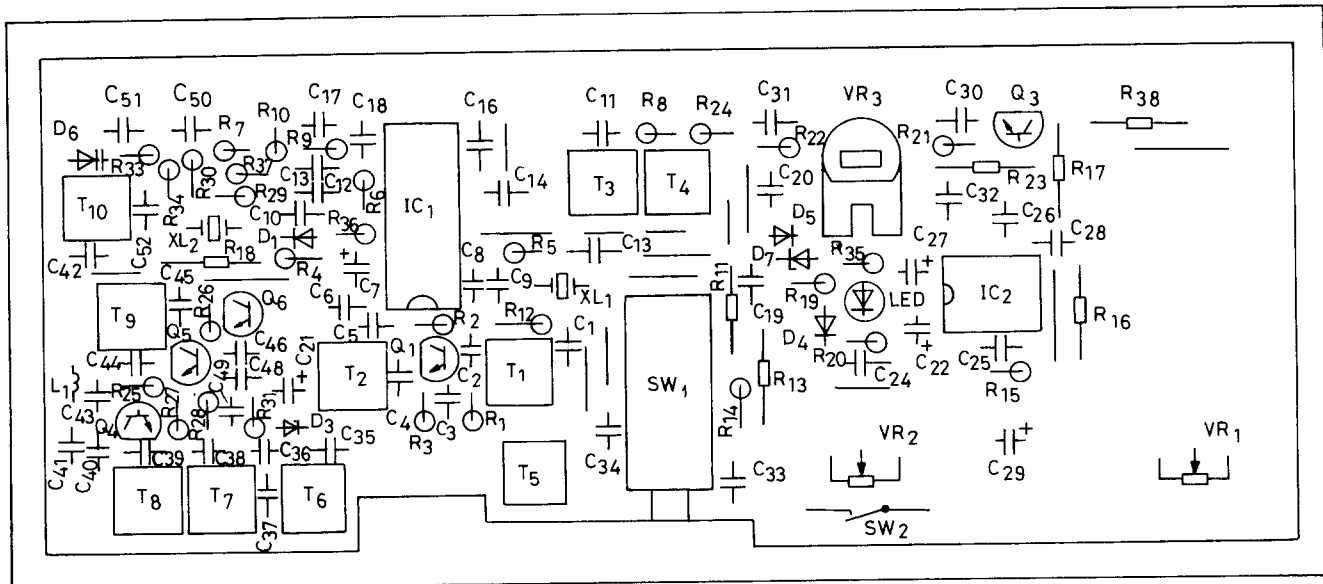
1. ábra

# stabo BETA II



•• Mylar  
▲ N750

2. ábra



3. ábra

csoló másik állásában a mikrofon jelét fogadva a modulátorerősítő szerepét látja el. Q<sub>6</sub>, XL<sub>2</sub> és a környező passzív elemek alkotják az adóoszillátort. Q<sub>5</sub> egy rádiófrekvenciás meghajtó fokozat, Q<sub>4</sub> pedig az adó-végerősítő. T<sub>5</sub> hosszabbítótekerecs a hullámhossz egy-negyedéhez képest is igen rövid teleszkópentennát elektromosan kiegészíti, s így rezonanciára hangolja.

Az XL<sub>2</sub> kvarc frekvenciamodulációját az azzal RF-szempontriból soros D<sub>6</sub> varikap dióda hozza létre. A varikapot adáskor R<sub>30</sub> útján záróirányban előfeszítik, s ezt a Q<sub>3</sub>-mal felépített emitterkövetőből C<sub>50</sub>-en át modulálják. Az emitterkövető az IC<sub>2</sub>-ből a D<sub>4</sub> és a D<sub>5</sub> - adáskor nyitott - kapcsolódiódákon át kapja a hangfrekvenciás jelet. Termé-

zetesen adás idején a hangszóró lekapcsolódik (SW<sub>1-d</sub>).

Néhány gondolat a készüléken belüli tápáramkörökről. A „nyers” 9 V-ot kapják:

- a Q<sub>3</sub> emitterkövető,
- az IC<sub>2</sub> hangvégfok,
- Q<sub>5</sub> kollektorköre és
- Q<sub>4</sub> RF-végfokozat.

Az R<sub>18</sub>-D<sub>3</sub> taggal stabilizált és C<sub>21</sub>-gyel szűrt 6,2 V-ot kapják:

- a bekapcsolást jelző LED,
- vételkor IC<sub>1</sub> és Q<sub>1</sub>,
- adáskor az elektret mikrofont tápláló R<sub>11</sub>-R<sub>14</sub>, Q<sub>5</sub> bázisköre és Q<sub>6</sub>.

A kapcsolási rajzon a diódák típusjele előtt „1N” jelölés, a tranzisztorok típusjele előtt „2N” jelölés értendő.

\* \* \*

*Kedves Olvasóink! Ez úton is hangsúlyozni kívánjuk, hogy a fentiekben egy-egy gyári készítésű rádiót ismertettünk, tehát nem építési leírást adunk közre! Az adott típusokon kívül számtalan más AM- és/vagy FM-készülék is létezik, nem is beszélve a „hamarosan tiltólistára kerülő” SSB-gépekről ...*

*Javasoljuk, hogy folyamatosan kísérjék figyelemmel a Rádiótechnika és a Hobby Elektronika lapszámaiban megjelenő tárgyi cikkeket és hírdetéseket is.*

REFERENCIÁNK  
AZ EGÉSZ ORSZÁG!

**REFLEX**

PROFESSIONAL

2225 Üllő, Pesti u. 69.

Tel.: 06-60-341-444, 06-29-320-071

Tel./Fax: 06-29-320-688

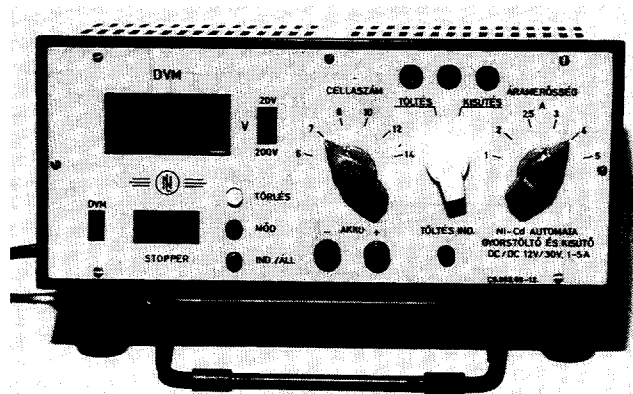
**HANGSUGÁRZÓK**

HANGSUGÁRZÓK, HANGSZÓRÓK, ERŐSÍTŐK,  
PROCESSZOROK, KEVERŐK, MIKROFONOK,  
100 V-OS HANGRENDSZEREK GYÁRTÁSA,  
FORGALMAZÁSA ÉS JAVÍTÁSA.  
KOMPLETT HANGRENDSZEREK TERVEZÉSE  
ÉS KIVITELEZÉSE. HANGTECHNIKAI  
BERENDEZÉSEK LEGNAGYOBB VÁLASZTÉKA  
MAGYARORSZÁGON.

**HANGTECHNIKA**

# Automata gyorstöltő és kisütő Ni-Cd akkukhoz

Németh Lajos tanár



Az 1993. évi RT Évkönyvben közzölt leírásomban részletesen foglalkoztam a Ni-Cd akkumulátorok kezelésével, töltésével és kisütésével.

Az azóta eltelt időben a készülékek használatában szerzett tapasztalatok és a felmerült további kívánalmak alapján egy újabb készülék működési és építési leírásával szeretném az amatőr- és modellezőtársaim e témában meglévő igényeit kielégíteni.

A berendezés energiaforrása a gépkocsi 12 V-os akkumulátora. Így a hálózattól függetlenül a modellezők, kempingezők, horgászok, vadászok – hisz a gépkocsi általában ilyen alkalomkor úgy is jelen van – a helyszínen, rövid idő alatt feltölthetik Ni-Cd akkumulátoraikat.

A most ismertetésre kerülő készülék 6 ... 14 cellából álló akkuköteg 1 ... 5 A erősségű árammal való gyorsöltésére és a töltés megkezdése előtti kisütésére alkalmas. A töltést és a kisütést automatika ellenőrzi, a töltés/kisütési folyamat befejezésekor lekapcsolja a Ni-Cd akkukat.

Elkészítéséhez alapvető elektronikai és építési jártasságra van szükség. Beméréséhez, beállításához elegendő egy digitális multiméter.

## A készülék főbb műszaki adatai:

Bemeneti feszültség:	12 V=
Bemeneti áramerősség:	
7 cellánál	5,5 A,
12 cellánál	9 A
Kimeneti feszültség:	15 ... 30 V, 6 fokozatban állítható
Megengedett töltőáram:	
6 ... 8 cellánál	max. 5 A
10 ... 12 cellánál	max. 3 A

14 cellánál	max. 2,5 A
Hatásfok:	
7 cellánál	
4 A-es terhelés mellett	91%
12 cellánál	
3 A-es terhelés mellett	74%

A készülék fokozatai és azok kapcsolatai az 1. ábrán látható tömbvázlaton nyomon követhetők. A kapcsolási rajzokon az egyes fokozatokat a jobb áttekinthetőség érdekében külön-külön rajzoltam, működésüket is ennek megfelelően tárgyaljuk. Így lehetőség nyílt arra is, hogy más készülékekben önálló egységként is megépítésre kerülhessenek. A kezelőszervek, a K<sub>1</sub> ... K<sub>5</sub> kapcsolók, a nyomógombok, a DVM és a stopper az elemével az előlapra vannak szerelve. Elhelyezésük a fotón tanulmányozható. A BUZ11 teljesítmény-FET, az MBR1645 Schottky-dióda és az MJ2501 darlington tranzisztor a készülék hátlapjára erősített hűtőbordán vannak. A három rész közötti kapcsolatot huzalozással oldottam meg. A kapcsolási rajzokon, a beültetési rajzon azonos betűzéssel meg vannak jelölve az összekötendő pontok. A kapcsolási rajzokon kis üres karikák is jelzik a vezetékek csatlakozási pontjait.

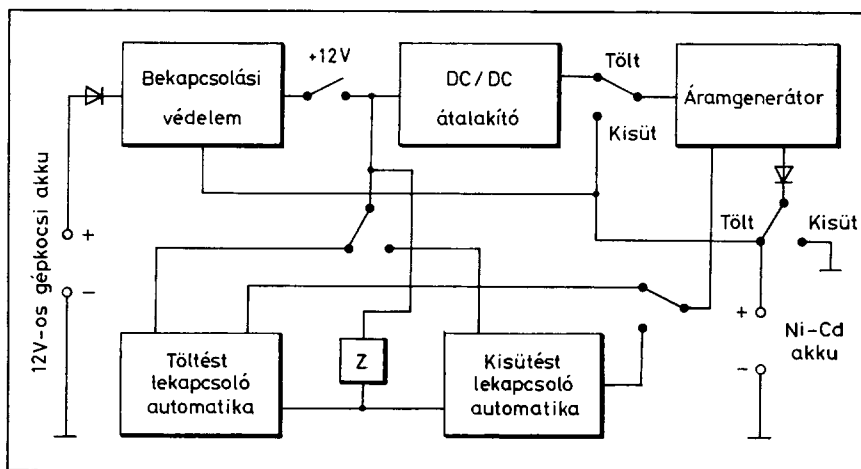
Az 1. ábrán látható tömbvázlaton nyomon követhetők. A kapcsolási rajzokon az egyes fokozatokat a jobb áttekinthetőség érdekében külön-külön rajzoltam, működésüket is ennek megfelelően tárgyaljuk. Így lehetőség nyílt arra is, hogy más készülékekben önálló egységként is megépítésre kerülhessenek. A kezelőszervek, a K<sub>1</sub> ... K<sub>5</sub> kapcsolók, a nyomógombok, a DVM és a stopper az elemével az előlapra vannak szerelve. Elhelyezésük a fotón tanulmányozható. A BUZ11 teljesítmény-FET, az MBR1645 Schottky-dióda és az MJ2501 darlington tranzisztor a készülék hátlapjára erősített hűtőbordán vannak. A három rész közötti kapcsolatot huzalozással oldottam meg. A kapcsolási rajzokon, a beültetési rajzon azonos betűzéssel meg vannak jelölve az összekötendő pontok. A kapcsolási rajzokon kis üres karikák is jelzik a vezetékek csatlakozási pontjait.

## A bekapcsolási védelem és a DC/DC átalakító

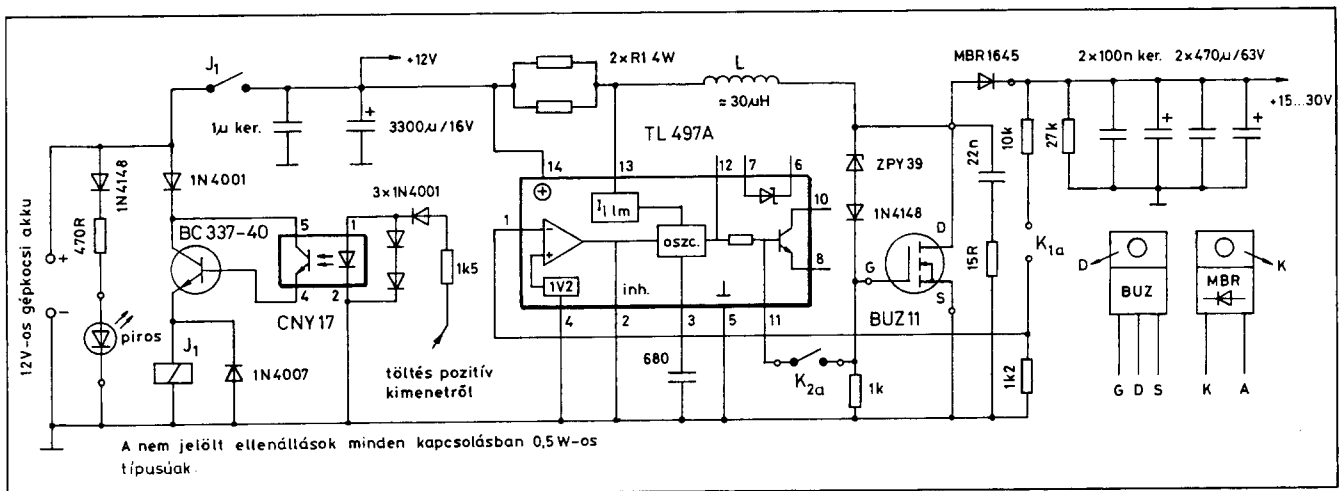
A készüléket a gépkocsi akkumulátorral egy piros (+) és egy fekete (-), kb. másfél méter hosszú, 2,5 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, nagy flexibilitású rézvezetékekkel kötjük össze. Az akkumulátorra csipeszekkel csatlakozunk, a vezetékek másik vége a nyákra van beforasztva a megjelölt helyeken.

A 2. ábrán levő kapcsolási rajz alapján kövessük végig az egység működését!

A gépkocsi akkumulátorra történt rácsatlakozás után a piros LED kigyullad, ha a csatlakozást pólushelyesen csináltuk. Magát a készüléket a BC337-es tranzisztor emittora után kötött J<sub>1</sub> jelfogó kapcsolja be. A relé vi-



1. ábra



2. ábra

szont csak akkor működik, ha a tranzistor vezet, ehhez viszont az szükséges, hogy a bázisa pozitív potenciálra kerüljön. Ezt az optocsatoló valósítja meg abban az esetben, ha a diódája begyűjtött állapotban van. Ehhez a kimeneti hüvelyekre rá kell kapcsolnunk a kisütendő vagy töltendő akkukat, a működéshez szintén polaritáshelyesen. Az optocsatoló diódáját a vele párhuzamosan kapcsolt két soros diódán eső feszültség gyűjtja be, telítésbe vezérlődik ezáltal az optocsatoló tranzistora, rajta keresztül a BC337-es bázisa pozitív lesz, így a J<sub>1</sub> relé bekapcsol. A helytelen polaritású csatlakozás elleni védelem – egyrészt a gépkocsi akkumulátornál, másrészt a Ni-Cd akkunál – ezzel a kapcsolással megvalósítható. Ha úgy gondoljuk, hogy erre a fokozatra nincs szükségünk, akkor elhagyható, bár figyelmen kívül adódó tévedésünk következményét kivédi. Másrészt előnye az is, hogyha le vesszük a kimeneti csatlakozóról a Ni-Cd akkukat, akkor a készülék automatikusan kikapcsol, csak a piros LED jelzi a gépkocsi akkumulátoron levő csatlakozást.

A bekapcsolás után az elkók feltöltődnek 12 V-ra, az átfolyó áram az L tekercsben mágneses mezőt létesít, a TL497-es IC oszcillátora rezegni kezd. Az oszcillátor jelét az IC 11. lábáról vesszük le, mely a TÖLTÉS állásban a K<sub>2A</sub> kapcsolón keresztül a BUZ11 gate elektródájára kerül. Jel esetén a gate pozitív lesz, így a FET kinyit, rajta keresztül az L tekercs rövidre záródik, a megszűnő mágneses mező benne feszültséget indukál. Ezt a feszültséget az MBR1645-ös Schottky-diódával egyenirányítjuk, mely hozzáadódik a

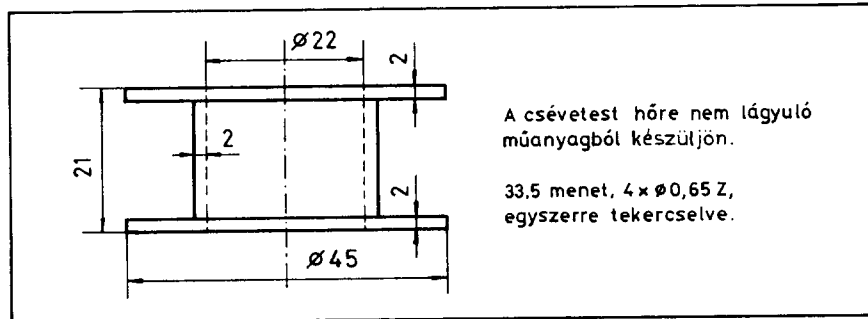
470 µF-os elkókon az előbbi 12 V-os feszültséghez. Így ezek a beállítástól függően 15 ... 30 V-ra feltöltődnek. Az oszcillátor frekvenciája a 680 pF-os kondenzátort figyelembe véve viszonylag elég magas. (A katalógus alapján 470 p ... 10 µF-os kondenzátorok mellett 1 ... 300 kHz a frekvencia.)

A magas frekvencia miatt vegyük figyelembe a következőket. Kapcsolótranzisztorként csak MOSFET-et alkalmazunk, ezek GHz-es jelek kapcsolására is alkalmasak. Másik kedvező tulajdonságuk, hogy igen kicsi az R<sub>DS</sub> ellenállásuk (a BUZ11-nél ez 40 milliohm), így az L tekercs rövidre zárása gyorsan végbemehet, ezáltal magasabb lesz a számunkra fontos indukciós feszültség. Azonban nem kell feltétlenül ragaszkodnunk a BUZ11-hez, beszerezhető ennél jobb paraméterekkel rendelkező teljesítmény-FET is, igaz drágábban.

Egyenirányításra gyors diódát, de még jobb, ha Schottky-diódát alkalmazunk ebben a pozícióban. Ne is kísérletezzünk más típusokkal!

A magas frekvenciánál már jelentkezik az ún. bőrhatás (skin-effektus).

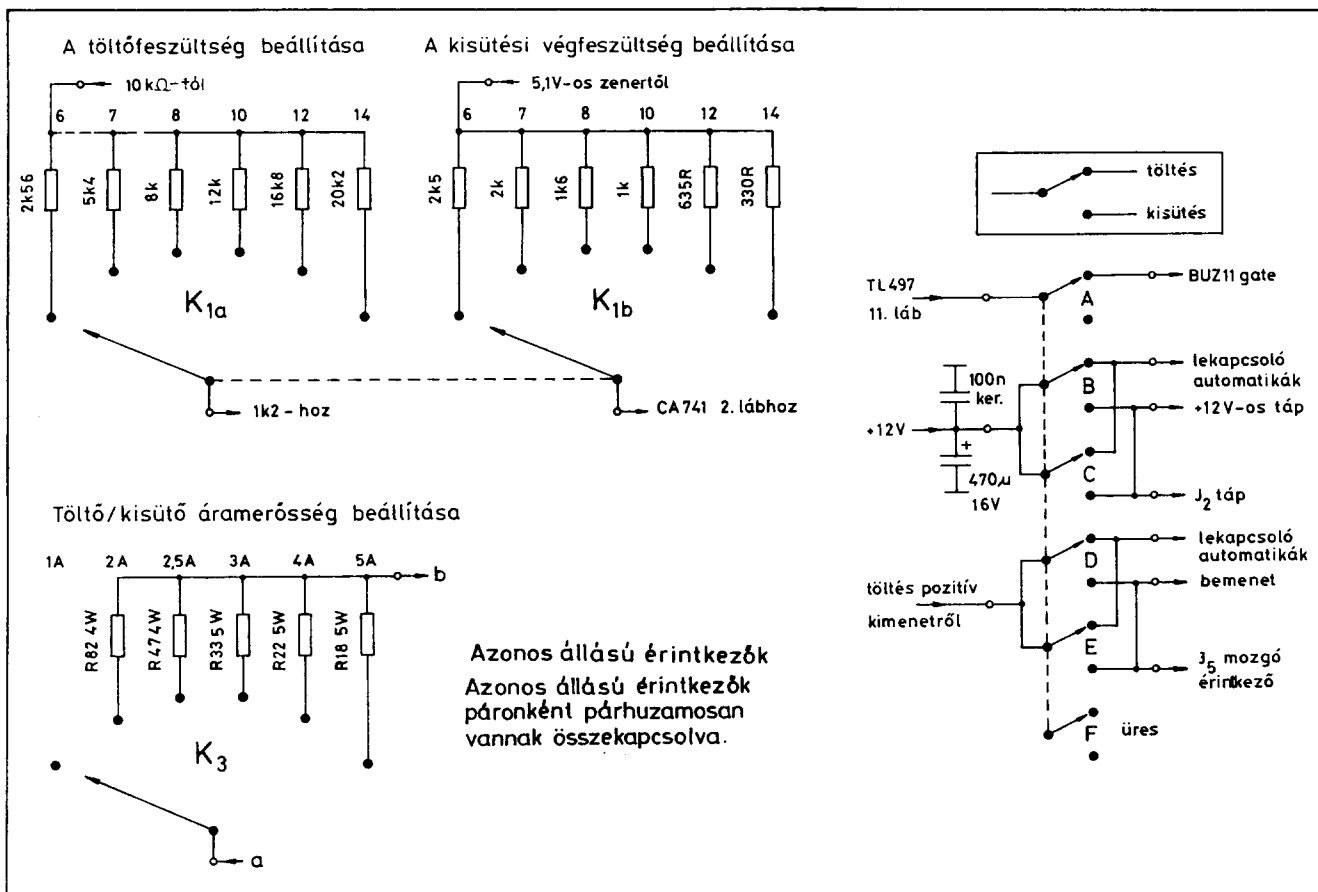
Azért, hogy a szükséges keresztmetszet mellett megfelelő nagyságú legyen a vezeték felülete, több százból tekercselve készítsük el a „légmagos” L tekercset. Csévéjének méretei a 3. ábráról leolvashatók. Működés közben, különösen nagyobb töltőáramoknál a tekercs jelentősen melegszik, ezért a cséve anyagának hőre nem lágyuló műanyagot válasszunk. A tekercset négy szál (kb. 4 m hosszú) Ø 0,65-ös zománcozott huzalból készítsük, a 4 szálát összefogva egyszerre tekercseljünk fel 33 és fél menetet. Nem szükséges nagyon szépen, menet menet mellé tekercselnünk, a csévén vadtekercseléssel is elfér a szükséges menetszám. Felhasználhatunk még 3 szál Ø 0,8-as zománcuzalt is a tekercseléshez, de így már a felület kb. 8%-kal kisebb lesz. A magas frekvencia miatt még egy problémával kell szembenéznünk. Az elektrolyt kondenzátorok nem kedvelik a nagyfrekvenciát. Tekercselt kivitelük miatt nagy az induktivitásuk, működés közben erősen melegsznek. Segíthetünk valamelyest a problémán azzal, hogy párhuzamosan kötünk velük 100 nF-os kerámia kondenzátorokat. Tovább ja-



A csévetest hőre nem lágyuló műanyagból készíthetjük.

33,5 menet, 4 × Ø 0,65 Z, egyszerre tekercselve.

3. ábra



4. ábra

víthatjuk a helyzetet azzal is, ha több kondenzátort kötünk párhuzamosan. A meglévő 2 db 470 μF-os mellé még bekötünk 2 darabot, ha van rá hely a dobozban.

Az előző leírásban említettem, hogy a töltés szempontjából nincs különösebb jelentősége a töltőfeszültségnek, ha az a cellaszám  $\times 1,54$  V-nál legalább 3 ... 5 V-tal magasabb. Felesleges viszont a kevesebb számú cellánál nagyobb feszültséget alkalmazni, mert ez csak a hatásfokot rontja. A kimeneti feszültség változtatására a TL497-es IC-nél van lehetőség, ezért ezt ki is használjuk. Az egység kimenetére rákapcsolunk egy feszültségosztót (10 kΩ + a vele sorosan a K<sub>1a</sub>-n elhelyezett ellenállások és az 1,2 kΩ). Az osztó kimenetéről az IC 1. lábára csatlakozunk. Az ide bevitt feszültséget ez összehasonlítja a saját referencia-feszültségével, és az eredménynek megfelelően beavatkozik az oszcillátor működésébe, annak jel-szünet arányát megváltoztatva szabályozza a kimeneti feszültséget. Az osztó változtatható értékű tagjai a K<sub>1</sub>, 2  $\times$  6 állású tárcsás kapcsolón vannak elhelyezve, a 4. áb-

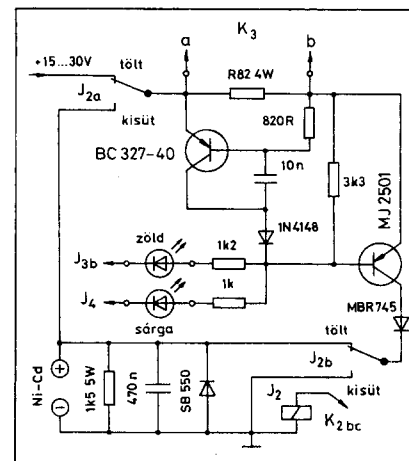
rának megfelelően. Kisebb ellenállásoknál, tehát az 1-es lábba bevitt nagyobb pozitív feszültség mellett az egység kimeneti feszültsége csökken. A szükséges ellenállás-értékeket tapasztalati úton állapítottam meg, így a cellaszámtól függően a K<sub>1a</sub> kapcsoló segítségével ezeket a 10 kΩ-mal sorba kapcsolgatva megközelítően megkapjuk a kimeneten a kívánt feszültségeket:

Cellák száma	Ellenállásérték	U <sub>ki</sub>
6	2,56 kΩ (2,2 kΩ + 360 Ω)	13,5 V
7	5,4 kΩ (4,7 kΩ + 750 Ω)	15,5 V
8	8 kΩ (6,8 kΩ + 1,2 kΩ)	17,5 V
10	12 kΩ	22 V
12	16,8 kΩ (15 kΩ + 1,8 kΩ)	26 V
14	20,2 kΩ (18 kΩ + 2,2 kΩ)	30 V

#### Az áramgenerátor

A Ni-Cd akkumulátorok a töltés teljes folyamán állandó nagyságú töltőáramot igényelnek. Ezért a DC/DC át-

alakító kimenetét a J<sub>2a</sub> nyugalmi érintkezőjén át egy áramgenerátorra kapcsoljuk, mely szabályozása révén biztosítja az állandó nagyságú töltőáramot. Kapcsolási rajza a 5. ábrán látható. Az MJ2501 típusú pnp darlingtonon keresztül folyik a teljes töltőáram. A tranzisztor bázisosztói pozitív irányban a 3,3 kΩ, míg negatív irányban töltés esetén a zöld LED és a vele



5. ábra



soros 1,2 k $\Omega$ . Ugyancsak a bázisra csatlakozik a diódán keresztül a BC 327-es kollektora is. Ha valami folytán a töltőáram pl. megnövekszik, akkor a 0,82  $\Omega$ -os 4 W-os ellenálláson nagyobb feszültség lép fel. Ezáltal a BC327-es bázisa negatívabb lesz, mint előzően, így jobban kinyit, rajta és a diódán keresztül nagyobb pozitív feszültség jut az MJ2501-es tranzisztor bázisára, melynek következtében csökken a rajta átfolyó áram nagysága. Ellenkező esetben az előbbi inverze játszódik le. Tehát a 0,82  $\Omega$ -os figyelőellenálláson létrejövő feszültségváltozás függvényében történik a töltőáram állandó értékének tartása. A darlington tranzisztor nagyobb áram esetén jelentősen melegszik, ezért feltétlen hűtőbordára kell szerelni. A BUZ és az MBR-rel együtt közös hűtőbordára építhető, de mindhárom alkatrészt a bordától csillámlappal el kell szigetelni. A jobb hőátadás érdekében a felületeket kenjük be szilikonszírral, vagy ennek hiányában fehér vazelinnal. A mintakészüléknek két különálló borda van, mint az a fotón is látható, de ez csak azért, mert nem tudtam beszerezni megfelelő széles méretű, függőleges bordázatút. Az MJ2501-es helyett használhatunk más nagyáramú darlington is, pl. TIP145-öt, mely idehaza is beszerezhető.

A 0,82  $\Omega$ -os figyelőellenállás esetén megközelítően 1 A nagyságú a töltőáram. Lehetőségünk van más, ennél nagyobb töltőáramok beállítására is oly módon, hogy a 0,82  $\Omega$ -os ellenállással, a  $K_3$  2  $\times$  6 állású tárcsás kapcsoló segítségével párhuzamosan kapcsolunk (a-b pontok) még más, kiszámított értékű ellenállásokat. A számításokat – ha más töltőáram értékekre van szükségünk – a következők szerint végezhetjük:

Induljunk ki abból, ha  $R = 0,82 \Omega$ , akkor a töltőáram nagysága 1 A (a gyakorlatban valamivel kevesebb). Fejgyük fel, hogy a töltőáramot 2,5 A-re szeretnénk beállítani, azaz két és félszeresére, mint az előbb. Ehhez ennyiedrésznyi eredő ellenállásra van szükségünk a figyelő pozícióban:

$$R = 0,82 \Omega : 2,5 = 0,328 \Omega$$

A szükséges párhuzamos  $R_p$  ellenállás értékét, az előzményeket nem részletezve az alábbi összefüggés alapján számíthatjuk ki:

$$R_p = \frac{R_e \cdot R}{R - R_e}$$

Behelyettesítve az értékeket:

$$R_p = \frac{0,328 \cdot 0,82}{0,82 - 0,328} \approx 0,54 \Omega - \text{ot kapunk.}$$

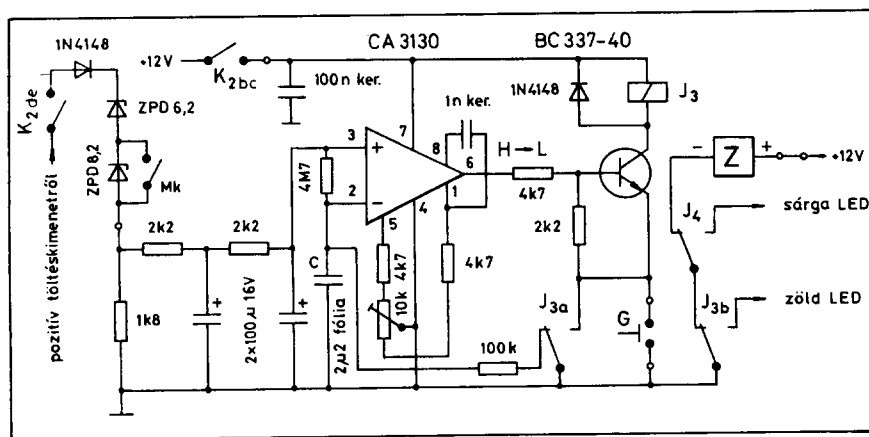
Válasszuk hozzá a szabványértékek közül a legközelebbi alacsonyabb értékűt. Ez a mi esetünkben 0,47  $\Omega$ , és ezt építjük b. A töltés kezdetén a kívánt 2,5 A-nél valamivel többet kapunk, de amikor az akku a töltés végén nagyon tele van, pár tizedet úgy is csökkenni fog a töltőáram, tehát gyakorlatilag nincs értelme a nagy pontosságot megkövetelni. A  $K_3$  kapcsolónak az azonos állású érintkezőit először kössük össze egymással párhuzamosan, hogy a nagyobb áramok kapcsolását is elviseljék, majd forrasszuk fel az érintkezőkre a 4. ábrának és a fotónak megfelelően az ellenállásokat. Itt kell szólnunk ismételen a töltőáram nagyságáról. A gyártók az akkuk töltésére biztonsági okokból a nagyközönség számára a 0,1C-rátát adják meg. Ezt nevezzük normáltöltésnek, ami az akku névleges kapacitásának megfelelő 0,1 résznyi árammal való töltésnek felel meg. Egy 1800 mAh-ás akku esetében ez 14-16 órán át 180 mA-es árammal való töltést jelent. Ismeretes az ún. gyorsított normáltöltés, amely 0,3C-rátával történik 4-6 órán át. Ez sem teszi tönkre az akkumulátorokat, ha a töltés végét jelző melegedéskor az akkukat lekapcsoljuk a töltőről. Harmadik változat a gyorsított, mely 2... 5C rátával valósítható meg 15 ... 60 perc alatt, a töltést lekapcsoló automatika használatával. Ezt az eljárást csak a szintercellás akkuknál szabad alkalmazni.

Miről ismerhető fel vásárláskor, hogy az akku lemezei szinterezéssel

készültek-e, vagy hagyományos standard kivitelűek-e? Erre nehéz egyértelmű választ adni, ahány gyártó, annyiféle jelölés. A Sanyo cég az N betűvel jelöli (jelölte?), pl.



A Kyosho nem tüntet fel erre a célra külön jelet, mert valószínű, hogy csak szintercellást gyárt. Csak az SCR jelet írja fel. A Vartánál RS vagy RSH jelölést találunk. A Panasonic a katalógusban \*-gal jelöli meg, hogy mely akku tölthető gyorsított töltéssel. Tehát csak azt a tanácsot tudom adni, hogy vásárláskor figyelmesen olvassuk el a mellékelt használati utasítást, ha abban gyorsított töltésre utaló megjegyzést találunk, akkor alkalmazhatjuk. Az 500 mAh-ás vagy ennél kisebb kapacitású akkuknál ne kísérletezzünk gyorsított töltéssel, mert az majdnem biztos, hogy az akku tönkremenetelét eredményezi. Miért szorgalmazzuk a gyorsított töltést, ha ezzel esetleg az akkuk épségét veszélyeztetjük? Előszörban nagymértékben lerövidül a töltési idő, mely sok esetben szükséges. A modellező sportban két start között a feltöltésre nem áll rendelkezésünkre 14-16 óra. Másrészt mérési tapasztalatok igazolják, hogy a gyorsított töltéssel megnövekszik a felvett kapacitás, az elektróda-felületek kristályszerkezete kedvezőbben alakul, a cellák kis belső ellenállása tovább csökken, magasabb feszültségre tölthetők. Kisütésnél mindezek kedvezően hatnak a versenyen elérhető eredményekre. A közel-múltban beszerzett legújabb 1700 mAh-ás Sanyo akkuink kifejezetten



6. ábra

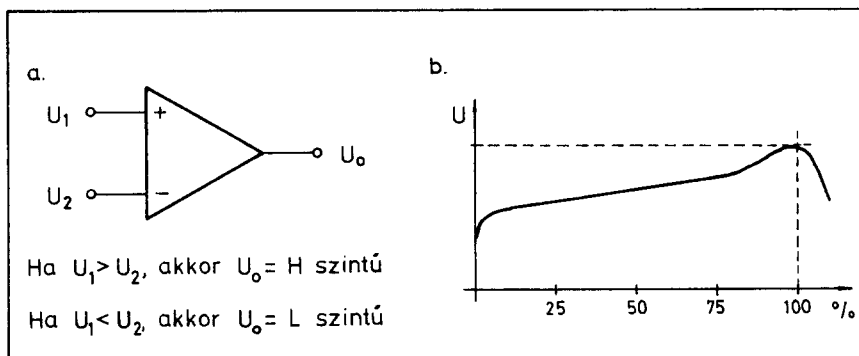
„kedvelik” az 5 A-es, vagy méginkább az ennél nagyobb árammal való töltést ahhoz, hogy a felhasználáskor a lehető legnagyobb energiát tudjuk visszanyerni. Tehát bátran merem ajánlani a szintercellás akkuk esetében a gyors-töltést, legfeljebb 1000 töltés/kisütés ciklus helyett 500-at tudunk végrehajtani, de ez a versenysportban nem szempont. Birtokomban vannak már 5 évnél idősebb akkuk is, melyek még mindig kifogástalan állapotban teljesítik feladatukat.

Azt azonban javaslom, hogy 10 gyors-töltési ciklus után iktassunk be egy normáltöltést is!

## A töltést lekapcsoló automatika

A gyors-töltés befejezését nem célszerű saját döntésünkre bízni, mert vagy óvatosságból nem merjük a maximumig feltölteni, vagy valami elvonja a figyelmünket, más munkába kezdünk, így megfeledekezünk a töltésről, és emiatt súlyos árat fizethetünk. Ezért minden gyors-töltő készüléket ellátnak valamilyen elven működő lekapcsoló automatikával, mely a töltés befejezését biztosan érzékeli, majd lekapcsolja az akkukat a töltőről. Készülékünkben a 6. ábrán található kapcsolást alkalmazzuk, mely az akkuk töltés közbeni feszültségét figyeli. Vessünk egy pillantást a 7. b ábrára! A töltés folyamán az akkuk feszültsége egy darabig majdnem lineárisan emelkedik. Kb. 80%-os töltöttségi állapot után erőteljesebb a feszültség növekedése, az akkukban hevesebb a gázfejlődés, kezdenek langyosodni. Még később a magas töltőráta miatt az anódlémezen keletkező nagy mennyiségű oxigén már nem képes rekombinálódni, az elektródák felületén felhalmozódik, így megnövekszik a töltéssel szembeni ellenállás, melynek egy erőteljes feszültségcsökkenés lesz a következménye, jelezve a túltöltöttségi állapotát. Ezt a feszültségcsökkenést érzékeli az automatikánk, mely ekkor lekapcsolja a töltést.

A  $K_2$  kapcsolót TÖLTÉS helyzetbe állítjuk. (Bekötési rajza a 4. ábrán látható.) Ekkor a lekapcsoló automatika megkapja a 12 V-os tápfeszültséget ( $K_{2bc}$ ), valamint a bemenetére rákapcsoljuk a töltéskimenetet ( $K_{2de}$ ). Itt jegyzem meg, hogy a bemeneti diódák és az  $M_k$  jelű mikrokapcsoló nem a nyákon, hanem az előlapon, a  $K_1$  kapcsoló környezetében vannak. A mikrokapcsoló 6...8 akku esetén zárva van,



7. ábra

így a ZPD8,2 Z-dióda most nincs az áramkörben. 10...14 akkunál a magasabb töltőfeszültség miatt ezt a Z-diódát is be kell iktatni a sorba. A mikrokapcsolót a  $K_1$  tengelyére erősített büttykös tárcsával működtetjük, a tárcsát úgy beállítva, hogy amikor a  $K_1$  kapcsoló a 10-12-14 cellás állásban van, akkor a mikrokapcsoló megszünteti a Z-dióda rövidre zárását. A bemeneti diódák után egy RC szűrőegység található ( $2 \times 2,2 \text{ k} + 100 \mu\text{F}$ ), melyeknek az a feladata, hogy megakadályozza az előző leírásban említett cellarészegység miatt az automatika téves működését. A leosztott és szűrt akkufeszültség a CA3130-as IC nem invertáló bemenetére (3. láb) kapcsolódik, majd a  $4,7 \text{ M}\Omega$ -os ellenálláson keresztül az invertáló bemenetre (2. láb) és a  $2,2 \mu\text{F}$ -os kondenzátorra, mely utóbbiak az indítás előtti helyzetben a  $100 \text{ k}\Omega$ -os és a  $J_{3a}$  nyugalmi érintkezőjén keresztül a testen vannak. A Z zümmer áramköre zárt a  $J_{3b}$  és a  $J_4$  nyugalmi érintkezőin keresztül, tehát most sípol. A töltés megindításához meg kell nyomni a G nyomógombot (TÖLTÉS IND.). Ekkor a BC337 emittere a testre kerül, a  $J_3$  relé meghúzó, az a érintkezője megszünteti a C kondenzátor zárlatát, és a tranzisztor emitterét a testre köti. A b érintkező megszakítja a zümmer áramkört, így az elhallgat, viszont a zöld LED-en keresztül az áramgenerátor MJ2501-es tranzisztorjának bázisát negatív potenciálra kapcsolja, így az kinyit, megindulhat a töltés. Mint említettem a CA3130 az akku töltés közbeni feszültségét figyeli. A  $4,7 \text{ M}\Omega$ -on keresztül a C kondenzátor töltődik. Feszültsége azonban mindig kisebb, mint az IC neminvertáló bemenetén levő feszültség, ezért az IC kimenete magas szinten marad. Ha elérünk a töltés végére, az akku feszültsége csökkenni kezd (l. 8. b ábra), így most a C kon-

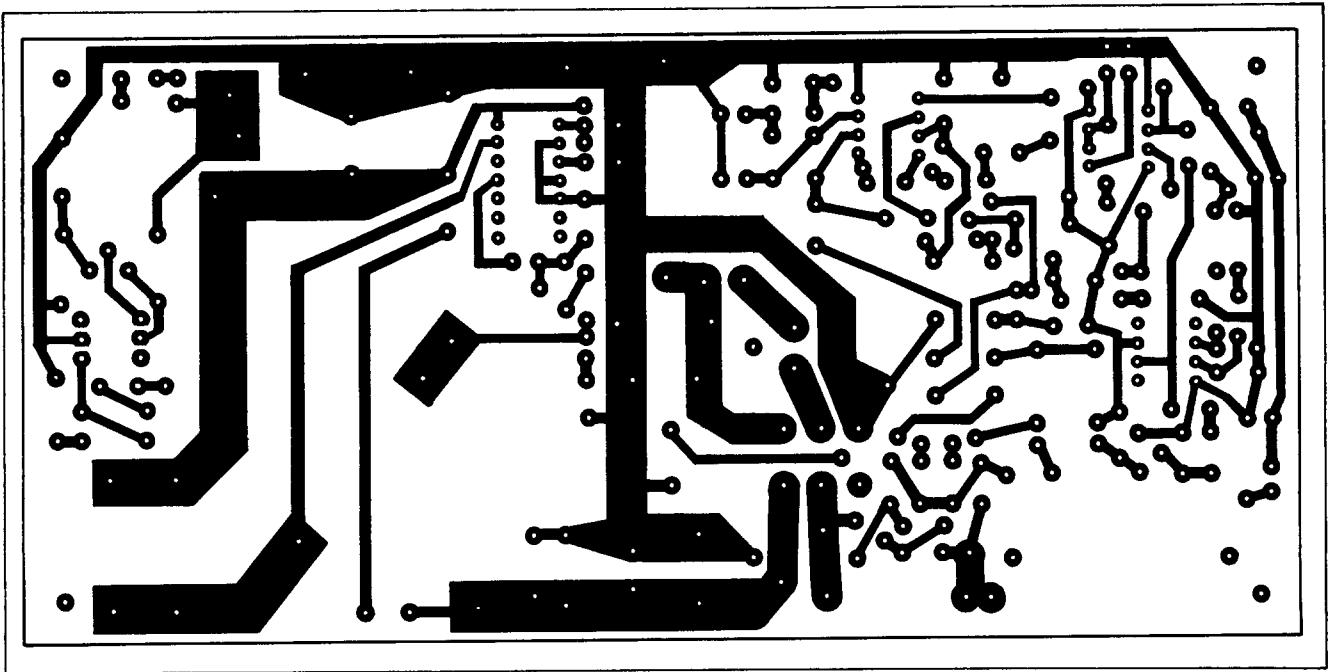
denzátor feszültsége lesz a magasabb, azaz az invertáló bemeneten magasabb feszültség lesz, mint a nem invertálón. Ennek következtében az IC kimenete átbillen (l. 8.a ábra), alacsony szintre vált, a  $J_3$  relé elenged, b érintkezője az MJ2501 bázisáról lekapcsolja a zöld LED-et, így az lezár, a töltés megszűnik, a zümmer áramköre záródik, és a hangjával jelzi a töltés befejezését. A relé a érintkezője lekapcsolja a BC337 emitterét a testről, valamint a  $100 \text{ k}\Omega$ -on keresztül a C kondenzátort a testre kapcsolja, melynek töltése ezen az úton kisül. A  $2,2 \mu\text{F}$ -os C kondenzátor nagyon jó szigetelésű legyen, pl. MKS4 típusú, mert ettől nagymértékben függ az automatika helyes működése.

A CA3130 ofszetkiegyenlítését el kell végeznünk! Célszerű elsőként a lekapcsoló automatika áramkörét beépíteni a nyákra, majd a beállítást elvégezni, így ezzel további gondunk nem lesz. A beállítást a következő sorrendben csináljuk:

- Állítsuk be a  $10 \text{ k}\Omega$ -os potmétert középállásba.
- Zárjuk rövidre a bemenetekenél a  $4,7 \text{ M}\Omega$ -os ellenállást, azaz kössük össze az IC két bemenetét.
- Kapcsoljuk az egységre a 12 V-os tápfeszültséget.
- Kapcsoljuk a bemeneti diódákhoz a Ni-Cd akkut.
- Mérjük feszültséget az IC kimenete (6. láb) és a test között.
- A  $10 \text{ k}\Omega$ -os potméter csavarásával keressük meg azt a helyzetet, amikor az IC kimenete a magas szintről éppen az alacsonyra vált. Ettől a helyzettől egy nagyon kicsit forgassuk vissza a potmétert.

Ezzel a beállítást el is végeztük. A bemenetek rövidre zárását ne feledjük





10. ábra

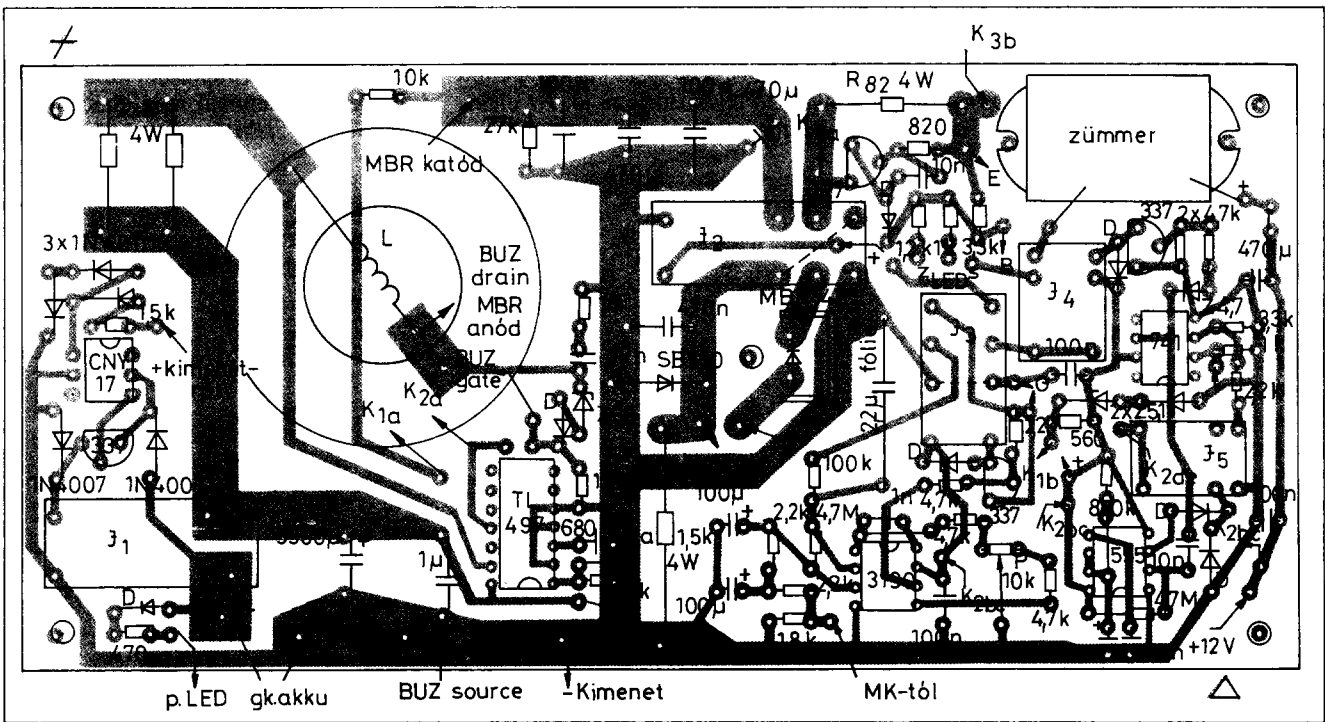
problémája egyszerűbben is kiküszöbölhető. Igaza is van!

A BC337-es áramkörét a töltést lekapcsoló automatikánál alkalmazott, nyomógombos megoldással is elkészíthetjük, és akkor nincs szükség az időzítő áramkörre. Mivel az építés idején nem volt még egy kétszer kétmorzés

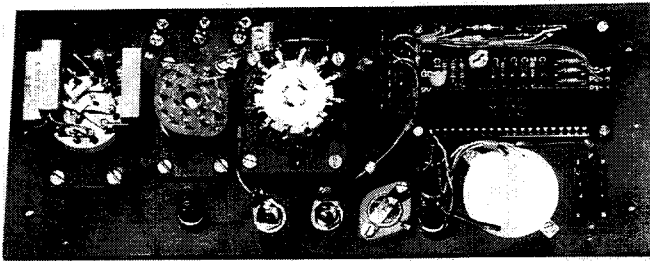
relém, más utat kellett választanom, és ez sikeredett. A lekapcsoló automatika 0,8 V-os cellánkénti kisütési végfeszültségre van méretezve. Ha az utánépítőnek ez az érték nem felel meg, mélyebbre akarja a cellákat kisütni vagy éppen ellenkezően, akkor az alábbi eljárással határozhatja meg a  $K_{1b}$  kapcsolón

elhelyezett, a cellaszámnak megfelelő ellenállások értékeit, mint ahogyan most a 0,8 V-os értékre tesszük:

Kiszámítjuk a cellaszámnak megfelelő kisütési végfeszültséget. A mi esetünkben ez  $0,8 \text{ V} \times \text{cellaszám}$ . Az automatika bekapcsolása után majd ezt a feszültséget kell rákapcsolni a beme-



11. ábra



12. ábra

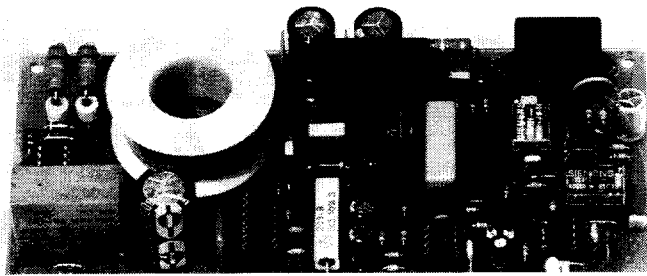
neti osztóra ( $2,2\text{ k}\Omega + 3,3\text{ k}\Omega$ ). Mielőtt ezt megtennénk, forrasszunk be egy  $5\text{ k}\Omega$ -os potmétert a K csatlakozási pont lábaira. Kapcsoljuk be az automatikát, és valamilyen beállítható feszültségű tápegységből adjuk be a bemenetre az előzően kiszámított feszültséget. Az IC 3. lábán mérjük meg a leosztott feszültség nagyságát. Az ideiglenesen bekötött potméterrel a 2. lábán is állítsunk be ugyanekkora feszültséget. Most forrasszuk ki a potmétert, mérjük meg a beállított ellenállásának nagyságát és ezt az értéket fix ellenállással helyettesítjük. A mintakészülékben ezzel az eljárással az alábbi ellenállás-értékek adódtak:

6 cellánál	$2,5\text{ k}\Omega$	$(1\text{ k}\Omega + 1,5\text{ k}\Omega)$
7 cellánál	$2\text{ k}\Omega$	$(1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega)$
8 cellánál	$1,6\text{ k}\Omega$	$(1,5\text{ k}\Omega + 100\ \Omega)$
10 cellánál	$1,03\text{ k}\Omega$	$(1\text{ k}\Omega + 33\ \Omega)$
12 cellánál	$635\ \Omega$	$(620\ \Omega + 15\ \Omega)$
14 cellánál	$330\ \Omega$	

A beépített zümmer  $12\text{ V}$ -os típus, tartalmazza az oszcillátort is, így erről nem kell külön gondoskodnunk.  $450\text{ Hz}$  frekvenciájú hangot kelt, hangossága  $1\text{ m}$  távolságból  $75\text{ dB}$ . Elég kellemetlen a hangja ahhoz, hogy figyelemfelkeltő szerepét betölthesse. Van, akit idegesít, hogy a töltés és a kisütés megkezdése előtt is hangoskodik. Beiktathatunk a pozitív vezetékébe egy kapcsolót, melyet csak a folyamatok beindulása után kapcsolunk be. Csak el ne feledkezzünk róla!

A nyákon találunk is erre két pontot a jobb felső részen, mely most át van kötve, mivel a kapcsoló nincs beépítve.

A mintakészülék tartalmaz egy digitális voltmérőt is (DVM). Bár ez nem feltétlenül kelléke a készüléknek, azonban jó, ha figyelemmel tudjuk kísérni töltéskor és kisütéskor is az akku feszültségállapotát. Az 1993-as Évkönyvben található egy leírást a DVM elkészítéséhez. Azonban célsze-



13. ábra

rőbb egy kész alaplmszert megvásárolni, mivel a külön vásárolt alkatrészek többé kerülnek, és akkor még gyötrődhetünk az elkészítésével is. A kész alaplmszerhez már csak a bemeneti feszültségosztókhoz (9. ábra) szükséges ellenállásokat kell beszerezni. Megrendelhetők ezek az ellenállások is,  $0,1\%$ -os pontoságúak, de ide túl drágák. Mivel itt nem laboratóriumi pontosságra van szükségünk, megfelelő az is, ha veszünk egy félmarék  $10\text{ M}\Omega$ -os  $0,25\text{ W}$ -os ellenállást, és ezek közül kiválogatjuk ohmmérővel a nekünk megfelelőeket. Tíz darabból válogattam, és két műszerhez valót is találtam közöttük, melyekkel mindössze  $40\text{ mV}$ -os eltérés adódott egy hitelesnek nevezett műszerhez viszonyítva. A DVM egy  $9\text{ V}$ -os, 6F22 típusú rádiótelepről működik, mely külön kapcsolóval helyezhető üzembe. Egy a „forgalomból kivont” stopperóra belsejét is beépítettem a készülékbe. Ez sem feltétlenül tartozék, de az akku állapotára vonatkozó tájékozódásra jó. Az elektronika nagyobb része a nyomtatott pa-

nelen foglal helyet, mely méretarányosan a 10. ábrán, az alkatrész-elhelyezési rajza a 11. ábrán látható.

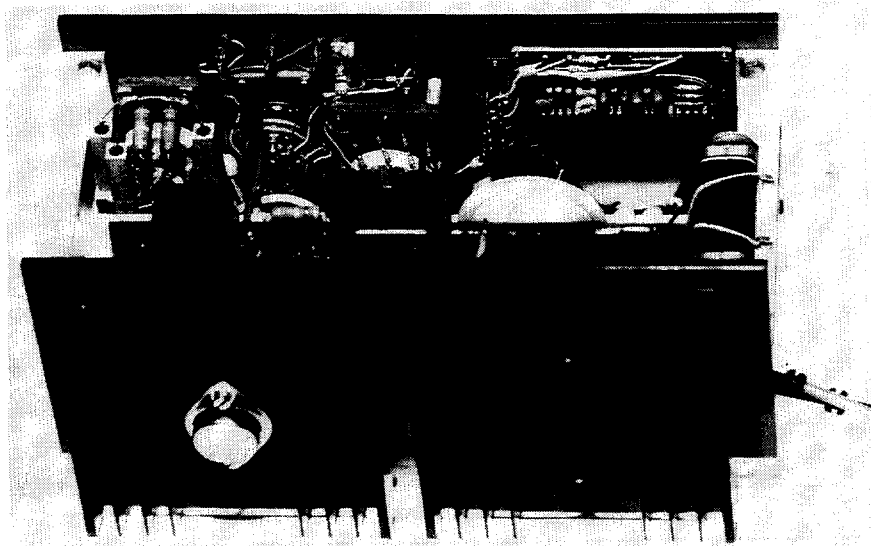
A doboz külső mérete  $218 \times 96 \times 94\text{ mm}$ . Eleje, hátulja és az alja  $4\text{ mm}$ -es, az oldalai és a teteje  $2\text{ mm}$  vastagságú bakelit lemezből készültek, sötétbarna színre vannak festve nitrofestékkel. Az előlap feliratos takaró része  $0,8\text{ mm}$ -es alulemezből készült, világos drapp színre festve ugyancsak nitróval. A feliratozás fekete tuszal készült.

A festési és a feliratozási technológiámról a „Rádiótechnika Évkönyve 1991” 190. és 191. oldalán olvashatunk. A 12–14. ábrák fotói a mintapéldány készülékről készültek, és az utánépítéshez nyújthatnak segítséget.

#### A készülék üzembe helyezése

Csatlakoztassuk a csipeszeket a gépkocsi akkumulátorra. Állítsuk a  $K_1$ , CELLASZÁM kapcsolót az akkukötégünk cellaszámának megfelelő állásba.

(Folytatás a 167. oldalon)



14. ábra

# Műsorszóró tv- és rádióállomások Magyarországon

Összeállította Bucsay István

Szép lépésekkel halad a hazai műsorszóró adóhálózat fejlesztése. Olvasóink visszatérő igényére, táblázatos formában, az 1994. évi június havi állapotnak megfelelően ismertetjük az Antenna Hungária Magyar Műsorszóró és Rádióhírközlési Rt. kezelésébe tartozó televízió és rádió műsorszóró állomások felhasználói adatait (telephely, műsor neve, frekvencia, teljesítmény). Az adatokat ismét a cég Szolgáltatási Osz-

tálya bocsátotta rendelkezésünkre. Ugyanakkor nem szabad elhallgatnunk, hogy országunkban is sorra létesülnek a magán (privát) stúdiók és adóállomások (RT ÉK '94., 186. oldal), amelyek sajnos – egy-két kivételtől eltekintve – nem írnak nekünk a létükről. Az esetleges félreértések elkerülése érdekében itt is hangsúlyozzuk, hogy szerkesztőségünk az ilyen jellegű, közérdekű kishíreket és adato-

kat szívesen megjelenteti, reklámcélzat nélkül is.

A tv és URH-rádió gerincadók listáját az 1. táblázatban közöljük. Gerincadónak minősül az az állomás, melynek RF-kimenőteljesítménye  $\geq 1$  kW, tehát a hasznos moduláció (a hang, ill. a hang és a kép) odajuttatásának módjától és útvonalától függetlenül. A táblázatban a „V” betű a vertikális

1. táblázat. A hazai tv és URH-rádió gerincadók

Telephely	TV 1. műsor			TV 2. műsor			Kossuth rádió			Petőfi rádió			Bartók rádió		
	Csatorna (O)	Teljesítmény [kW]		Csatorna (O)	Teljesítmény [kW]		Frekv. [MHz]	Teljesítmény [kW]		Frekv. [MHz]	Teljesítmény [kW]		Frekv. [MHz]	Teljesítmény [kW]	
		adó	ERP		adó	ERP		adó	ERP		adó	ERP		adó	ERP
Budapest	1.	20	120	24.	20		67,40	10	100	66,62	10	100	69,38	10	100
Budapest	41.	20													
Nagykanizsa	1. V	4	50	31.	20	380	71,03	10	50	69,98	10	50	68,36	10	50
Pécs	2. V	4	25	32.	20	400	71,81	3	15	67,19	10	50	67,97	10	50
Tokaj	43.	20	600	26.	20	420	71,33	10	50	72,11	10	50	70,43	10	50
Tokaj	4.	20													
Komádi	7. V	5	50	32.	10	200	66,14	3	10	66,92	3	10	68,24	3	10
Kékes	8.	5	42	36.	40	880	71,21	3	30	72,77	3	30	70,10	3	30
Szentés	10. V	20	175	23.	20	480	66,29	3	30	67,85	3	30	68,72	3	30
Kabhegy	12.	20	150	22.	40	760	72,98	10	100	71,42	10	100	70,64	10	100
Csávoly	28.	10		7. V	1	16									
Győr	8. V	4	10	35.	10								67,04	3	5
Sopron	9. V	1	5	32.	10	200	72,96	3	30	70,40	3	30	72,08	3	30
Miskolc							66,80	3	10	66,02	3	10	68,48	3	10
Vasvár	33.	20	600	46.	20	600									
Szeged	26.	10													
Fehérgyarmat	24.	20		41.	20										
Csengőd	25.	10													
Aggtelek	28.	10													
Ózd	35.	10													

(Folytatás a 166. oldalról)

Döntsük el, hogy töltünk vagy kisütünk, és ennek megfelelően állítsuk a K<sub>2</sub> kapcsolót a TÖLTÉS vagy a KISÜTÉS állásba. A K<sub>3</sub> ÁRAMERŐSSÉG kapcsolót forgassuk a kívánt értékre. Ezután a kimeneti hüvelyekre csatlakoztassuk a Ni-Cd akkumulátorokat. Ennek hatására a készülék bekapcsol. A töltéshez nyomjuk meg a TÖLTÉS

IND. nyomógombot. A töltés megindulását a hangjelző elhallgatása és a zöld LED kigyulladás jelzi.

Kisütéshez csatlakoztassuk az akkukat ugyancsak a kimeneti hüvelyekhez. A kisütést a készülék automatikusan elindítja, a hang megszűnik, a sárga LED világít.

Mindkét esetben a folyamatok befejezésekor az automatika lekapcsol, melyet a zöld/sárga LED világításának

megszűnése és a zümmer megszólalása jelez. Ügyeljünk arra, hogy a töltés vagy a kisütés folyamatában a kapcsolók állásán ne változtassunk!

#### Felhasznált irodalom:

RT ÉK 1993. 133-152. oldal  
R. Nessel: Schnellader der „HALBE uPSEL” Kézirat. Seligenstadt 1990.

T. Schneider: Power-Converter SchiffsModell 1991/3.

2. táblázat. A TV 1. műsor és 2. műsor átjátszóadói

Telephely	Műsor	Csat.	Telj. [W]	Műsor	Csat.	Telj. [W]
Abaújszántó	TV1	34	40	TV2	49	80
Bajánsenye	TV1	35	80	TV2	38	80
Bakonybél	TV1	O 10	1	TV2	30	5
Bakonyzentkirály	TV1	30	40	TV2	40	40
Bakonyzentlászló	TV1	31	80	TV2	37	80
Balassagyarmat	TV1	O 6	80	TV2	28	10
Barcs	TV1	39	80	TV2	-	-
Battonya	TV1	28	30	TV2	-	-
Bánhorváti	TV1	32	10	TV2	39	20
Bátaszék	TV1	-	-	TV2	O 10	20
Békéscsaba	TV1	25	150	TV2	37	150
Bonyhád	TV1	O 6	20	TV2	23	80
Borsodnádásd	TV1	O 12	20	TV2	29	20
Bp. Intercontinental	TV1	O 10	80	TV2	27	150
Bp. Lágymányos	TV1	33	80	TV2	39	80
Bp. Városmajor	TV1	O 12	5	TV2	34	20
Bp. Óbuda	TV1	34	80	TV2	49	80
Bükkösd	TV1	23	40	TV2	41	80
Bükkzsérc	TV1	29	10	TV2	40	40
Debrecen	TV1	40	80	TV2	29	80
Domaháza	TV1	29	1	TV2	40	5
Dorog	TV1	O 10	20	TV2	33	80
Dudar	TV1	37	80	TV2	28	80
Eger	TV1	-	-	TV2	33	150
Erdőbénye	TV1	40	5	TV2	51	5
Esztergom	TV1	O 8	20	TV2	38	40
Felsőhámor	TV1	34	1	TV2	29	1
Felsőszőlők	TV1	41	80	TV2	34	40
Fóny	TV1	32	80	TV2	38	150
Füzérradvány	TV1	32	40	TV2	37	80
Gerecse	TV1	29	80	TV2	42	150
Harsány	TV1	24	1	TV2	39	4
Herceggút	TV1	31	5	TV2	36	10
Hollóháza	TV1	51	2	TV2	31	2
Hont	TV1	O 6 V	40	TV2	41	80
Kalocsa	TV1	O 9 V	80	TV2	-	-
Kaposvár	TV1	40	150	TV2	30	80
Kazincbarcika	TV1	O 7	20	TV2	-	-
Keszthely	TV1	O 9	20	TV2	-	-
Kiskőrös	TV1	30	80	TV2	33	80
Kiskunhalas	TV1	O 12 V	20	TV2	-	-
Kissikátor	TV1	27	1	TV2	38	5
Komárom	TV1	25	80	TV2	40	80
Kőszeg	TV1	-	-	TV2	37	40
Lábatlan	TV1	O 11 V	40	TV2	-	-
Lenti	TV1	32	80	TV2	-	-
Letenye	TV1	35	80	TV2	-	-

2. táblázat. A TV 1. műsor és 2. műsor átjátszóadói (folytatás)

Telephely	Műsor	Csat.	Telj. [W]	Műsor	Csat.	Telj. [W]
Letkés	TV1	38	1	TV2	58	1
Mályinka	TV1	41	80	TV2	49	80
Mecsek nádásd	TV1	O 8	20	TV2	34	20
Miskolc	TV1	O 9	80	TV2	-	-
Miskolc-Pereces	TV1	23	1	TV2	37	2
Miskolc-Tapolca	TV1	33	5	TV2	39	5
Monok	TV1	38	20	TV2	23	5
Mór	TV1	O 9	60	TV2	-	-
Nagykinizs	TV1	33	5	TV2	37	5
Nagymaros	TV1	O 10	20	TV2	42	80
Nyergesújfalu	TV1	40	80	TV2	22	80
Ózd	TV1	O 6	20	TV2	39	80
Ózd-Farkaslyuk	TV1	27	1	TV2	40	1
Paks	TV1	O 10	80	TV2	-	-
Parasznya	TV1	24	20	TV2	40	40
Patak	TV1	O 10	30	TV2	23	20
Páka	TV1	30	20	TV2	-	-
Pásztó	TV1	O 6	20	TV2	34	40
Perőcsény (Kémence)	TV1	O 12	20	TV2	25	80
Pécs-Diana	TV1	26	150	TV2	-	-
Pécs-Misina	TV1	49	40	TV2	-	-
Pénzesgyőr	TV1	25	5	TV2	28	5
Répáshuta	TV1	32	5	TV2	39	5
Rétság	TV1	34	80	TV2	38	80
Rudabánya	TV1	O 2	20	TV2	34	20
Salgótarján	TV1	O 11	80	TV2	23	80
Sály	TV1	38	80	TV2	23	40
Sátoraljaújhely	TV1	29	10	TV2	38	10
Siklós	TV1	O 10	20	TV2	25	80
Siófok	TV1	O 9 V	80	TV2	-	-
Solt	TV1	O 9	20	TV2	-	-
Somoskőújfalu	TV1	39	4	TV2	58	4
Szarvaskő	TV1	22	1	TV2	27	1
Szászvár	TV1	25	80	TV2	39	80
Szeged	TV1	O 8	80	TV2	31	150
Szekszárd	TV1	O 9	80	TV2	30	80
Szentgotthárd	TV1	O 2	60	TV2	-	-
Szigetvár	TV1	30	20	TV2	-	-
Szilvásvárad	TV1	23	1	TV2	40	1
Tab	TV1	O 7	40	TV2	30	80
Tamási	TV1	O 6	20	TV2	26	40
Tatabánya	TV1	O 6	80	TV2	26	80
Telkibánya	TV1	23	20	TV2	39	40
Vámossikola	TV1	O 10	20	TV2	37	20
Zebegény	TV1	34	20	TV2	49	40
Zirc	TV1	O 9	20	TV2	40	40
Zomba	TV1	26	80	TV2	29	80

3. táblázat. „Kereskedelmi” típusú rádióműsort sugárzó adóállomások

Műsor	Telephely	Frekvencia	Teljesítmény
Danubius Rádió	Szeged	94,9 MHz	500 W
	Kabhegy	100,5 MHz	10 kW
	Sopron	102,0 MHz	10 kW
	Budapest	103,3 MHz	10 kW
	Debrecen	103,5 MHz	1 kW
Radio Bridge	Budapest	102,1 MHz	250 W
Rádió 11	Budapest	71,63 MHz	50 W
Calypso Rádió	Budapest	873 kHz	20 kW
Juventus Rádió	Siófok	810 kHz	15 kW
	Budapest	89,5 MHz	10 kW
	Kabhegy	93,9 MHz	10 kW

4. táblázat. Középhullámú AM-műsoradók.

(RH Kossuth 6025 kHz)

Telephely	Műsor	Frekvencia [kHz]	Névleges hullámhossz [m]	Teljesítmény [kW]
Solt	Kossuth	540	555,5	2000
Siófok	Juventus	810	370,4	15
Lakihegy	Calypso	873	343,6	20
Pécs	Petőfi Pécsi stúdió	873	343,6	20
Miskolc	Kossuth Miskolci stúdió	1116	268,8	15
Mosonmagyaróvár	Petőfi Győri stúdió	1116	268,8	5
Szolnok	Petőfi	1188	252,5	135
Szombathely	Petőfi	1188	252,5	25
Marcali	Petőfi	1251	239,8	2 × 500
Nyíregyháza	Petőfi Nyíregyházi stúdió	1251	239,8	25
Lakihegy	Petőfi	1341	223,7	2 × 150
Szolnok	Szolnoki stúdió	1350	222,2	5
Győr	Petőfi Győri stúdió	1350	222,2	5
Pécs	Petőfi	1350	222,2	10

(függőleges) sugárzási polarizációt, míg az „ERP” az antenna nyereségével megnövelt adóteljesítményt jelöli.

A '90-es évek elején oly' „divatos” volt mendemondák, sőt hivatalos közlemények ellenére úgy tűnik, hogy az OIRT 1. és az OIRT 4. tv-csatorna (Budapest, Nagykanizsa, Tokaj) még egy jó ideig használatosak maradnak.

A TV 1. műsor és a TV 2. műsor átjátszóadói felsorolását a 2. táblázatba foglaltuk. Átjátszóadónak minősül az az állomás, melynek RF-kimenőteljesítménye nem éri el az 1 kW-ot. A hasznos moduláció odajuttatása többnyire – de nem kizárólagosan – az adott térség gerincadójának (VHF és/vagy UHF) közvetlen vételével történik. Az „O” betű az OIRT-normára utal.

A hazai rádióadók adatait a 3. táblázatba és a 4. táblázatba foglaltuk. Az utóbbihoz tartozik, hogy a Magyar Rádió Kossuth-műsor sugárzása a 6025 kHz-en (49,8 m-en) 100 kW teljesítménnyel, Székesfehérvárról történik. Ugyanitt üzemel egy 20 kW-os adó is, amely 4 ... 26,1 MHz között szintén Európába, de idegen nyelvű adásokat sugároz. Az utóbbi célból adóállomások üzemelnek Diósdon 100 kW-tal és Jászberényben 250 kW-tal.

Az OIRT és a CCIR-csatornák ill. sávok közötti kölcsönös eligazodást segíti az 5. táblázat. A IV. és az V. sávot, azaz a 21. ... 68. csatornát a két norma egymással azonos névértékekkel, a 470 ... 854 MHz frekvenciatartományban, 8 MHz-enként jelöli ki.

Természetesen a kép-hang távolság a CCIR esetében 5,5 MHz, az OIRT esetében továbbra is 6,5 MHz. (Az OIRT-egyezmény 1992. decemberében hatályát veszítette ugyan, de az abból eredő eltérésekkel az európai szabványoktól – még hosszú évekig számolnunk kell.)

## Rendelje meg!

Egyedülálló könyvsorozatot ajánlunk a hazai rádiózás, televíziózás és amatőr rádiózás barátainak, a magyar műszaki kultúra iránt érdeklődőknek:

### » A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA «

Eddig megjelent:

**1. kötet:**  
Érsek János HA2MP  
**Rövidhullámú amatőr rádiózás**  
A kezdetektől 1944-ig  
(AD Kiadó, Budapest)  
280 oldal, bolti ára: 585 Ft

**2. kötet:**  
Sugár Gusztáv  
**Megszólal a rádió**  
(AD Kiadó, Budapest)  
300 oldal, bolti ára: 600 Ft

**3. kötet:**  
Sugár Gusztáv  
**A néprádiótól a műholdas televízióig**  
(AD Kiadó, Budapest)  
300 oldal, bolti ára: 600 Ft

A könyvek **egységesen 350 Ft-os** áron megvásárolhatók, postai utánvétellel megrendelhetők a „Rádiótechnika” szerkesztőségénél:  
Budapest IX. ker., Lónyay u. 44. V. em 54. • Postacím: Budapest, Pf. 603. H-1374 • Tel./fax: 217-0262



5. táblázat. Az OIRT és a CCIR normájú sávok és csatornák frekvenciáinak összehasonlítása. \*: a tv-csatornák közepes frekvenciái

OIRT			CCIR		
Sáv	Csatorna	Frekvencia*	Frekvencia*	Csatorna	Sáv
			Az 1. csatorna használata megszűnt		
I.	1.	52,5 MHz	50,5 MHz	2.	I.
	2.	62 MHz	57,5 MHz	3.	
FM rádió		66 ... 73 MHz	64,5 MHz	4.	
II.	3.	80 MHz	87,5 ... 108 MHz	FM rádió	II.
	4.	88 MHz			
	5.	96 MHz			
III.	6.	178 MHz	177,5 MHz	5.	III.
	7.	186 MHz	184,5 MHz	6.	
	8.	194 MHz	191,5 MHz	7.	
	9.	202 MHz	198,5 MHz	8.	
	10.	210 MHz	205,5 MHz	9.	
	11.	218 MHz	212,5 MHz	10.	
	12.	226 MHz	219,5 MHz	11.	
			226,5 MHz	12.	

A IV. és az V. sávot, azaz a 21 ... 68. csatornát az OIRT és a CCIR norma egymással azonos módon, a 470 ... 854 MHz frekvenciatartományban, 8 MHz-enként jelöli ki.

# Technikatörténet – évszámokban

Borbás István

## 25 éve történt

– Először alkalmazott a Posta előfizetői áramkörhöz csatlakozó vezeték nélküli – rádiófrekvenciás – átvitelt. A Mezőtúri TSz „vezetékpótló rádiótelefonnal” kapcsolódott az országos hálózathoz.

– Üzembe helyezték Sopron 174 méter magas tv-tornyát.

– A Magyar Rádióban kazettás magnetofonokat kezdenek használni riportkészítéshez.

– Az addig kísérleti sztereo-adást az URH-műsorban (csak Budapesten) sugározza tovább a Magyar Rádió.

– A Corning Glass amerikai cég távközlésben alkalmazható, 20 dB/km csilapítású, lépcsős, multimódusú fényvezető üvegszálakat készít ipari méretekben.

– A FAIRCHILD elkészíti az első FET-bemenetű monolit műveleti erősítőt, a  $\mu A740$ -et.

– Sorozatgyártásra kerül a LED display, azaz kijelző (HP és MONSANTO).

– Az RCA laboratóriumaiban megszületett az új kijelző eszköz, az LCD.

– A Telefunken és a DECCA bemutatta a TELDEC-et, az első, fekete-fehér videoanyagot analóg módon tároló képlemez-lejátszót. A 21 cm átmérőjű lemezen kb. 5 perces műsort rögzítettek, a jeleket tíffel tapogatták le. (Bemutató: Nyugat-Berlin, 1970. június 24.)

– Megszületett a négycsatornás akusztikai rendszer, a kvadrafon.

– Thor Heyerdahl papiruszhajóján átkel az Atlanti-óceánon.

– A Bell laboratórium két kutatója, W. Boyle és G. Smith elkészítik az első töltéscsatolású eszközt, a CCD-t.

– A szovjet VENERA-7 űrszonda elsőként szállt le a Vénuszra, ahonnan nyomás- és hőmérséklet-adatokat küldött.

## 50 éve történt

– 45. március 20-án a visszavonuló nyilasok katonai alakulatai felrobbantották a magyarországi rádióhálózat utolsó adótornyát, a magyaróvárit.

– 45 augusztusában az Egyesült Izzó gépeinek leszerelése után 9 héttel megindult az izzólámpagyártás, majd a 11. héten az elektroncsőgyártás is. A termelést a leselejtezett gépek felújításával sikerült

beindítani. Az év második felében megindult a gyártás a Standard, az Orion, a Telefongyár, a Felten és Guillaume kábelgyár területén is.

– Februárra a Magyar Posta számos kisközpontot állított üzembe a fővárosban. A néhány száz vonalat kezelő kézikapcsolású kisközpont kapacitását az év végére sikerült kb. 55 000-re növelni.

– 1945 május elsején a Budapest térségen elhelyezett hangszórókból a déli hangszó után felcsendült a Himnusz, a Magyar Rádió hosszú hallgatás után megkezdte műsorát. Szeptember 16-án felavatták a MÁVAG dolgozói által készített 150 m-es adótornyot és a csodával határos módon megmenekült 20 kW-os adóberendezést. (Az adó Pápa környékéről került elő, az avatást Gerő Ernő közl. min. végezte.)

– P. Eckert és J. Mauchly elkészítették az „Elektronic Numeric Integrator and Calculator”-t, a 18 700 db elektroncsővel működő ENIAC-ot az USA-ban.

– 1945. augusztus 9: Nagaszaki japán várost atombomba pusztítja el.

– Meghalt R. H. Goddard amerikai fizikus, az „űrrakéta atyja”.

## 75 éve történt

– Megszületett a műsorszóró (broadcast) rádió. Ugyan már 1920 előtt voltak helyi kísérletek zene és hírfanyag továbbítására, a mai értelemben vett „hivatásos” műsorszóró adót 1920. november 2-án helyezték üzembe Pittsburgh (USA) városában.

– Albert W. Hull, a General Electric mérnöke elkészíti az első magnetron.

– Az amerikai Edwin H. Armstrong őrnagy elkészíti az első szuperheterodin vevőkészüléket.

– A francia G. Darrieus új rendszerű, függőleges tengelyű szélmotort épített. A „lapát” a tengely alsó és felső végéhez rögzített, ívalakban meghajlított fémszalagból állt.

– A Magyar Posta első ízben alkalmaz nagyfrekvenciás távbeszélő berendezést a vonalain.

– Újabb cégalapításokkal bővítik a hazai ipart. Megalakul a „Hajós és Szántó Elektromos Gyára RT”, az „Agrolux”, és a „Fehér Ferenc Elektromos Finommechanikai Készülékek Gyára”.

## 100 éve történt

– A német Wilhelm Konrad Röntgen felfedezte a róla elnevezett sugarakat. A katódsugarak vizsgálata közben figyelt fel arra, hogy a nagyfeszültség bekapcsolása után a közelben elhelyezett báriumtartalmú sók fluoreszkálni kezdtek, a fényképezőlemez a sugárzás hatására elfeketedett. A november 8-án megfigyelt jelenség alapján már decemberben közétette felfedezését. A katódsugaraktól eltérő sugarakat X-sugárnak nevezte és megfigyelte, hogy nem téríthetők el mágnessel, nem reflektálódhatnak, nem szenvednek törést, nem polarizálhatók stb.

– Egy ambiciózus fiatal kutató házuk kertjében ismételte meg Hertz és Righi kísérleteit. A huszonegy éves kutató neve: Guglielmo Marconi. Ugyanebben az évben mutatta be viharjelzőjét az Orosz Fizikai és Kémiai Társaság ülésén egy 36 éves matematika-fizika tanár: Alekszandr Popov. (Egyik sem nevezhető rádiósnak! Az első rádiótávíratot csak a következő év márciusában adta le Popov: Heinrich Hertz nevét billentyűzte le.)

– A francia Lumière fivérek megnyitották az első nyilvános mozit.

– Meghalt Louis Pasteur francia vegyész; 73 éves volt.

– Meghalt Jedlik Ányos István győri bencés tanár, aki 6 évvel Siemens előtt alkalmazta az öngerjesztésű dinamót.

– E. Berliner – a gramofon feltalálója – sellakk hanglemezeket kísérletezett ki és hozott forgalomba. Ezzel megteremtette az olcsó, nagy tömegben gyártható hanghordozót, a gramofonlemezt.

– A francia Michelin testvérek bevezették a felfújható gumibroncsot a korábban használt tömör gumibroncsok helyett.

– A budapesti országos kiállításon az Egger-testvérek üzemében gyártott ívlámpák és izzólámpák biztosították a közvilágítást. Ez a cég volt az Izzó elődje.

– Távbeszélő központot avatnak Egerben, a 17.-et Magyarországon.

## 300 éve történt

– 66 éves korában elhunyt Christiaan Huygens holland tudós, a róla elnevezett teleszkóp, az ingaóra és sok más találmány kiötlője.

# Előerősítő és keverő dinamikus és CD lemezjátszóhoz

Plachtovics György BME Fizikai Kémia Tanszék

Az első CD lemezek a '80-as évek elején jelentek meg az üzletekben. Napjainkra a plasztikkorongok – a mikrolemezek – gyártása szinte megszűnt. A dinamikus lemezjátszó mellett komoly létjogosultságot szerzett a CD lemezjátszó. A korszerű, drágább erősítőkön létezik dinamikus és külön CD lemezjátszó bemenet is. A régebbi gyártású erősítők (receiverek) nem tudják ezt az üzemmódot produkálni. Szerencsésebbek azok, akiknek olyan erősítőjük van, amelyek rendelkeznek külön kristály és külön dinamikus lemezjátszó bemenettel. A dolog ilyenkor egyszerű. A CD lemezjátszó kimenetét a kristály PU-ra, míg a dinamikus lemezjátszót a rendeltetési helyére csatlakoztatjuk. A kezelőszervekkel így felváltva tudjuk üzemeltetni lemezjátszóinkat. Nehezebb a helyzet azokkal az erősítőkkal, amelyek csak a dinamikus (v. mágneses, ez ebből a szempontból mindegy) lemezjátszó jelét tudják fogadni. Ilyenkor elvileg egy plusz bemenetet kellene kiépíteni a CD lemezjátszó részére. A baj az, hogy sok olyan készülék van forgalomban, amelyet igen nehéz utólag átalakítani, részben mechanikai, részben áramköri szempontokra való tekintettel. Az alábbiakban ismertetésre kerülő előerősítő és keverő segít a fentiekben vázolt problémákon.

A diszkrét félvezetőkből felépített egység elvégzi a dinamikus hangszedő jelének előerősítését, valamint a RIAA ajánlás szerinti korrekciót. A következő fokozat a CD lemezjátszó jelét fogadja, majd a keverő kimenetén a két lemezjátszó együttes jele jelenik meg. Ezzel átkapcsolás nélkül készíthetünk felvételt a dinamikus, illetve CD lemezjátszóról.

Az előerősítő és keverő önálló egység, saját tápegységgel rendelkezik. Így nem kell megbontani meglévő erősítőnket. További előnye, hogy rögtön használható magnetofon (orsós, vagy kazettás) felvétel készítéséhez. Megépítéséhez a félvezető technikában való tártasság ajánlatos. Beméréséhez univerzális kéziműszer vagy AC-DC csővoltmérő, esetleg hanggenerátor, oszcilloszkóp szükséges.

## Műszaki adatok

### Bemenetek

#### 1. Lemezjátszó (dinamikus)

Névleges bemenőfeszültség: 2 mV ( $f = 1$  kHz)  
Bemeneti ellenállás: 47 k $\Omega$   
Korrekció: RIAA  
Maximális bemenőjel: 30 mV ( $f = 1$  kHz)

#### 2. Lemezjátszó (CD)

Névleges bemenőfeszültség: 200 mV

Bemeneti ellenállás: 10 k $\Omega$

### Kimenet

Maximális kimenőfeszültség: 200 mV

Kimeneti ellenállás: 1 k $\Omega$

Tápfeszültség: 220 V/50 Hz

Teljesítményfelvétel:  $\leq 5$  W

## Áramköri leírás

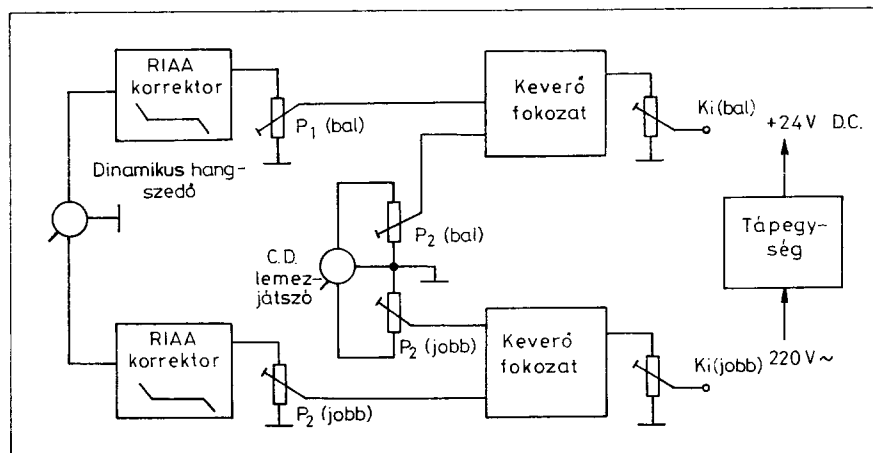
Az előerősítő és keverő tömbvázlata az 1. ábrán, teljes kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Az egyes áramköri egységeket a tömbvázlat szerinti sorrendben tárgyaljuk.

Vizsgáljuk meg először a RIAA korrektor működését! Az előerősítő csatornánként három darab szilíciumtranzisztort tartalmaz. A DC-csatolt komplementer kapcsolást a '70-es évek

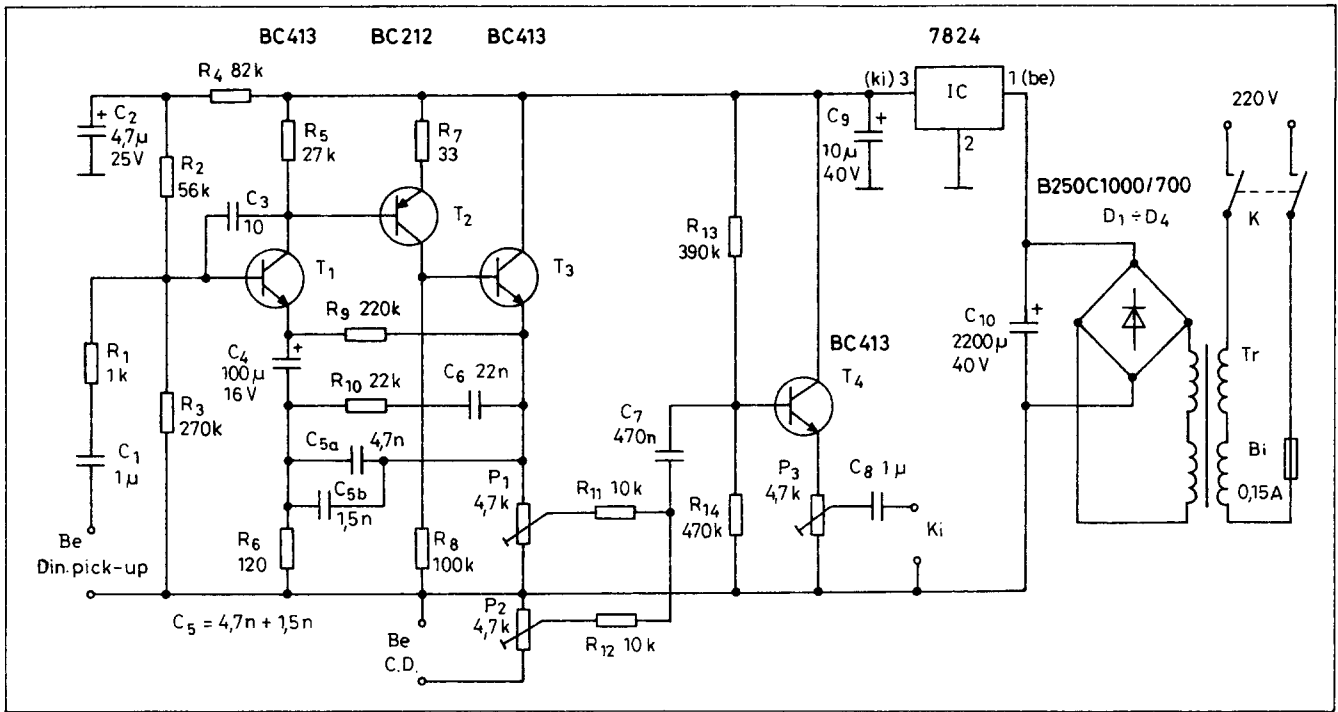
elején a Siemens cég publikálta. Az áramkör kiváló tulajdonságokkal rendelkezik: zajtényezője alacsony, kivezérlési tartománya nagy. Kövessük végig a hangszedőfejből kijövő jel útját! A néhány millivoltos hangfrekvenciás jel a  $C_1$  kondenzátoron, valamint az  $R_1$  ellenálláson át a  $T_1$  tranzisztor bázisára jut. A  $T_1$  tranzisztor és egyben az egész előerősítő munkapontját az  $R_2$  és  $R_3$  ellenállásokból felépített bázisosztó állítja be. A bázisosztó tápfeszültségét az  $R_4$ ,  $C_2$  tag szűri. A  $T_1$  tranzisztor bázisa és kollektora között lévő  $C_3$  Miller-kondenzátor a nagyfrekvenciás gerjedést hivatott megakadályozni. Ezzel a kondenzátorral állítható be az erősítő felső határfrekvenciája. A  $T_1$  tranzisztor kisáramú, zajszegény munkapontban üzemel.

A 3. ábrán látható a BC413 tranzisztor zajszáma a generátorellenállás és a kollektoráram függvényében. Tekintettel arra, hogy a generátorellenállás a dinamikus pick-up impedanciája és az  $R_1$  összegeként adódik, az ennek megfelelő görbe valahol az 1 és 10 k $\Omega$ -os értékhez rendelt görbék között helyezkedik el. A zajminimushoz  $I_c = 50 \mu A$  tartozik, a zajszám:  $F < 2$  dB.

Az  $R_1$  ellenállásnak még egy szerepe van. A pick-up impedanciája változik a frekvencia függvényében. Ez azt jelenti, hogy ezzel együtt a  $T_1$  tranzisztor zajszáma is, hiszen a generátorellenállás nem állandó. A bemenetben



1. ábra



2. ábra

levő soros  $R_1$  ellenállás a változás nagyságát csökkenti, ezzel a zajra való illesztést korrektebbül tudjuk méretezni.

A  $T_1$  kollektorához galvanikusan kapcsolódik a  $T_2$  bázisa. A  $T_2$  tranzisztor emitterkörében levő  $R_7$  ellenállás sarkain negatív áramvisszacsatolás jön létre, aminek eredményeként megnövekszik a  $T_2$  bemenő impedanciája. A tranzisztor így kevésbé terheli  $T_1$  kollektorkörét. Az eredmény a nagyobb erősítés, stabilabb működés.

A felerősített jel a  $T_2$  kollektorából közvetlen csatolással jut  $T_3$  bázisára. A  $T_3$  tranzisztor mint emitterkövető dolgozik. Az emitterkövető alacsony kimenőimpedanciája kedvező feltételeket teremt a  $T_4$  tranzisztorral realizált keverő részére. A kimeneti pont, valamint a  $T_1$  tranzisztor emitterköre közé kapcsolódik az  $R_{10}$ ,  $C_6$ ,  $C_{5a}$ ,  $C_{5b}$  RC-tagokból kialakított komplexum. Ez a komplexum, frekvenciafüggő negatív visszacsatolása révén hozza létre a RIAA vágási korrekció inverz átviteli görbéjét.

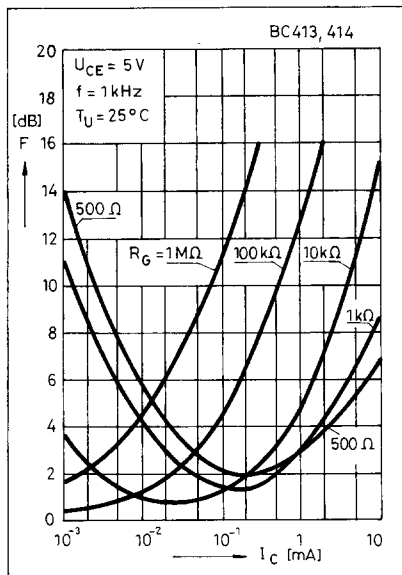
A normál és mikro hanglemezek vágása valamilyen nemlineáris amplitúdó/frekvenciakaraktisztika szerint történik. Lejátszáskor az eredeti hangképet kell visszaállítani, az előerősítőnek a vágási karakterisztika „tükörképével”, azaz inverzével.

Az évek során igen sok vágási karakterisztika alakult ki. Ezeket tüzet-

sebben megvizsgálva – egy-két szélsőséges esettől eltekintve – hasonlóság fedezhető fel. A '70-es években jómagam is több leírást közöltem átkapcsolható karakterisztikájú lemezjátszó-előerősítőkről (tranzisztoros, valamint integráltáramkörös). Az igazsághoz hozzátartozik, hogy a három-négy karakterisztikát produkáló előerősítők használata igen nehézkes volt. Csupán néhány hanglemezgyártó cég (RCA-Victor; DECCA) volt ugyanis hajlandó megadni a vágási karakterisztikát. A többi

lemezét próbálgatással, szubjektív módon kényszerültünk meghatározni. A végeredmény az lett, hogy két egyforma hangzást soha nem tudtunk előállítani, mert állandóan változtattuk a korrekciókat. A helyzetet tovább rontotta, hogy a lánc többi része – a hangszínszabályozó, a hangdoboz, a lakás akusztikája – erősen befolyásolták az amúgy is erősen szubjektív megítélés kialakítását. Összegezve a fentieket, nyugodtan elmondhatjuk, hogy a RIAA ajánlása 2-3 dB-en belül meg-egyezik a legtöbb régebbi korrekció szerint vágott lemezzel. Az erősítő hangszínszabályozójával módunk van korrigálni a kirívóan eltérő vágási karakterisztikájú lemezeket. (A RIAA korrekciós-görbe lényegében megegyezik a német DIN 4547, valamint a magyar MSZ 2181 szabványokban rögzített görbével.)

A RIAA korrekciót három töréspont jellemzi. Ezek a következők: 50 Hz (3183  $\mu$ s), 500 Hz (318  $\mu$ s), valamint 2122 Hz (75  $\mu$ s). Az eredeti RIAA korrekció frekvenciamenetét az 1. táblázat tartalmazza. Amint a táblázatból kiderül, 0 dB-hez az 1 kHz-es vonatkoztatási frekvencia tartozik. Lejátszáskor tehát 30 Hz-es frekvencián +18,6 dB-es emelés, míg 16 kHz-en 17,7 dB-es vágást kell produkálni az előerősítőnek. Eleget kell tennie továbbá az alábbi követelménynek: a maximális korrekciós átfogás 36,3 dB, a bemenő jel



3. ábra

1. táblázat. A RIAA korrektor frekvenciamenet

Frekvencia [Hz]	Szint [dB]	Frekvencia [Hz]	Szint [dB]
20	+19,3	800	+0,7
30	+18,6	1 k	0,0*
40	+17,8	1,5 k	-1,4
50	+17,0	2 k	-2,6
60	+16,1	3 k	-4,8
80	+14,5	4 k	-6,6
100	+13,1	5 k	-8,2
150	+10,3	6 k	-9,6
200	+ 8,2	8 k	-11,9
300	+ 5,5	10 k	-13,7
400	+ 3,8	15 k	-17,2
500	+ 2,6	20 k	-19,6

\* referenciaszint

nagysága 1 és 10 mV között változhat a hangszedő fej típusától függően.

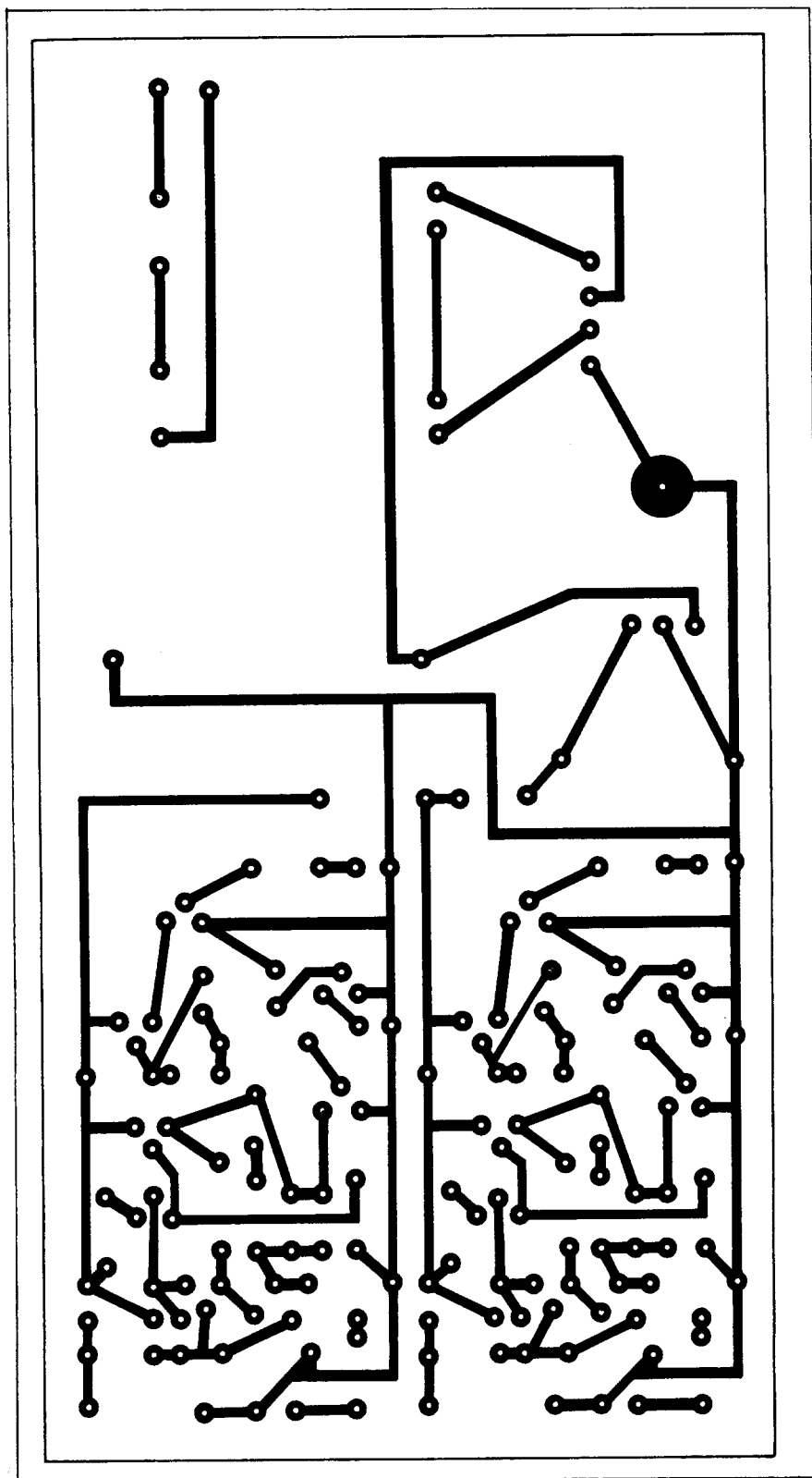
A 2. táblázatban látható néhány ismert hangszedőfej kimenőszintje. Ezt áttekintve megállapíthatjuk, hogy az átlagos jelszint 5 mV-ra vehető 5 cm/s sebességnél. Mint tudjuk, a dinamikus, illetve mágneses hangszedők az indukciótörvény értelmében sebességérzékenyek. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a hangszedő 16 kHz-en 7 ... 8-szor nagyobb jelet ad le, mint az 1 kHz-es frekvencián.

További követelmény az előerősítővel szemben, hogy a legnagyobb erősítési frekvencián (30 Hz) is még legalább 20 dB negatív visszacsatolása legyen a rendszernek, a torzítások alacsony szinten tartása miatt. A korrektor erősítése  $f = 1$  kHz-en 41,5 dB, ami  $A_u = 120$  erősítésnek felel meg.

A három tranzisztorral felépített hanglemezkorrektor kimenő jele a  $P_1$

trimmerpotenciométer sarkain jelenik meg, ezzel állítható be kimenő amplitúdó. A  $P_1$  csúszkájáról a jel az  $R_{11}$  ellenálláson át, a  $C_7$  kondenzátoron keresztül a  $T_4$  emitterkövető bázisára jut.

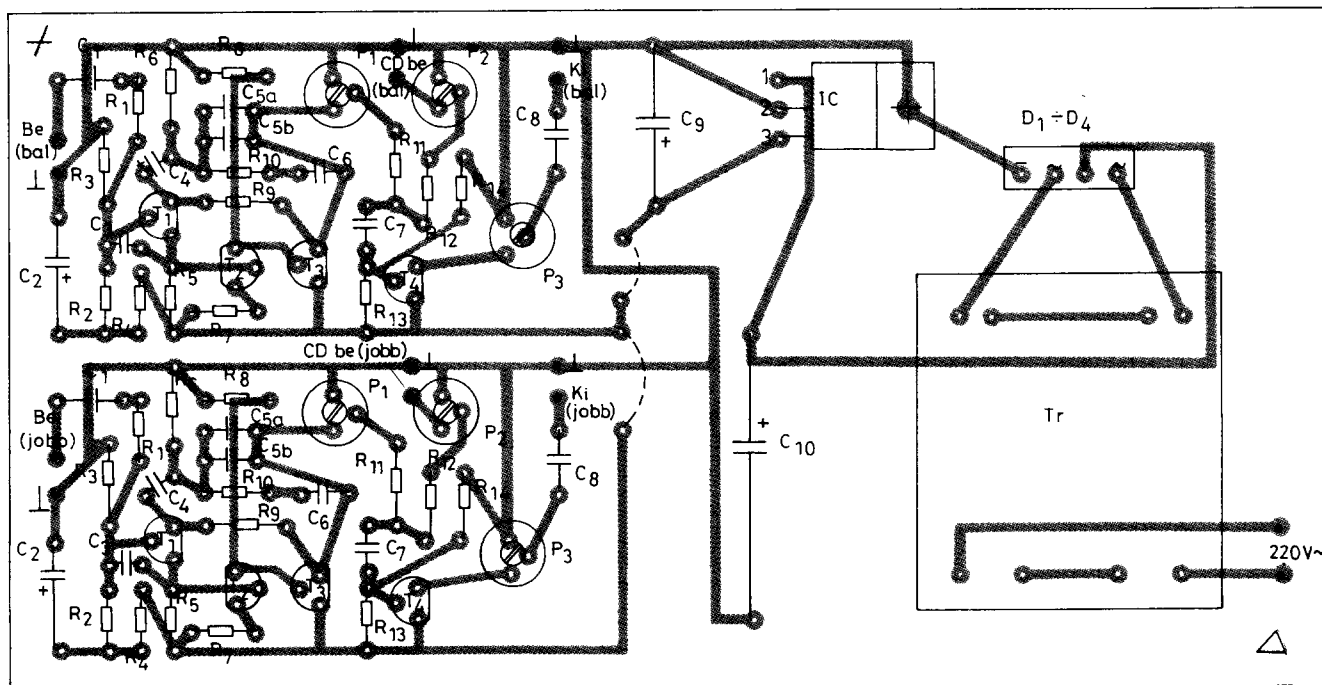
A  $T_4$  tranzisztor munkapontját az  $R_{13}$ , valamint az  $R_{14}$  ellenállásokból felépített osztó állítja be. A maximális kivézelhetőség érdekében a  $T_4$  tranzisztor emitterfeszültségét a tápfeszültség fe-



4. ábra

2. táblázat. Hangszedőfejek adatai

Gyártó cég	Típus	$U_{ki}$ 5 cm/s
Shure	V-15	3,5 mV
Shure	M-91	5 mV
Pickering	V-15AT3	5 mV
Empire Scientific	999	5 mV
Empire Scientific	888	8 mV
AKAI	RS-85	5 mV
Pioneer	230	4,5 mV



5. ábra

lére – azaz +12 V-ra – állítottuk be. A T<sub>4</sub> tranzisztor lényegében egy keverő-fokozatot képez. Az R<sub>11</sub> ellenálláson a dinamikus (vagy mágneses) PU, míg az R<sub>12</sub> ellenálláson keresztül a CD lemezjátszó jele kerül T<sub>4</sub> bázisára. A P<sub>1</sub> és P<sub>2</sub> potenciométerekkel lehet beállítani, hogy a két hangforrás jele azonos amplitúdóval jusson az keverőre.

A rádiós erősítő (receiver) vagy a különálló erősítő bemeneti érzékenységéhez való illesztést segíti a P<sub>3</sub> trimmerpotenciométer és ezekkel tudjuk a két csatorna szimmetriáját (balansz) is beállítani. (A rajzról ui. nyilvánvalóan kiderül, hogy egy sztereorendszer két csatornájáról van szó. Mivel ezek teljesen egyformák, elegendő csupán az egyiket tárgyalni. Az egyszerűség kedvéért a két csatorna azonos funkciójú alkatrészeinek pozíciószámozása is megegyezik egymással.)

Az előerősítő és keverő 24 V-os egyenfeszültségről működik. Az alacsony brummszintet a  $\mu$ A7824 integrált áramkörös stabilizátor tok biztosítja. (A szerkesztő megjegyzése: ez az IC – igaz, TO-3 tokozásban – szerkesztőségünkben rendkívül kedvező áron megvásárolható, vagy megrendelhető.)

A hálózati feszültség a K kapcsolón, valamint a Bi üvegcsőves olvadóbiztosítón keresztül a TR hálózati transzformátor primer tekercsére jut. A letranszformált feszültség a D<sub>1</sub> ... D<sub>4</sub> diódákból felépített Graetz-hídra kerül. A kétutas egyenirányítás után keletke-

zett pulzáló egyenfeszültség simítását a C<sub>10</sub> elektrolitkondenzátor végzi. Ez a feszültség jut a stabilizátor-tok bemenetére. Az integrált áramkör kimenetén a stabilizált, alacsony brummfeszültségű +24 V-os tápfeszültség jelenik meg. A stabilizátor zárlat ellen védett. Túláram hatására a kimenőfeszültség a kimenőárammal együtt csökken. A csip úgynevezett „foold-back” (visszahajló) karakterisztikával rendelkezik. Ennek lényege, hogy totális zárlat esetén az integrált áramkör kimeneti árama 0,3 I<sub>max</sub>-ra esik vissza. Ez – megfelelő hűtést feltételezve – megakadályozza az IC-re káros mértékű disszipáció kialakulását.

### Megépítés, bemérés

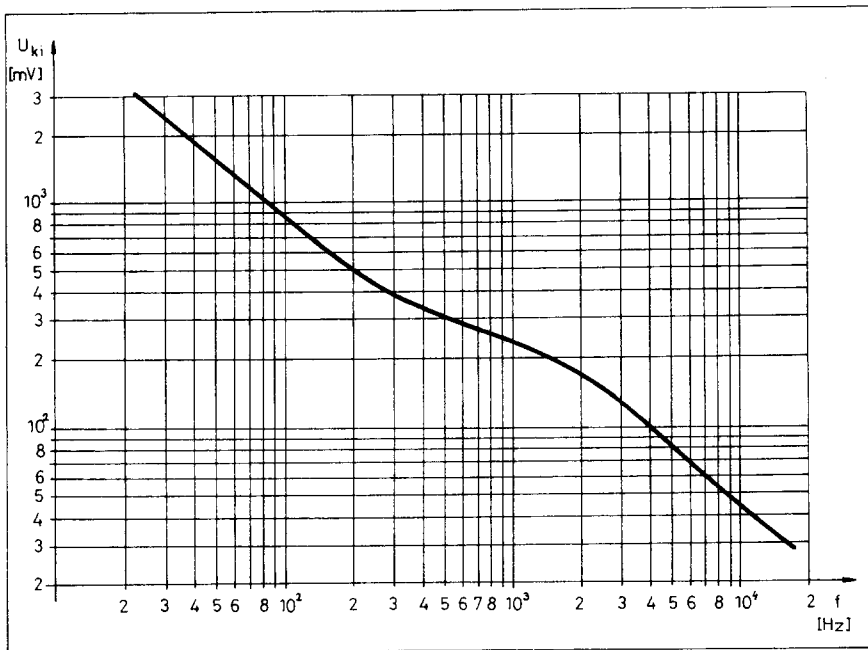
A munkát a nyomtatott áramköri lap elkészítésével kezdjük. A kétcsatornás áramkör nyomtatási rajza a 4. ábrán, az alkatrészek beültetése az 5. ábrán látható. A megadott topológiától lényegesen eltérni nem célszerű. Az alkalmazott akatrészek szabványosak, a nyomtatás az általánosan elfogadott 0,1"-os (2,54 mm-es) raster szerint készült. Egyes alkatrészeknél több forrasztási pontot találhatunk, így módunk nyílik többféle alkatétel felhasználására. A nyomtatott áramköri lapok elkészítésével itt nem foglalkozunk. A festés, maratás technológiájára számtalan leírás jelent meg a régebbi évkönyveinkben, illetve

Rádiótechnika, Hobby Elektronika folyóiratokban.

Az ellenállások fémréteg típusok legyenek. A korrekciót beállító RC-tagok tűrése lehetőleg ne haladja meg a 2%-ot! (A C<sub>5</sub> pozíciószámú kondenzátort, amelynek eredő értéke 6,2 nF, két darabból – C<sub>5a</sub>, C<sub>5b</sub> – rakjuk össze. Egy RLC híd birtokában két darabból 2% pontossággal összehozható a 6,2 nF-os érték. A C<sub>6</sub>-os 22 nF-os kondenzátort válogatni kell, szintén 2% max. eltéréssel. Ebben az esetben az az anti-RIAA görbe, melyet az előerősítő produkál, minimális különbséget mutat az elméletihez képest (6. ábra). További szempont a jobb és bal csatorna együttfutása. Ezt ugyancsak a korrekciós tagok pontosságával tudjuk elérni.

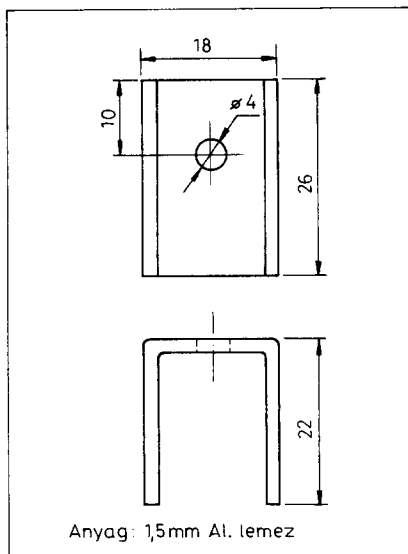
A stabilizátor IC-t hűteni kell. A lágymű alumíniumlemezről készített hűtőborda rajza a 7. ábrán látható. A hűtőborda és az integrált áramkör közé vékony szilikonzsirt kenjünk. Ennek hiánya esetén jól megfelel bármilyen hőálló csapágyzsír is. Ezekre a hőátadás javítása miatt van szükség.

A hálózati transzformátor kisméretű, műgyantával impregnált, nyákba ültethető kivitelű: típusa FNT 3 VA/2 × 9 V. Sajnos ezen típusnak van két kellemetlen tulajdonsága. A cég által megadott feszültség a névleges terhelő áram mellett áll be. Kisebb terhelésnél a szekunder tekercsek feszültsége jelentősen megemelkedik; ezt szemlélteti a 8. ábra. Egyértelműen megállapít-



6. ábra

ható, hogy a transzformátor belső ellenállása nagy. A másik hiba, hogy a nominális árammal terhelve a szekunder kört, jelentősen megnő a transzformátor mágneses szórása. A fóliásávoakat metsző mágneses erővonalak azokban feszültséget indukálnak. Ennek eredménye a jellegzetes 50 Hz-es hálózati bűgás. Ezt a jelenséget két módon kerülhetjük el. Az első módszer a mágneses árnyékolás. A második: olyan kis árammal terhelni a transzformátor szekunder körét, hogy abból még ne lépjen ki jelentős számú erővonal. Szerencsére az előerősítő és keverő áramfelvétele minimális. A tápegységben felhasznált transzformátort lényegesen kisebb árammal terheljük, mint annak névleges terhelhetősége, így a mágneses szórás alacsony értéken marad, egyben a szekunder feszültség megemelkedik. Ezzel eleve alacsonyabb szekunder feszültségű transzformátort választhattunk. Végezzünk egy gyors ellenőrző számítás! A két előerősítő és keverő áramfelvétele összesen mintegy 20 ... 25 mA. A 8. ábra segítségével meghatározhatjuk az ehhez tartozó feszültséget: esetünkben ez 23,5 V. Eltekintünk a D<sub>1</sub> ... D<sub>4</sub> diódákon eső feszültségtől. Számításaink szerint a C<sub>10</sub> elektrolitkondenzátor sarkain mérhető feszültség 32 V. Ez az esetleges hálózati feszültség-ingadozást is figyelembe véve optimális érték; az üresjáratú feszültség közelében dolgozó, 24 V-os névleges szekunder feszültségű transzformátor végül is megfelel céljainknak.



7. ábra

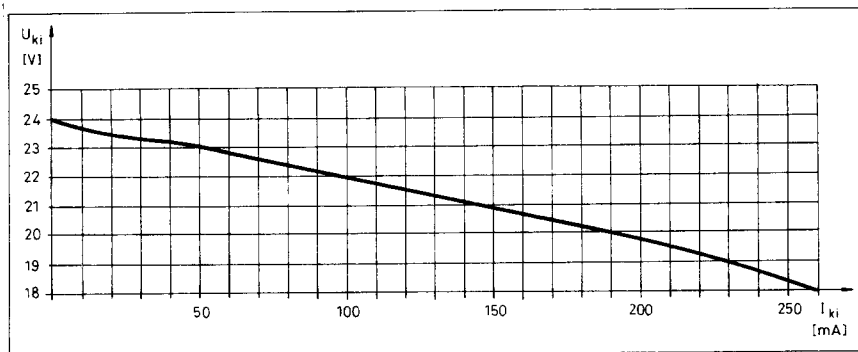
Itt említem meg, hogy a mintapéldányba nem építettünk be kontrolllámpát, amely a bekapcsolt állapotot jelezné. Aki ennek szükségét látja, utólag beépítheti. A legegyszerűbb megoldás egy KONTAKTA által gyártott, műanyagházas glimmlámpát a transzformátor primer tekerccsével párhuzamosan kapcsolni. Ezekbe a tokozott glimmlámpákba a gyártó cég beépíti a soros áramkorlátozó ellenállást. Narancs, illetve piros burába építve, szögletes, vagy kerek fejkialakítással kaphatók. Még jobb, ha olyan kétáramkörös hálózati kapcsolót szerzünk be, amelyben jelzőglimm is van.

Az elektromos bemérés megkezdése előtt a készre szerelt egységet ellenőrizzük, nincs-e téves alkatrész-beültetés, hibás forrasztás. Amennyiben ilyet nem találunk, kapcsoljunk hálózati feszültséget a transzformátor primerjére! Univerzális kéziműszerrel, vagy csővoltmérővel feszültséget mérünk a C<sub>10</sub> sarkain. Megfelelő a tápegység, ha 32 V ± 2 V-ot mérünk. A föld és a stabilizátor kimenete között (3-as pont) 24 V ± 0,5 V-ot kell mérnünk. A T<sub>4</sub> emitterkövető munkapontja megfelelő, ha P<sub>3</sub> sarkain 12 V ± 1,5 V-ot mérünk.

Következő lépés a RIAA korrektor DC-szintjének ellenőrzése. Jól van beállítva az előerősítő, ha T<sub>3</sub> emitterén 12 V ± 1,5 V-ot mérünk. Amennyiben nagyobb eltérést tapasztalunk, R<sub>3</sub> értékét értelemszerűen változtassuk meg!

Figyelem! Ennél a mérésnél célszerű a korrektor bemenetét egy rövid vezetékdarabbal rövidre zárni. Egy erős túlvezérlésnél, amely nyitott „lógó” bemenetnél jöhet létre, a túlvezérléstől elcsúszhatnak a tranzistorok munkaponti feszültségei.

Az elektromos bemérés utolsó része következik: az erősítések beállítása a potenciométerekkel. Aki rendelkezik hanggenerátorral, és AC csővoltmérővel, annak egyszerű a dolga. Megkeres-



8. ábra

sük az adatlapon vagy megmérjük, mekkora feszültséget ad le a dinamikus pick-up (hangszedőfej). A hangszedőfej méréséhez mérőlemezre van szükség. Tudomásom szerint az utóbbi években ilyen nem került forgalomba. A birtokomban levő mérőlemez a Magyar Hanglemezgyártó Vállalat készítette. Száma: LPX1244. A lemez B oldalán található az 1 kHz-es jel. Ennél a frekvenciánál leolvassuk az AC csővoltage mérő által mutatott értéket.

A következő lépésben ellenőrizzük a RIAA korrektor frekvenciamenetét. Hanggenerátort kapcsolunk a RIAA korrektor bemeneti pontjára. A hanggenerátoron a következő kimeneti jelet állítjuk be:  $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $U_{ki} = 2 \text{ mV}$ . AC csővoltage mérővel feszültséget mérünk  $T_3$  emitterén. Ez előírt érték  $240 \text{ mV} \pm 20 \text{ mV}$ . A hanggenerátor kimenőfeszültségét  $2 \text{ mV}$ -on hagyjuk. Erősítést mérünk különböző frekvenciákon. Ajánlott mérési pontok: 30 Hz, 60 Hz, 150 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 2 kHz, 3 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 15 kHz, 20 kHz. Természetesen más mérési pontokat is felvehetünk ebben a tartományban. A mért értékeket log-log papíron ábrázoljuk. A kapott görbének gyakorlatilag

egyeznie kell a 6. ábrán bemutatottal, amely egyébként a mintapéldány korrekciós görbéje. Akinek van türelme átszámolni a dB-ben megadott szinteket kimeneti feszültségre, az összehasonlíthatja az 1. táblázatban megadott értékekkel.

Gépkönyvből kikeressük vagy megmérjük, mekkora kimenőfeszültséget ad le a CD lemezjátszó. A hanggenerátor frekvenciáját  $f = 1 \text{ kHz}$ -re állítjuk. A kimenő feszültséget akkorára vesszük, amekkora feszültséget lead a hangszedőfej 1 kHz-en. AC csővoltage mérővel mérünk a  $P_1$  potenciométer csúszkájára és a föld között. A  $P_1$  potenciométerrel akkora feszültséget állítunk be, mint amennyit a CD lemezjátszó lead.

Az utolsó lépés a  $P_3$  potenciométerrel a kimeneti szintet beállítása. Ehhez ismernünk kell az erősítő névleges kimenőteljesítményéhez tartozó bemeneti feszültséget. Ez a legtöbb receiver illetve erősítő gépkönyvében szerepel. Műszerek híján a fent leírt méréseket nem tudjuk elvégezni. A RIAA korrektor frekvenciamenete a korrekciós RC-tagok pontosságától függ. Amennyiben ezek válogatott, 1-2 % pontosságú

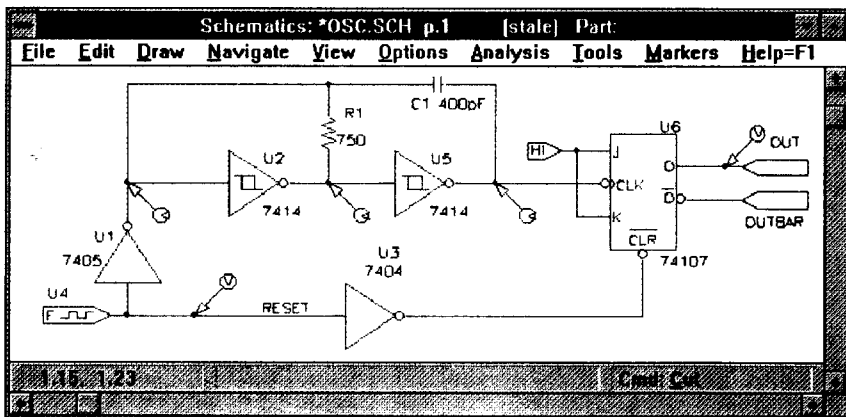
elemek, a görbe nem fog észrevehetően eltérni az elméletitől. A kimeneti amplitúdókat jó érzékkel, némi próbálgatás után szintén be lehet állítani.

A bemért előerősítőt és keverőt fémdobozba célszerű beépíteni. Ennek anyaga elvileg bármilyen fém lehet, hiszen arra csak a statikus áramyékolás miatt van szükség. A fémdobozt össze kell kötni az előerősítő földjével. A be- és kimenő pontok csatlakoztatásához RCA aljzatokat használunk. Ezek könynyben szerelhetők, áthallási csillapításuk lényegesen jobb, mint az 5 pólusú DIN aljzaté (Tuchel).

Végezetül ejtsünk néhány szót a berendezés használatáról. A korrektor és keverő bármely rádióhoz, erősítőhöz csatlakoztatható, melynek bemeneti érzékenysége  $100 \dots 300 \text{ mV}$  között mozog. Magnetofonfelvételek készítésénél jó szolgálatot tesz a keverő. Felváltva tudjuk rögzíteni, a mikro, illetve CD lemezek számaát.

#### Felhasznált irodalom:

1. National Semiconductor: Audio Handbook
2. Mötchenbacher-Fitchen: Kiszajú elektronikus áramkörök tervezése



A világ legerjedtebb analóg/digitális vegyesmódú áramkörszimulációs és tervezői programrendszere:

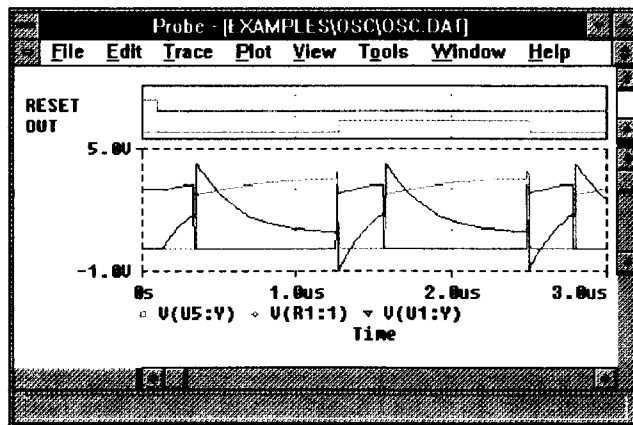
MicroSim, Corporation  
The Makers of PSpice



The Design Center

- Kapcsolódik az ismert nyomtatott áramkör tervezőkhöz
- A legkiterjedtebb alkatrész könyvtárral rendelkezik
- Layout-, optimalizáló- és PLD tervező modul
- DOS és Windows változatok
- Hálózati használat támogatása

**SAGAX** Sagax Informatikai Szervező és Tanácsadó Kft.  
1093 Budapest, Pipa u. 4.  
Telefon: 215-0082, FAX: 216-4019





# 2 x 10 W-os elektroncsöves végerősítő

Plachtovics György BME Fizikai Kémia Tanszék

Talán már meg sem lepődnek olvasóink, hogy csöves erősítővel rukkoltunk elő. Nyugati folyóiratokat lapozgatva gyakran találunk hirdetéseket, melyek elektroncsöves erősítőket ajánlanak megépítésre, vagy megvételre. A csöves erősítők ára többszöröse egy jó minőségű félvezetős erősítőének. A példa okáért: csupán egy jó minőségű osztott tekercselésű „csöves” kimenőtranszformátor ára elérheti a 150-200 DM-t! Hazánkban az elektroncsövgyártást a '80-as évek elején megszüntették. A Tungstam által az utolsó években gyártott elektroncsövek élettartam szempontjából már nem vették fel a versenyt a Siemens, Valvo, Philips stb. cégek termékeivel. Ennek megfelelően áruk is lényegesen alacsonyabb volt. Néhány kereskedőnél még lehet kapni különböző típusú elektroncsöveket, de természetesen külföldi utak során is beszerezhetők. Az erősítő elkészítésének ötletét az adta, hogy felkerestem néhány, nálam lényegesen fiatalabb kolléga, akik csöves erősítő építésére adták fejüket. Meglepve tapasztaltam, hogy halvány fogalmuk sincs az elektroncsövek működéséről, a csöves

erősítők kapcsolástechnikájáról. Ez irányú felületes szakmai műveltségüket a Hi-Fi Magazin-ból és néhány idősebb kolléga elbeszéléseiből merítették. Felöltt egy szakmailag új generáció, amely már nem tanulta az elektroncsöveket a középiskolában, főiskolán, egyetemen. Ennek köszönhetően a csöves erősítőt valamilyen csodálatos kellemes lágy hangzást előállító szerkezetnek hiszik. Az igazsághoz tartozik, hogy jómagam több elektroncsöves erősítőt építettem, javítottam. Az akkori műszerezettségemmel igen kevés mérést tudtam elvégezni. Később, amikor már a félvezetős erősítőkkel kibéleltem, módomb volt korrekciókat mérésnek végezni. Most bepótoltam a hiányt. A megépített csöves erősítőt végigmértem több szempont alapján.

Az erősítőbe olyan elektroncsövek kerültek beépítésre, melyek igen elterjedtek voltak, nagy darabszámban készültek. Beszerzésük így remélhetőleg nem okoz nehézséget. A leírásban megadunk néhány helyettesítő típust is. Az elektroncsöves „nosztalgia”-erősítő megépítéséhez áramköri gyakorlat, némi türelem szükséges. Néhány

alkatrész, mint például kerámia novál csőfogalat, valószínűleg csak külföldről szerezhető be, vagy bontott műszerekből termelhető ki. Az erősítő beméréséhez AC-DC csővoltmérő, vagy univerzális kéziműszer, esetleg hanggenerátor és oszcilloszkóp szükséges.

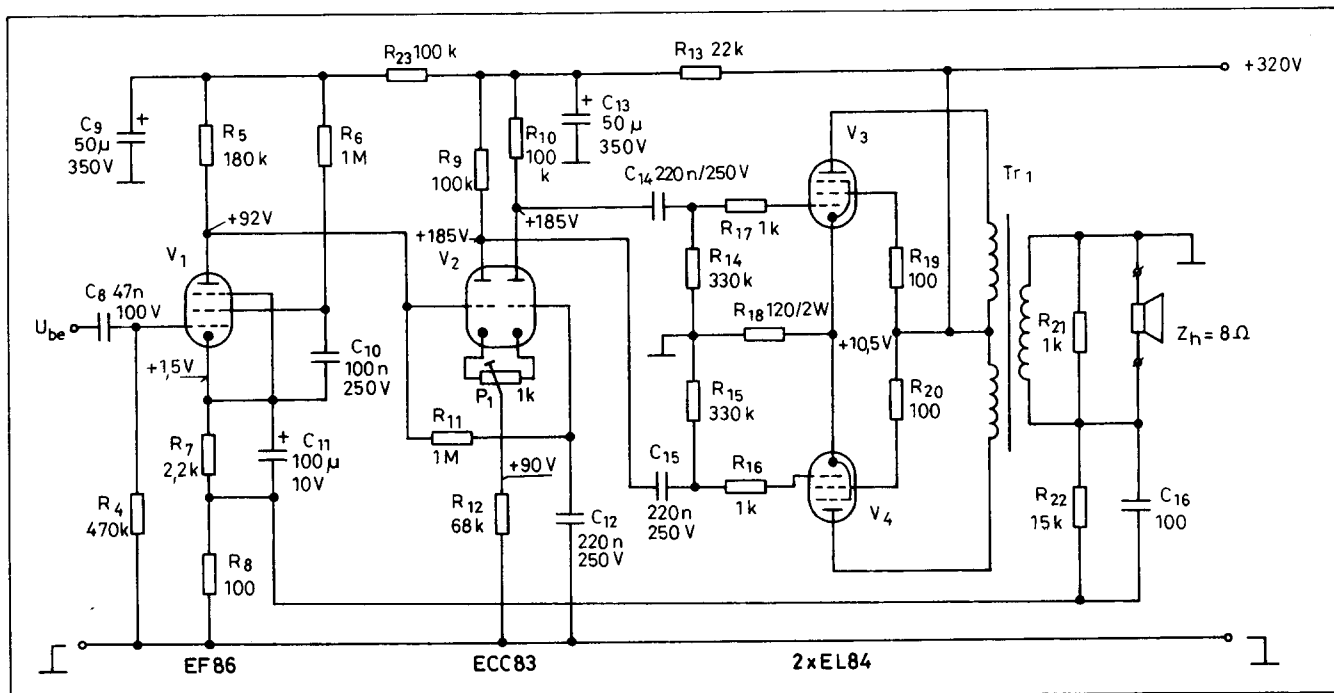
A 2 x 10 W-os sztereó erősítő műszaki adatai a következők:

Kimenőteljesítmény:	10 W (8 Ω-os terhelésnél; K = 2%)
Átvitt frekvenciasáv:	30 Hz ... 38 kHz (±1 dB; P <sub>KI</sub> = 8 W)
Névleges kimenő impedancia:	8 Ω
Maximális kivezérléshez tartozó bemenő feszültség:	60 mV (f = 1 kHz)

## Áramköri leírás

A sztereó végerősítő egyik csatornájának elvi kapcsolási rajza az 1. ábrán látható.

A másik csatorna természetesen ezzel teljesen azonos felépítésű, így an-



1. ábra

nak külön tárgyalásától eltekintünk. A tápegység méretezésénél természetesen figyelembe vettük a dupla teljesítményfelvételt.

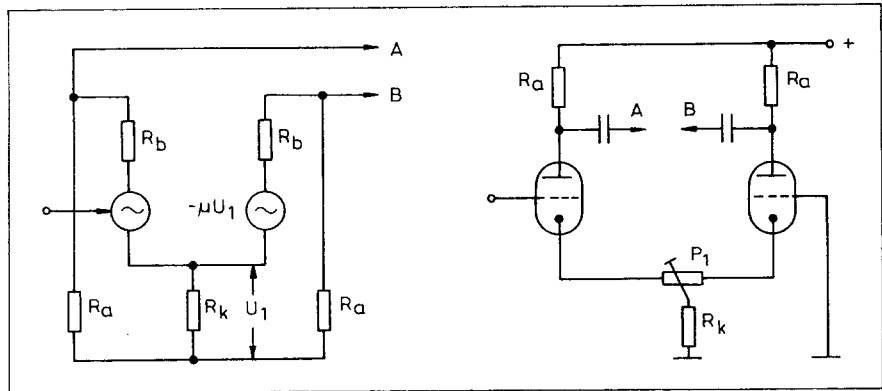
Az előerősítő hangfrekvenciás jele a  $C_8$  csatolókondenzátoron át jut a  $V_1$  pozíciószámú EF86 pentóda vezérlőrácsára. A cső előfeszültségét az  $R_7$ ,  $R_8$  ellenállásokból és  $C_{11}$  elektrolitkondenzátorból álló katódkomplexum állítja be. A  $C_{11}$  katódkondenzátor feladata megakadályozni a túlzott mérvű váltakozóáramú negatív áramvisszacsatolás létrejöttét. A pentóda segédrácsfeszültségét az  $R_6$  ellenállás állítja be. A segédrács hidegítését a  $C_{10}$  kondenzátor végzi. Értékét úgy választottam meg, hogy 50 Hz alatt sem okoz jelentős szintesést az erősítő frekvenciamenetében. A felerősített jel az  $R_5$  anód-munkaellenállás sarkain jön létre. Az  $R_9$  ellenállás és  $C_9$  elektrolitkondenzátor feladata a tápfeszültség szűrése, illetve az alacsonyfrekvencián esetleg létrejövő pozitív visszacsatolás megakadályozása.

A  $V_1$  pentóda anódja galvanikusan kapcsolódik a  $V_2$  pozíciószámú kettőstrióda rácsához. Az ECC83 típusú elektroncsővel felépített fokozat feladata a fázisfordítás. A végerősítő csövek rácsára azonos amplitúdójú, fázisban  $180^\circ$ -kal eltolt jelet kell adni. Csak így érvényesülnek az ellenütemű végerősítő előnyös tulajdonságai – a páros harmonikusok kioltása, a lényegesen nagyobb kimenőteljesítmény, a kedvezőbb hatások.

A jó fázisfordító fokozat az alábbi követelményeknek tesz eleget:

- amplitúdószimmetria az egész átviteli sávban,
- kis torzítás, nagy kivezérelhetőség,
- szimmetrikus kimenőimpedancia,
- szimmetriaviszonyok függetlenítése a csőparaméterek változásától, valamint a tápfeszültségtől.

A  $V_2$  elektroncső differenciálerősítőként üzemel; a jobb oldali csőfél földeltrácsú üzemmódban. A 2. ábrán látható a földeltrácsú fázisfordító helyettesítő képe, valamint áramköri kialakítása. Következőket érdemes megjegyezni erről az áramkőről. Az első trióda a szimmetria szempontjából teljesen közömbös. Nagy erősítésű elektroncsővel és nagy értékű katódelLENÁLLÁS alkalmazásával megfelelő szimmetria érhető el. A precíz beállítást a  $P_1$



2. ábra

trimmerpotencióméter teszi lehetővé, amely a két trióda katódja között foglal helyet, mint a diff. erősítő degeneráló ellenállása. Ezzel mV-ra azonos kimeneti amplitúdót lehet beállítani. A nagy értékű  $R_{12}$  katódelLENÁLLÁS lehetővé teszi a közvetlen csatolást a  $V_1$  és  $V_2$  elektroncsövek között. További előnye a megoldásnak, hogy egy RC-taggal kevesebb van az erősítőben. (Mint tudjuk, az RC-csatolás fázistolást okoz. Többfokozatú erősítőnél emiatt a negatív visszacsatolás beállításánál nehéz helyzetbe kerülünk. A sok fázistoló tag miatt az erősítő bizonyos frekvencián gerjedékeny lesz.)

Térjünk vissza az erősítő leírásához! A  $V_1$  pentóda anódja galvanikus csatolásban van a  $V_2$  kettőstrióda bal oldali csőfelének rácsával. Az elektroncső második triódájának a rácsa az  $R_{11}$  ellenálláson át kapcsolódik a  $V_1$  anódjához. A rács és a föld között található a  $C_{12}$  kondenzátor, mely a hangfrekvenciás jelekre nézve rövidzárként viselkedik. A cső második triódája tehát egyenfeszültség szempontjából ekvipotenciálon van az első trióda rácsával. Váltakozó feszültség viszont nem juthat a második trióda rácsára, mivel az  $R_{11}$ ,  $C_{12}$  RC-tag ezt megakadályozza. A második trióda vezérlése az átblokkolatlan, nagy értékű  $R_{12}$  katódelLENÁLLÁSON létesült csatolás által történik, ahogyan az egy differenciálerősítőnél lenni szokott.

Az anódkörökben levő  $R_9$  és  $R_{10}$  ellenállások egyforma értékűek. Ezzel biztosítható, hogy a jel kicsatolása azonos impedanciáról történjék. Ez a fázisfordító kapcsolás több csőkatalógusban is megtalálható, mint gyári ajánlás. Minimális torzítás mellett 20  $V_{eff}$  feszültség vehető le anódonként. A  $V_2$  anódfeszültségét az  $R_{13}$ ,  $C_{13}$  RC-komplexum szűri.

Az azonos amplitúdójú és fázisban  $180^\circ$ -kal eltolt hangfrekvenciás jelek a  $C_{14}$  és  $C_{15}$  csatolókondenzátoron át jutnak a  $V_3$ , illetve  $V_4$  végerősítő pentódák vezérlő rácsaira. A  $V_3$  és  $V_4$  végerősítő csövet ellenfázisban vezéreljük. Az erősítő kimenő árama a két szembe kapcsolt erősítő cső áramának a különbsége. Az ellenütemű rendszer legnagyobb előnye, hogy az esetleg létrejövő párosszámú harmonikusok kioltódnak. Ezért is kisebb lényegesen az ellenütemű erősítők torzítása, mint a szimpla végerősítőé.

A hangfrekvenciás jel a fázisfordító cső anódjáról a  $C_{14}$  csatolókondenzátoron át jut a  $V_3$  végerősítő cső rácsára. Az  $R_{17}$  soros ellenállás a végerősítő nagyfrekvenciás gerjedékenységet csökkenti. Az  $R_{14}$  pozíciószámú rácslevezető ellenállás értéke viszonylag alacsony. Ezzel a megoldással a végerősítő csövek élettartama jelentősen megnövelhető. A végerősítő csövek öregedéséből eredő jellegzetes hibajelenség az, hogy a megjelenő rácsáram hatására pozitív feszültség mérhető a vezérlőrácsra. Ez a cső fokozottabb nyitását eredményezi. Ennek hatására nő az anód- és segédrács-áram, a nagyobb disszipáció hatására a gázosodás folyamata felgyorsul. Az elektroncső igen gyorsan tönkremegy. A jelenség hasonló a visszáramos félvezetőknél lejátszódó folyamathoz. A kis értékű rácslevezető ellenálláson kevesebb pozitív feszültség jön létre egy már gázos, idős cső esetén. Így a fent leírt folyamat lényegesen lassabban megy végbe, az elektroncső élettartama megnövekszik.

A  $V_3$  végerősítő segédrácsa az  $R_{19}$  ellenálláson keresztül kap tápfeszültséget. Az  $R_{19}$  a segédrács oszcillációját akadályozza meg a nagyfrekvenciás sávban. A  $V_3$  elektroncső anódja a  $Tr_1$  kimenőtranszformátoron keresztül

kapcsolódik tápfeszültségre. A  $V_4$  végerősítő cső a  $C_{15}$  csatoló kondenzátoron át kapja az azonos amplitúdójú, de fázisban  $180^\circ$ -kal eltolt hangfrekvenciás jelet. Működése teljesen azonos a  $V_3$  elektroncsőével. A  $V_3$  és  $V_4$  végerősítőcsövek előfeszültségét az  $R_{18}$  közös katódelenállás állítja be.

Aki ért a csöves erősítőkhöz, annak feltűnik, hogy a katódelenállás nincs átblokkolva. A katódkondenzátor elhagyásával egy negatív áramvisszacsatolás jön létre az aszimmetriából létrejövő jelekre nézve. A torzítás így a teljes átviteli sávban számottevően csökken. A csökkenés ára az, hogy a  $V_3$  és  $V_4$  végerősítőcsövek AB osztályú munkapontban működnek. A 3. ábrán látható az AB osztályú beállítás alacsony, valamint nagy kimenő teljesítmény esetén.

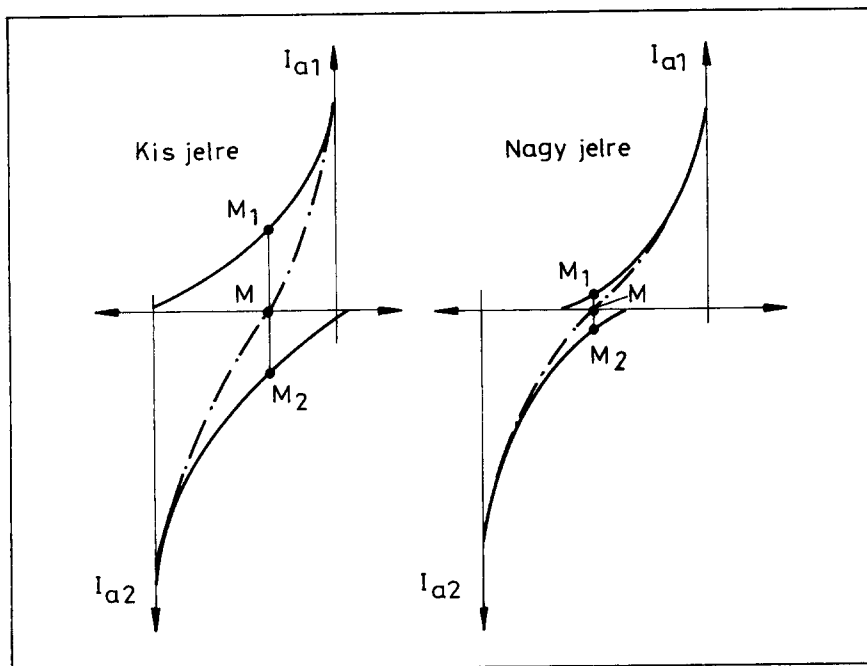
Lényege: kis teljesítménynél A osztályban, míg nagyobb kimeneti teljesítménynél B osztályban dolgozik az erősítő. Az AB osztályú erősítő a közös  $R_{18}$  katódelenállás segítségével a munkapont eltolását automatikusan oldja meg.

Mint azt az előzőekben említettük, az ellenütemű végerősítő két szimmetrikus végerősítőből áll, amelyeket  $180^\circ$  fáziseltolással vezérlünk. Az anódköri felerősített jel összegzését, valamint kicsatolását a kimenőtranszformátor végzi. A csöves erősítőknél ez a legkritikusabb pontja. Ejszünk néhány szót működéséről!

A kimenőtranszformátor feladata a végerősítő csövek  $k\Omega$  nagyságrendű optimális illesztőellenállása és a hangszugárzó rendszer néhány  $\Omega$  értékű ellenállása között az impedanciaillesztés elvégzése. A kimenőtranszformátornak az alábbi elvárásoknak kell megfelelnie:

- az erősítő névleges teljesítményének átvitele,
- alacsony torzítás,
- lineáris frekvenciamenet,
- alacsony fázistorzítás.

A fentieket végigolvasva érthető, miért kerül olyan sok pénzbe a jó minőségű kimenőtranszformátor, valamint az a megjegyzés, hogy az egész erősítőnek ez a legkritikusabb része. Ne bonyolódjunk most a kimenőtranszformátor méretezésébe, hiszen ez egy könyvet bőven kitesz! Néhány alapvető dolgot jegyezzünk meg. Az alacsonyfrekvenciás átvitelt a primer indukció határozza meg (vasmag-keresztmetszet, primer menet-



3. ábra

szám). A felső határfrekvenciát a transzformátor szórt inductivitása, valamint szórt kapacitása határozza meg. A hatásfok (teljesítményátvitel) elsősorban a rézvesztéséből adódik. Ebből következik, hogy nagy ablaknyílású vasmagot kell választani, amelyben vastag huzalból tudunk tekercselni. A magashang átvitelt osztott tekercseléssel, a tekercskapacitások csökkentésével javíthatjuk.

A mintapéldányhoz egy viszonylag egyszerű felépítésű kimenőtranszformátort készítettünk. A szekunder tekercs három részből áll, a primer tekercsek egyben készültek. A viszonylag egyszerű felépítés ára a rosszabb átvitel, a transzformátor megtekercseléséhez viszont nem szükséges nagyobb szakértelem.

Itt említem meg, hogy még ma is hozzáférhető televízió sorvégcsövekkel PL500 vagy PL509 (orosz megfelelője a 6Π45C) igen nagy teljesítményű erősítők építhetők. Akit ez a téma érdekel, jelezze a szerkesztőségnek!

A  $Tr_1$  kimenőtranszformátor szekunder köréhez csatlakozik a hangszóró, illetve a hangdoboz. Amennyiben ez menet közben leszakad, a kimenőtranszformátor szekunder körén megszűnik a terhelés. A primer feszültség ilyenkor hirtelen megemelkedik, olykor a tápfeszültség többszörösére is. Ez a kimenőtranszformátor átütését okozza.

Megvédhetjük a kimenőtranszformátort az átütéstől, ha a szekunder körbe egy ellenállást építünk be állandó terhelésként. Az ellenállás értékét úgy kell megválasztani, hogy a transzformátort még megvédje, de jelentős teljesítménycsökkenést ne okozzon.

A kimenőtranszformátor szekunder tekercséről az  $R_{22}$  és  $C_{16}$  RC-elemekkel negatív visszacsatolást valósítunk meg a  $V_1$  elektroncső katódjába. A visszacsatolás nagysága, egyben az egész erősítő feszültség erősítése az  $R_{22}$  és  $R_8$  ellenállás hányadosától függ:

$$A_u = \frac{R_{22}}{R_8} = \frac{15 \text{ k}\Omega}{100 \Omega} = 150.$$

Jelen esetben tehát az egész végerősítő feszültség erősítése 150-szeres. Az  $R_{22}$  ellenállással párhuzamos  $C_{16}$  kondenzátor az erősítő felső határfrekvenciáját állítja be.

### Hálózati tápegység

A tápegység elvi kapcsolási rajza a 4. ábrán látható. Működése röviden a következő. A hálózati feszültség a K kétáramkörös kapcsolón, valamint a  $Bi_1$  üvegcsöves olvadóbiztosítón keresztül a  $Tr_2$  hálózati transzformátor  $n_1$  jelzésű primer tekercsére kerül. A 250 V-ra feltranszformált szekunder feszültség az  $n_2$  tekercs sarkain ébred. Ez a tekercs szolgáltatja az erősítő részére

az anódfeszültséget. Az  $n_3$  tekercs feszültsége a  $Bi_2$  üvegcsöves olvadóbiztosítón át jut a  $D_1 \dots D_4$  diódákból felépített Greutz-hídra. A kétutas egyenirányítás után a létrejövő pulzáló egyenfeszültség szűrését a párhuzamosan kapcsolt  $C_3$  és  $C_4$  elektrolitkondenzátorok végzik. A hálózat felől jövő zavarokat csökkenti a  $C_1$  és  $C_2$  pozíciószámú kondenzátor. A  $C_3$  és  $C_4$  elektrolitkondenzátorok feszültsége terhelésfüggő. Kis terhelésnél (alacsony hangerő) az elektrolitkondenzátorok közel csúcshőmérsékletig töltődnek fel. Nagyobb hangerőnél a tápfeszültség lényegesen csökken. A csökkenés a  $Tr_2$  hálózati transzformátor belső ellenállásából adódik.

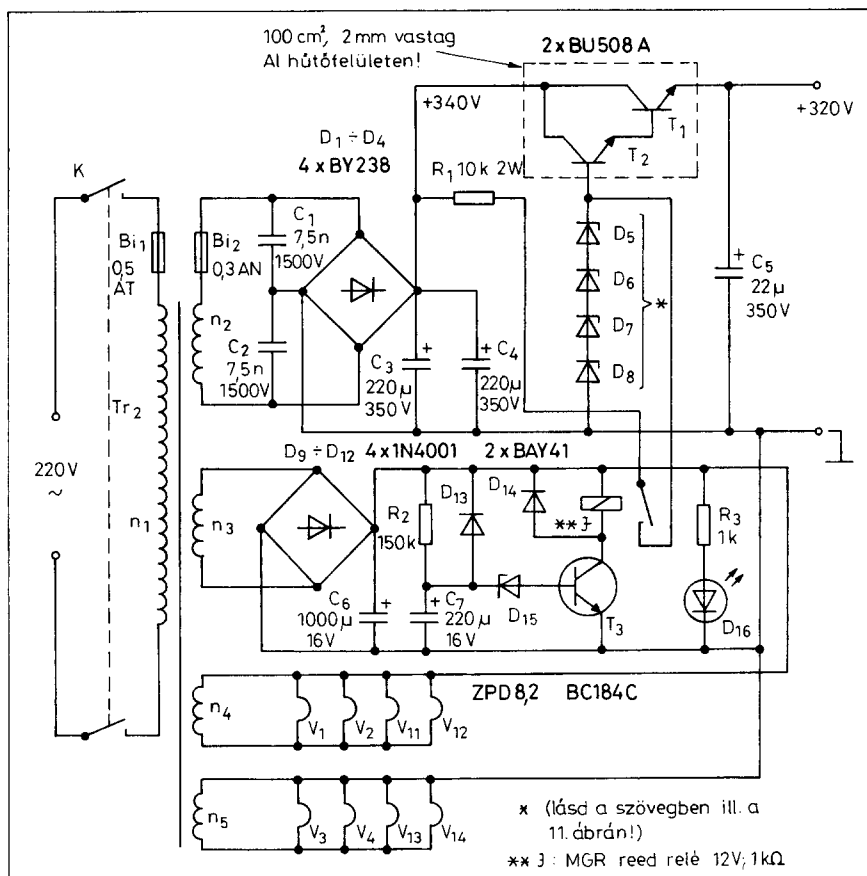
A hangtechnikában járatos kollégák jól tudják, hogy a zenei (csúcs), illetve szinuszos teljesítmény közötti különbség hogyan jön létre. Az üresjáratú feszültség megemelkedésének egyéb hátrányos következményei is vannak. A hazai gyártású EL84-es csövek nehezen viselik el a 350 V-os tápfeszültséget. Hamarabb gázosodnak, segédvárcsuk esetleg felizzik. A segédvárcs-disszipáció túllépése az elektroncső gyors tönkremeneteléhez vezet. A fentiekben leírtak indokolják a tápfeszültség stabilizálását.

A 4. ábrára tekintve felismerhető az emitterkövetés stabilizátor. A  $T_1$  és  $T_2$  tranzisztorok Darlington kapcsolásban üzemelnek. Bázispotenciáljukat a  $D_5 \dots D_8$  soros Z-dióda lánc állítja be. A kimeneti feszültség gyakorlatilag megegyezik a Z-diódák összszigetelt feszültségével. A  $T_1$  és  $T_2$  tranzisztorok bázisáramát, valamint a Z-diódák „könyökbe állítását” az  $R_1$  ellenállás végzi.

Az  $R_1$  ellenállást a J relé kapcsolja a  $T_1$  bázisára. A relé megbuzását a  $T_3$  tranzisztorral felépített késleltető áramkör végzi. Az  $n_3$  tekercsen létrejövő váltakozó feszültséget a  $D_9 \dots D_{12}$  diódahíd egyenirányítja. A pulzáló egyenfeszültség szűréséről a  $C_6$  elektrolitkondenzátor gondoskodik.

Ez a 12 V-os egyenfeszültség táplálja a késleltető kapcsolást, amely csak akkor engedi az anódfeszültséget a csövekre kapcsolni, amikor azok már fel-fűtöttek. Az anódfeszültség késleltetett bekapcsolása jótékony hatással van a csövek élettartamára.

A késleltetés a következőképpen jön létre. Bekapcsoláskor, a  $K_1$  kapcsoló zárásakor a megjelenő tápfeszültség az  $R_2$  ellenálláson át tölteni kezdi a  $C_7$  elektrolitkondenzátort. Amikor annak



4. ábra

feszültsége eléri a 9 V-ot a  $T_3$  tranzisztor kinyit, a meginduló kollektoráram meghúzza a J jelfogót. A záródó kontaktusok kinyitják a  $T_1$ ,  $T_2$  Darlington-párt, megjelenik a tápfeszültség. A bekapcsolási késleltetés nagysága a  $C_7$  kapacitásának nagyságával változatható. Jelen esetben, a kapcsolási rajzon megadott R-C elemekkel ez az idő 1 perc. A  $D_{13}$  szilíciumdióda kikapcsoláskor kisüti a  $C_7$  elektrolitkondenzátort, így a késleltetési idő minden bekapcsolásnál egyforma. A J jelfogóval párhuzamos  $D_{14}$  szilíciumdióda a  $T_3$  tranzisztor kollektor-emitter átmenetét védi meg a kikapcsoláskor létrejövő induktív feszültségugrástól.

A tápegység üzemkészségét a  $D_{16}$  LED jelzi. A dióda áramát az  $R_3$  ellenállás állítja be. Az elektroncsövek fűtését az  $n_4$  és  $n_5$  tekercsek biztosítják. Az előerősítő és fázisfordító csövek az  $n_4$  tekercsről kapják a fűtőfeszültséget. A fűtőtekercs egyik pontja a földhöz képest +12 V-ra fel van emelve. Erre a következők miatt van szükség. Az elektroncsövek wolfram fűtőszálát nagytisztaságú alumínium-oxid bevonattal szigetelik el a katódcsőtől. Az

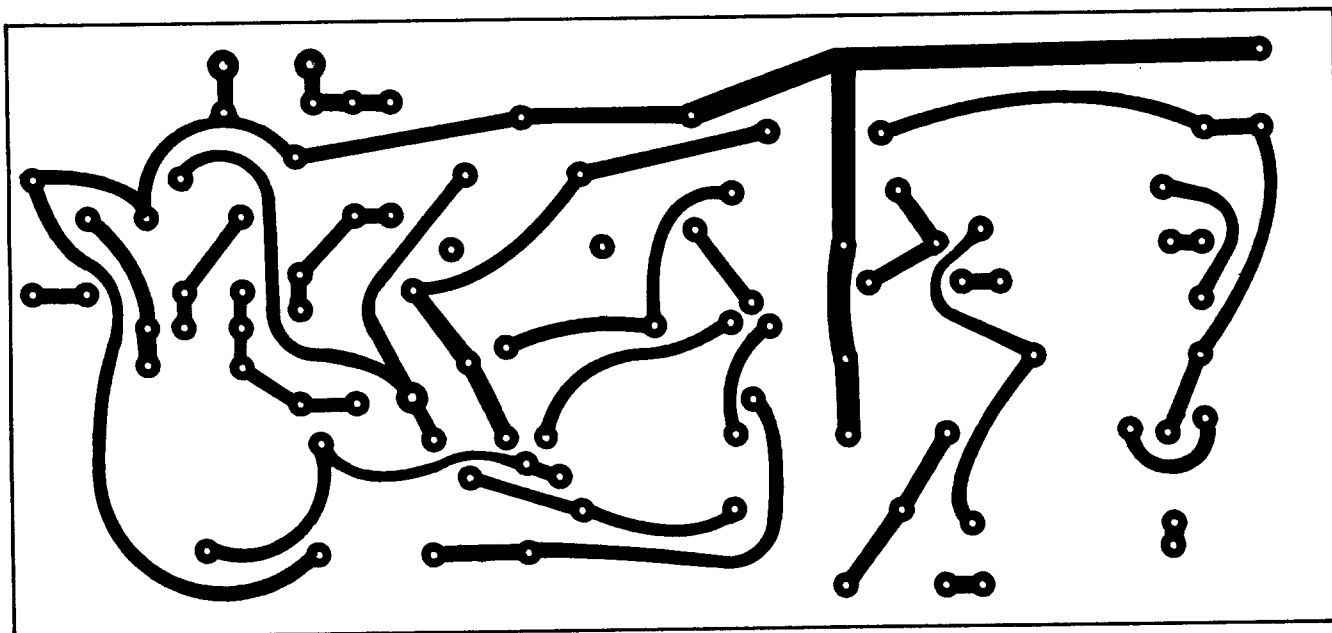
üzemórak múlásával a szigetelés minősége romlik, a fűtőszál és a katód között gyenge átvezetés jöhet létre. A váltóáramú fűtőfeszültség modulálja a katód-feszültséget, az eredmény a jellegzetes hálózati bűgás. Amennyiben a katód-feszültséghez képest néhány volttal pozitívba emeljük a fűtőszál feszültségét, a fent leírt folyamat nem jöhet létre.

A végerősítő csövek fűtőfeszültségét az  $n_5$  tekercs állítja elő. (A jobb oldali csatorna csöveinek számozása 11-el kezdődik.)

### Megépítés, bemérés

A munkát a nyomtatott áramköri lapok elkészítésével kezdjük. A végerősítő nyomtatási rajza az 5., beültetési rajza a 6. ábrán látható. A végerősítő hidegítő és csatoló kondenzátorainak üzemi feszültségét megadtuk a kapcsolási rajzon. Néhány alkatrészhez több forrszem található a nyákon; ezekre a helyekre különböző lábtávolságú alkatrészek is beépíthetők.

A  $C_9$  és  $C_{13}$  elektrolitkondenzátor közös serlegben található. Nyomtatott áramköri lapba beültethető,  $2 \times 50 \mu\text{F}$



5. ábra

os (vagy  $2 \times 47 \mu\text{F}$ -os), 350 V-os üzemi feszültségű típus felel meg céljainknak. Amennyiben nem kapunk ilyen értékűt, a kissé hosszabb serlegben gyártott a  $2 \times 100 \mu\text{F}/350 \text{ V}$ -os típust építsük be.

A nyomtatási rajzon szaggatott vonallal szerepelnek a novál csőfoglalatok. Azt hiszem, az egyik legnehezebb feladat ma ilyen csőfoglalatokat beszerezni. A  $V_1$  és  $V_2$  elektroncsöveknek megfelel a nyákba ültethető bakelit foglalat. Ilyenek kitermelhetők a régi csöves Orion vagy Videoton televíziók paneljaiból. A  $V_3$ ,  $V_4$  végerősítő csövek kerámia foglalatot igényelnek. Bontásra ítélt csöves műszerekben található ezek a foglalatok. A nyákos kivitelű csőfoglalatot ( $V_1$  és  $V_2$  csövek) beültethetjük a panelba.

A beültetési rajzon szaggatott vonallal ábrázoltuk az átkötéseket. A  $V_3$  és  $V_4$  végerősítő csöveknél lombfűrészszel vágjunk ki akkora nyílást, hogy a kerámiafoglalat abban illeszkedjen. A megfelelő fóliapontokat a csőlábakkal huzalokkal kötjük össze. A 7. ábrán a munka megkönnyítésére megadtuk a csövek (és a tápegység áteresztő tranzistorának) bekötését.

A fűtésvezetékek nincsenek lenyomatva. Ezeket – miután megszereltük a panelt – sodrott, tömör, szigetelt vezetékből alakítjuk ki.

A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje, valamint az egyes tekercsek összekötése a 8. ábrán láthatók. A transzformátor egyéb adatait az 1. tá-

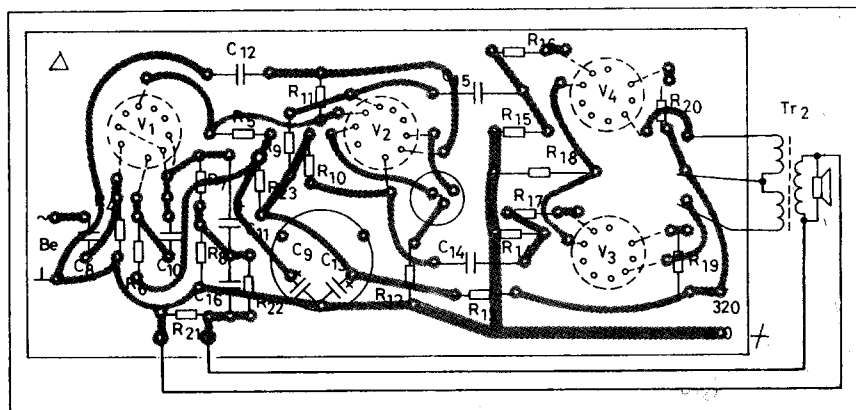
1. táblázat. A  $Tr_1$  kimenőtranszformátor adatai

Tekercs	Tekercs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	2	1800	$\varnothing 0,1 \text{ MZZ}$	Menetet menet mellé tekercselve Háromsoronként kondenzátortpapír, vagy hostafan-fólia szigetelés.
	4	1800		
Szekunder	1	31	$\varnothing 1 \text{ mm MZZ}$	A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg $0,15 \text{ mm}$ -es prespán, vagy varnisfólia-szigetelés. A vasmag lemezelése átlapolva történik.
	3	62		
	5	31		

Vasmag: EI 84, pakettvastagság: 43 mm, vasmagkeresztmetszet:  $12 \text{ cm}^2$

blázat tartalmazza. Az általunk kiválasztott vasmag az MSZ-ben szerepel. A pakettvastagság szabványos, elvileg a transzformátormag csévetesttel

együtt beszerezhető. A transzformátorok tekercseléséhez némi gyakorlat szükséges. A szigetelőhártyát célszerű oldalanként 2 mm-rel hosszabbra

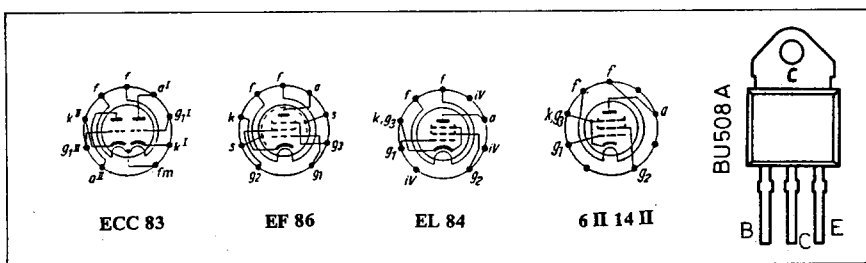


6. ábra

2. táblázat. A  $Tr_2$  hálózati transzformátor adatai

Tekercs	Tekercs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	$n_1$	680	$\varnothing 0,5$ MZZ	A primer tekercsben soronkénti szigetelés kondenzátorpapírból vagy hostafan fóliából. A primer és szekunder tekercsek között három réteg $0,2$ mm-es prespán szigetelés
Szekunder	$n_2$	825	$\varnothing 0,35$ MZZ	Az egyes szekunder tekercsek között három réteg $0,2$ mm-es prespánszigetelés. Az $n_2$ tekercsnél soronkénti kondenzátorpapír szigetelés.
	$n_3$	30	$\varnothing 0,3$ MZZ	
	$n_4$	21	$\varnothing 0,8$ MZZ	
	$n_5$	21	$\varnothing 1,2$ MZZ	

Vasmag: EI 116, pakettvastagság: 45 mm, vasmagkeresztmetszet  $16,2 \text{ cm}^2$



7. ábra

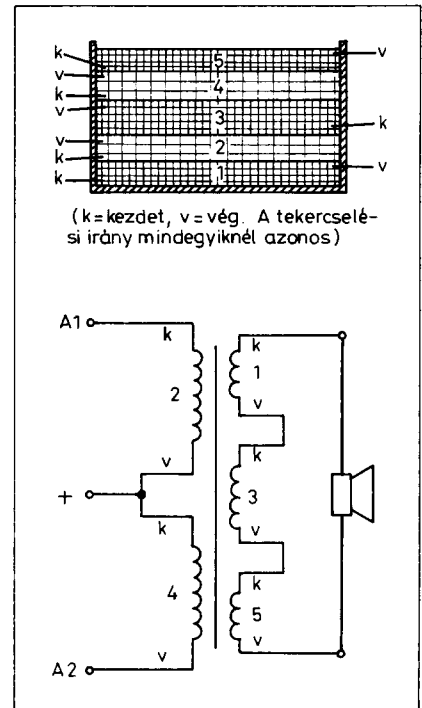
hagyni. Ezt azután ollóval bevagdossuk. Az így előkészített szigetelhártya széle felhajlik a csévetest oldalára. Ennek előnye, hogy a széleken a huzal nem csúszik le az alsó sorba. Az egyes tekercsek kezdet- és végpontjait jelöl-

jük meg! Így az összekötésnél elkerülhetők az elkötések.

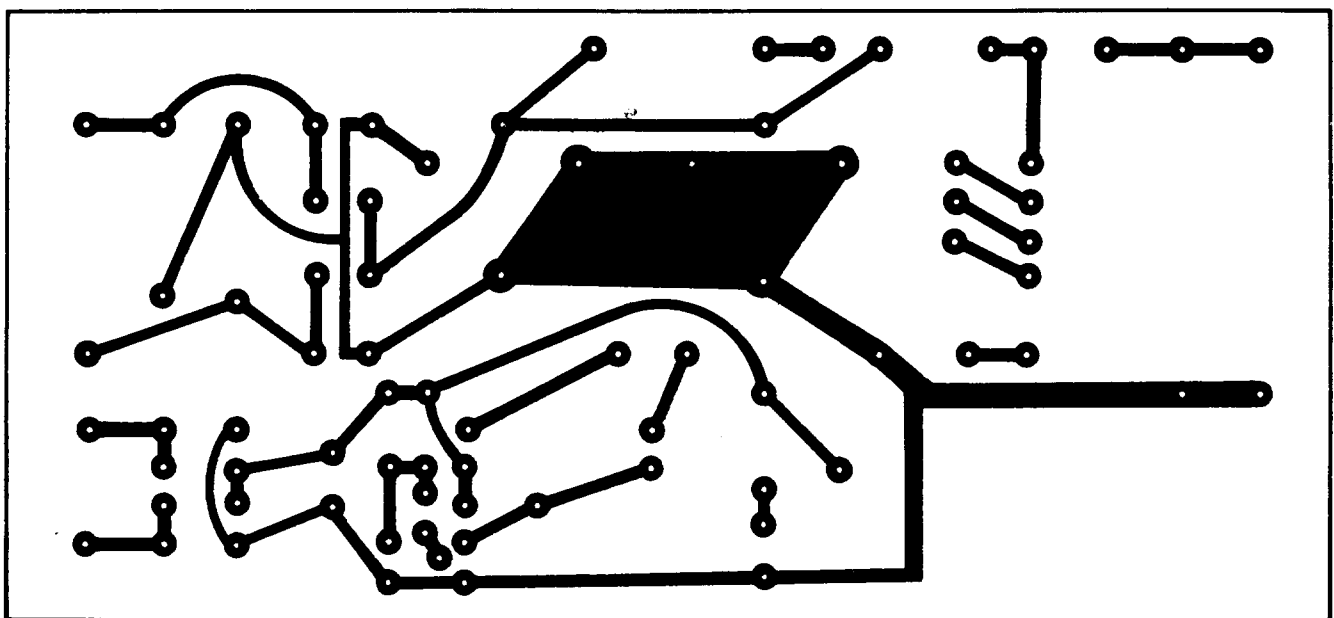
A bevasmagozott, összekötött transzformátort a következő módon ellenőrizzük. A szekunder tekercsre kapcsoljunk  $6 \text{ V}/50 \text{ Hz}$ -es váltakozó fe-

szültséget. A primer tekercsek középpontjára (+) kapcsoljunk AC feszültségmérőt. A mérőműszerrel mérjük az  $A_1$  és  $A_2$  pontokon.  $6 \text{ V}$ -os bemenő feszültség esetén  $87 \text{ V}$ -ot kell mérni az  $A_1$  valamint az  $A_2$  kivezetésen.

A primer tekercsek fázisviszonyát úgy ellenőrizzük, hogy mérünk az  $A_1$  és  $A_2$  pontok között. Jó a transzformátor, ha  $174 \text{ V}$ -ot mutat a feszültségmérőnk.



8. ábra



9. ábra

A tápegység nyomtatási rajza a 9. ábrán található, beültetési rajzát a 10. ábra tartalmazza. A hálózati transzformátor adatait a 2. táblázaton láthatjuk.

A sztereó végerősítőt fémvázra célszerű szerelni. Az alumínium könnyebb megmunkálhatóságával előnyösebb, mint az acéllemez. Erre csavarozzuk fel a kimenőtranszformátorokat, valamint a hálózati trafót is.

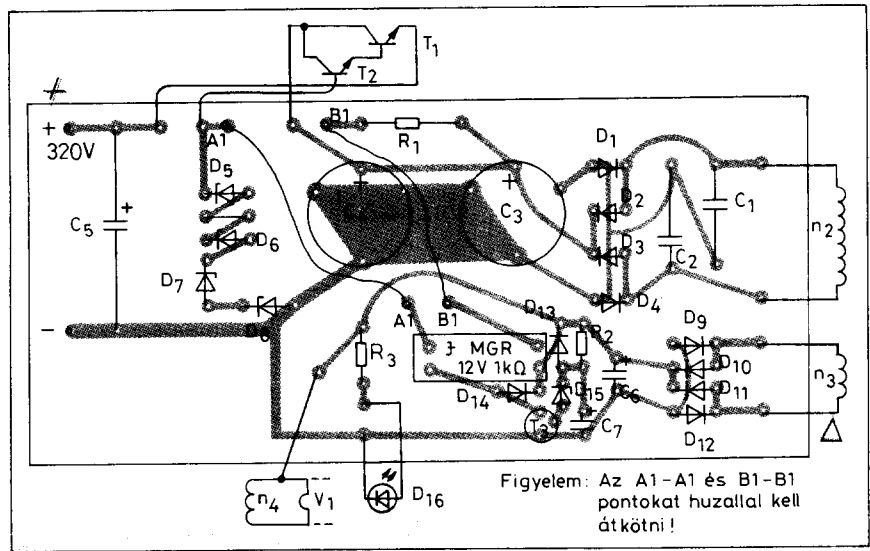
A hálózati transzformátort az erősítő bemenetétől távol helyezzük el. A vasmag gerjesztése 1 T alatt van, így mágneses szórása gyakorlatilag elhanyagolható. A jó jel-zaj viszony (pontosabban a brumm elkerülése) érdekében mégis célszerű a hálózati vezetékeket az erősítő bemenetétől távontartani.

A bemérést a tápegységgel kezdjük. A tápegység +320 V-os bemenete és a föld közé 1,6 k $\Omega$ -os terhelőellenállást forrasztunk. A műterhelést több darabból állítjuk össze a nagy teljesítményfelvétel miatt. Például: 3 db 390  $\Omega$  és 1 db 470  $\Omega$ , 20 W-os huzalellenállás sorba kapcsolva. Természetesen más kombináció is lehetséges (vegyes kapcsolás, vagy nagyteljesítményű tollellenállás stb.).

Egyenfeszültség-mérővel mérjük a tápegység kimeneti pontjait! A K<sub>1</sub> kapcsoló zárásakor a LED világítani kezd. Ettől kezdve kb. 1 perc múlva meghúzza a J jelfogó, a műterhelés sarkain megjelenik a +320 V. A kimenőfeszültség pontosságának nincs jelentősége. A pontos beállítás a Z-diódák cseréjével eszközölhető. Erre ad ötleteket a 11. ábra. Az 1,6 k $\Omega$ -os műterhelést lekapcsolva, csak néhány V-ot emelkedhet a kimenőfeszültség.

Következő lépés a végerősítő bemérése. A műterhelés helyére forrasztjuk be a végerősítő táppontját. Az erősítő bemenetét zárjuk rövidre egy vezetékkel! A kimenőtranszformátor kimeneti pontjait zárjuk le 8  $\Omega$ /20 W-os ellenállással. Kapcsoljuk be az erősítőt. Ha esetleg halk sípolást, füttyülést halunk, kapcsoljuk ki az erősítőt és cseréljük meg a kimenőtranszformátor A<sub>1</sub> és A<sub>2</sub> pontját. Így a pozitív visszacsatolásból negatív lett.

DC csővoltmérővel ellenőrizzük a kapcsolási rajzon megadott értékeket. Felváltva mérünk a V<sub>2</sub> ECC83-as kettőstrióda anódjain. A P<sub>1</sub> pontenciométerrel egyforma anódfeszültséget állítunk be a két trióda anódján. Az R<sub>18</sub> katóellenálláson 10,5 V  $\pm$  1 V-ot mérünk.

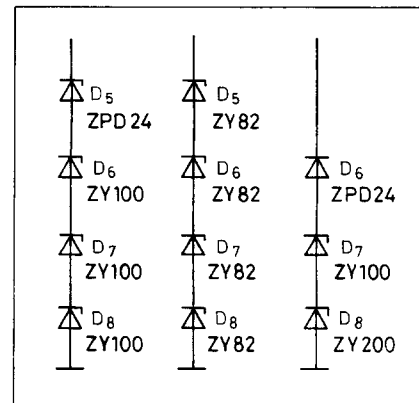


10. ábra

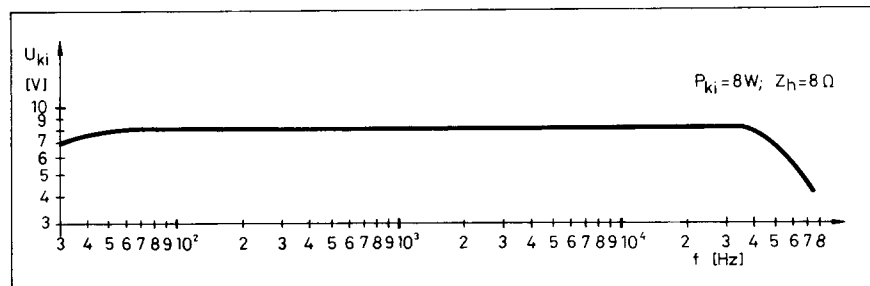
Akik rendelkeznek komolyabb műszerparkkal, az alábbi mérést végezhetik el. A hanggenerátor kimenetét  $f = 1$  kHz és  $U_{ki} = 60$  mV-ra állítjuk. Ezt a jelet adjuk az erősítő bemenetére a C<sub>8</sub> és a föld közé. Oszcilloszkóppal mérünk a 8  $\Omega$ /20 W-os műterhelés sarkain. Az oszcilloszkóp képernyőjén torzítatlan szinuszjelet kell látnunk. A hanggenerátor amplitúdóját lecsökkentjük 53 mV-ra. Az erősítő névleges kimenőteljesítménye ennél a bemenőjelnél 8 W. Mérünk 30 Hz, 60 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz és 35 kHz-es frekvenciákon feszültséget AC csővoltmérővel a 8  $\Omega$ -os műterhelés sarkain! A kapott eredményt összehasonlítjuk a 12. ábrán bemutatott görbével. Jó az erősítő, ha ettől lényeges eltérést nem mérünk.

A 13. ábrán látható a végerősítő torzítása a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon. Szemügyre véve az ábrát, az alábbiakat állapíthatjuk meg. Alacsony teljesítménynél valamivel nagyobb a torzítás, mint közepes hangerőnél. Ez az AB osztályú be-

állítás a középhangoknál ( $f=1$  kHz) produkálja. A legkisebb kimenőteljesítményt a 10 kHz-es görbe mutatja. Ezen a frekvencián 10 W-nál 1,5% a jelalak-torzítás. A 20 kHz-es görbe lényegesen kedvezőbb képet mutat. A hibát egyértelműen a kimenőtranszformátor okozza. A szórt inductivitás és szórt kapacitás ezen a frekvencián jelentős torzítást okoz.



11. ábra



12. ábra

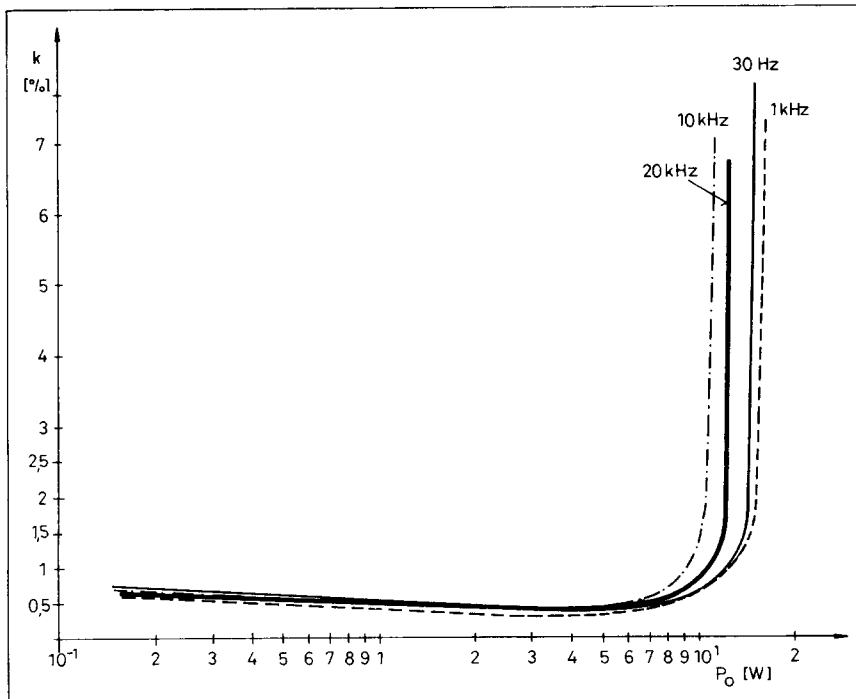
A 14. ábra a végerősítő torzítását ábrázolja  $P_{ki} = 8 \text{ W}$  és  $10 \text{ W}$  kimenőteljesítménynél. A  $10 \text{ W}$ -os görbén ismét jól látható a  $10 \text{ kHz}$ -es frekvencián a torzítás növekedése.

Műszerek birtokában megvizsgáltam az ultralineár kapcsolást is. Ennek lényege, hogy a végpentódák segédárcsai a primer tekercshez kapcsolódnak. Az irodalom például az EL84-es végerősítő csőre az  $x$  csatolási tényezőt  $20\%$ -ra adja meg. Ez azt jelenti, hogy a kimenőtranszformátor középleágazásától  $20\text{-}20\%$ -ra leágazást készítünk és ide kötjük a  $V_3$  és  $V_4$  végerősítő csövek segédárcsait. Az irodalom szerint a torzítás  $30\%$ -kal csökken. Saját méréseim ezt nem igazolták. A csöves erősítők torzítását döntően a kimenőtranszformátor határozza meg. Mi viszonylag a legegyszerűbb osztású kimenőtranszformátort választottuk; ennek hibáin a végerősítő csövön belüli ellencsatolás már lényegesen nem változtat. Ennél csak jobban („keresztben” is) osztott kimenőtranszformátorral érhetünk el.

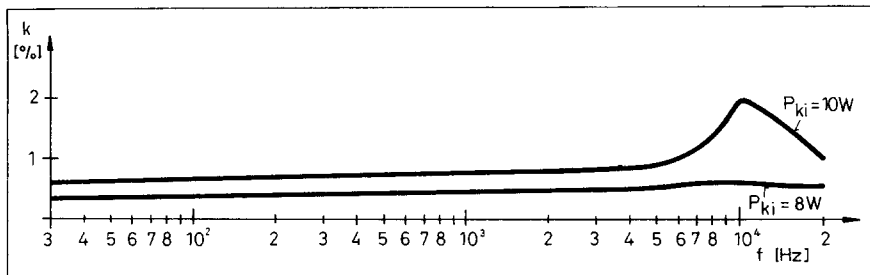
Az erősítőt kipróbálva kellemes, szép hangzást tapasztaltunk. A  $2 \times 10 \text{ W}$ -os kimenőteljesítmény ma már szerénynek tűnik, de egy lakásban bőven elegendő. Az erősítő csöveit gyakorlatilag egész Európa gyártotta. Az EF86 elektroncsövet a Tungsram, Philips, Valvo, Telefunken, valamint Siemens cégek készítették. Az ECC83 szintén elterjedt típus. Ezt gyártották az USA-ban is, 12AX7 jelzéssel. Itt említem meg, hogy a  $V_2$  elektroncső  $6,3 \text{ V}$ -os fűtőfeszültségről való üzemeltetése esetén a két csőfél fűtőszála párhuzamosan kapcsolandó, azaz a 4 és 5-ös lábat össze kell kötni. A fűtés másik pontja a cső 9-es lába. A  $V_3$  és  $V_4$ , EL84 típusú HF-végpentóda igen elterjedt típusnak számított. A hazai rádiók végerősítőibe ezt használták, de külföldön is kedvelt volt. Az E84L (Siemens) ennek hosszú élettartamú ipari változata. Jól felhasználható a szovjet gyártmányú 6P14P. Ezeket a csöveket használták a szovjet gyártmányú színes televíziókban (COLOR STAR, RADUGA, ELEKTRON 714 stb.). A 6P14P néha igen olcsón megvásárolható műszaki kereskedések barkácsárui között.

Amennyiben érdeklődés mutatkozik, nagyobb teljesítményű és jobb kimenőtrafóval ellátott erősítő leírását is nagyon szívesen közlöm.

A végerősítőket félvezetős előerősítőről hajtottam meg. Ebben foglalt



13. ábra

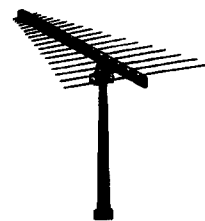


14. ábra

helyet a programválasztó kapcsoló, a hangszínszabályzó, a hangerő, valamint a balanszszabályzó is.

**Felhasznált irodalom:**  
Beier: Röhrentaschenbuch  
Philips: Electron Tube Handbook

## RÁDIÓ-ÉSTELEVÍZIÓMÚZEUM DIÓSDON



Az Antenna Hungária Rt. diódsi rövidhullámú adóállomása ad otthont a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány gondozásával létesített kiváló rádió-műszaki gyűjteménynek. (A tv-szekció egyelőre szerényebb anyagú.)

A műsorszórás vezetékes ósétől, az 1893-ban megszólalt Pus-kás Tivadar-féle Telefonhírmondótól a közelmúlt idők adás- és vételtechnikai készülékei, eszközei és alkatrészei tekinthetők meg a világon egyedülálló környezetben:

**egy működő rövidhullámú adóállomás telephelyén.**

A garantáltan szakértő tárlatvezetést a rádióállomás munkatársai biztosítják.

**Megtekinthető:**  
hétfő kivételével minden nap 10-16 óráig.

**Megközelíthető:**  
Volán-járatok indulnak a budapesti Kosztolányi térről, leszállás a Diósd Felső megállóhelyen.

BKV-járatok: 3-as autóbusz indul a Móricz Zs. körtérről, átszállás Nagytétény Angeli utcánál a 13-as autóbuszra, leszállás a diódsi megállóban.



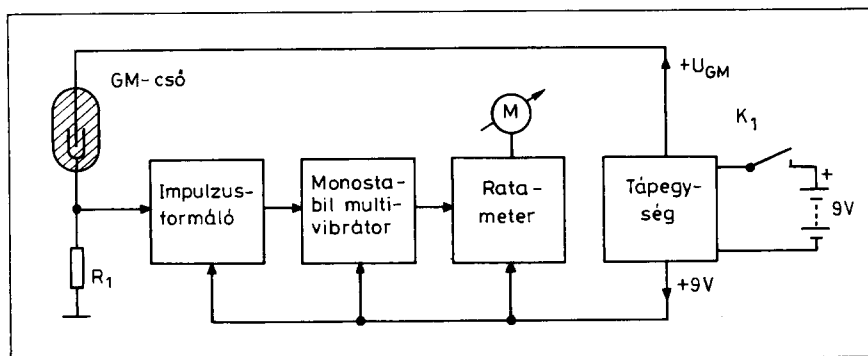
# Sugárszint-indikátor

Plachtovics György BME Fizikai Kémia Tanszék

A természetes radioaktív sugárzás (háttérsugárzás) egy része folyamatosan a világűrből érkezik, másik részét a Föld produkálja. Intenzitása földrajzi helyenként változik; jelentős eltérés mérhető hazánk egyes pontjai között is. A sajtó számára ma már alig van tabutéma. Megírják ebben a témakörben szinte mindent, ami az átlagolvasót érdekelheti. A csernobili katasztrófa után a közhangulat az atomenergia ellen fordult. Ebben nagy része volt az akkori késedelmes, hiányos, sok szempontból félrevezető tájékoztatásnak. Az átlagpolgár keveset tud az atomenergiáról, a radioaktív sugárzásról. Az embereket a két végleg jellemzi. Az egyik elbágyasztja az ezzel járó veszélyeket, és egyszerűen nem vesz tudomást róla. A másik része betegesen fél, „mindennek oka az a sok atom”. Mindkét felfogás helytelen. A hagyományos energiaforrások előbb-utóbb kimerülnek. A hagyományos energiatermelés környezetkárosító hatása sok esetben nagyobb, mint az atomerőművéké. Tudomásul kell vennünk, az energiatermelés minden elterjedt formája környezet-szennyezéssel jár. A műszaki feladatok megkeresni az optimális megoldást, amely lehetővé teszi, hogy megfelelő biztonsággal minél kisebb környezeti ártalommal termeljünk az energiát.

A nyugati országokban évek óta kaphatók egyszerű felépítésű GM-csöves indikátorok. Az 1982. évi RIM Katalógus PHILIPS gyártmányú indikátort reklámoz. Az EB7801 típusú számláló akkori ára 169 DM, amely az ottani fizetésekhez viszonyítva nem nagy összeg. Az indikátor igen egyszerű felépítésű. Detektora a ZP1400 típusú GM-cső. Ezen kívül négy tranzisztort, valamint egy tirisztort (és a kapcsolódó passzív elemekből álló hálózatot) tartalmazza. Ionizáló sugárzás hatására hangjelzést ad. A hangjelzés sűrűsége arányos az ionizáló sugárzás nagyságával. Normál háttérsugárzásnál percenként néhány „csipogás” jelzi a műszer működését.

A hazai piacon is jelentek meg ehhez hasonló műszerek, de folyamatos gyártásuk különböző okok miatt nem jött létre. Némi gyakorlattal házilag is elkészíthető a „csipogó”, amely csupán



1. ábra

hangjelzést ad, vagy ennek „intelligensebb” ratemeteres változata. A műszer lelke a detektor, a GM-cső. Hazai gyártója jelenleg nincs, de külföldön viszonylag olcsón beszerezhető orosz, lengyel, valamint német gyártmányok. Ennek birtokában, megfelelő áramköri gyakorlattal házilag is elkészíthető a sugárszint-indikátor. Az alábbiakban ismertett műszer a normál háttérszinttől indul és alkalmas szennyezettség indikálására. Az áramkör  $\beta$  és  $\gamma$  típusú sugárszennyezettség kimutatására alkalmas. A percenkénti beütésszámot egy logaritmikus skálájú Deprez-műszerről olvashatjuk le. A műszer  $10^3$  nagyságrendet fog át. Áramfelvétele igen alacsony, hiszen telepes táplálásra (6F22 típ. 9 V-os rádiótelep), hordozható üzetre készült.

## Műszaki leírás

A sugármérő tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az elvi működését a tömbvázlat alapján tárgyaljuk.

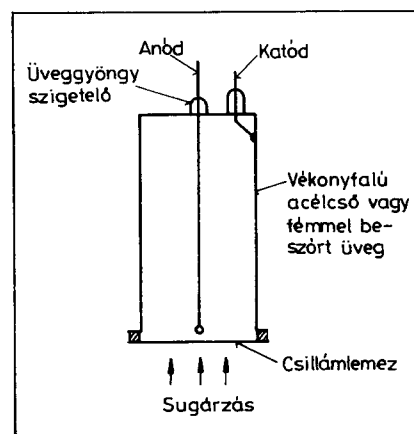
## Érzékelő

A Geiger-Müller számlálócső az ionizáló sugárzással jó közelítéssel arányos számú impulzust produkál. A számlálócső vonalas rajza a 2. ábrán látható. Hengeres felépítésű, a közepén szigetelőanyagok között kifeszített wolframszál az anód. Ezt hengeresen veszi körül a katód, amely lehet fém, vagy fémmel beszórt üveg. A henger végét vékony szigetelőanyag, pl. csillámlemez zárja le légmentesen. Az

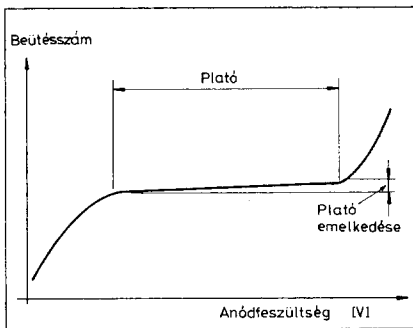
ilyen felépítésű csövek az úgynevezett végablakos GM-csővek.

A cső belsejében gázkeverék található. Alapgáz az argon, amelyhez kisebb mennyiségben szerves gőzt – pl. alkoholt – kevernek. Utóbbi szerepe a kioltás. Újabbban gyártanak halogéngázos csöveket is. A kioltógáz ebben az esetben klór, vagy bróm.

A GM-cső működtetéséhez nagyfeszültségre van szükség. A szerves kioltógázt tartalmazó csöveknél az üzemi feszültség 1200 ... 1600 V, míg a halogén töltésű csövek lényegesen alacsonyabb, 300 ... 600 V közötti feszültségtartományban működnek. A GM-cső anódja a tápfeszültséget több M $\Omega$ -os ellenálláson keresztül kapja, melynek optimális értékét a cső adatlapja tartalmazza. Az ellenállás a lavinahatás során létrejövő áramot korlátozza.



2. ábra



3. ábra

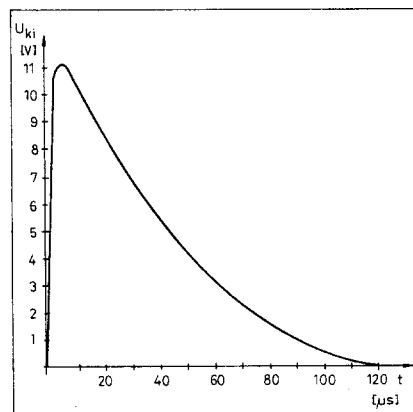
A műszer pontossága szempontjából lényeges, hogy az anódfeszültség a „plató” közepén helyezkedjen el. Jobban megértjük az előbbieken leírtakat, ha szemügyre vesszük a 3. ábrát. A függőleges tengelyen az impulzusszám míg a vízszintes tengelyen a GM-csőre jutó feszültség olvasható le. A jó számlálócsőnél az üzemi feszültségtől alig függ az impulzusszám, azaz a plató csaknem párhuzamos a vízszintes tengellyel. Annál jobb tehát a számlálócső, minél hosszabb a plató és minél kisebb annak meredeksége.

A számlálócsövek élettartama véges. A szerves kioltógőzzel töltött csövek élettartama nagyobb, mint a halogén töltésű csöveké, mert a szerves töltésű csöveknél kioltáskor egy reverzibilis folyamat játszódik le. A 4. ábrán látható az ionizáló sugárzás hatására létrejövő impulzus a GM-cső katód-

lenállásán. Itt említjük meg, hogy a számlálócsövek adatlapján szerepel a holtidő (dead time). Ez az az idő, ami alatt a cső feléled, vagyis ionizáló sugárzás hatására ismét képes impulzust előállítani. A holtidőnek nagy szintek mérésekor van szerepe. A holtidő nagysága a cső típusától, valamint az üzemi feszültségtől függ.

### Impulzusformáló áramkör

A GM-cső közvetlen áramköri környezetét és a műszert meghajtó áramkört tartalmazó kapcsolási rajzot az 5. ábrán láthatjuk. Ionizáló sugárzás hatására a GM-cső impulzust hoz létre. A pozitív impulzus az  $R_1$  katódelenállás sarkain jön létre, mely a  $C_1$  csatolókapacitáson át a  $T_1$  tranzisztor bázisára jut. A  $C_1$ - $R_2$  differenciáló tagot képez. Időállandója kicsi, így keskeny impulzus jut a  $T_1$  bázisára.  $R_2$  ezen kívül a  $T_1$  kapcsolót tranzisztor határozott lezárását (nyugalmi helyzetben) biztosítja. Sugárzás hatására pozitív impulzus jön létre  $R_1$ -en, amely telítésbe vezérli  $T_1$ -et, amely az  $R_4$ -en át nyitja a  $T_2$ -t. A  $T_2$  tranzisztor kollektorköri munkaellenállásán,  $R_5$ -ön oszcilloszkóppal mérve karakteres négyszögimpulzust láthatunk. Az  $R_3$  ellenállás a  $T_2$  tranzisztor határozott lezárását segíti elő. Az ilyen komplementer típusú impulzusformáló áramkör nagy előnye az alacsony fogyasztás. Nyugalmi helyzet-

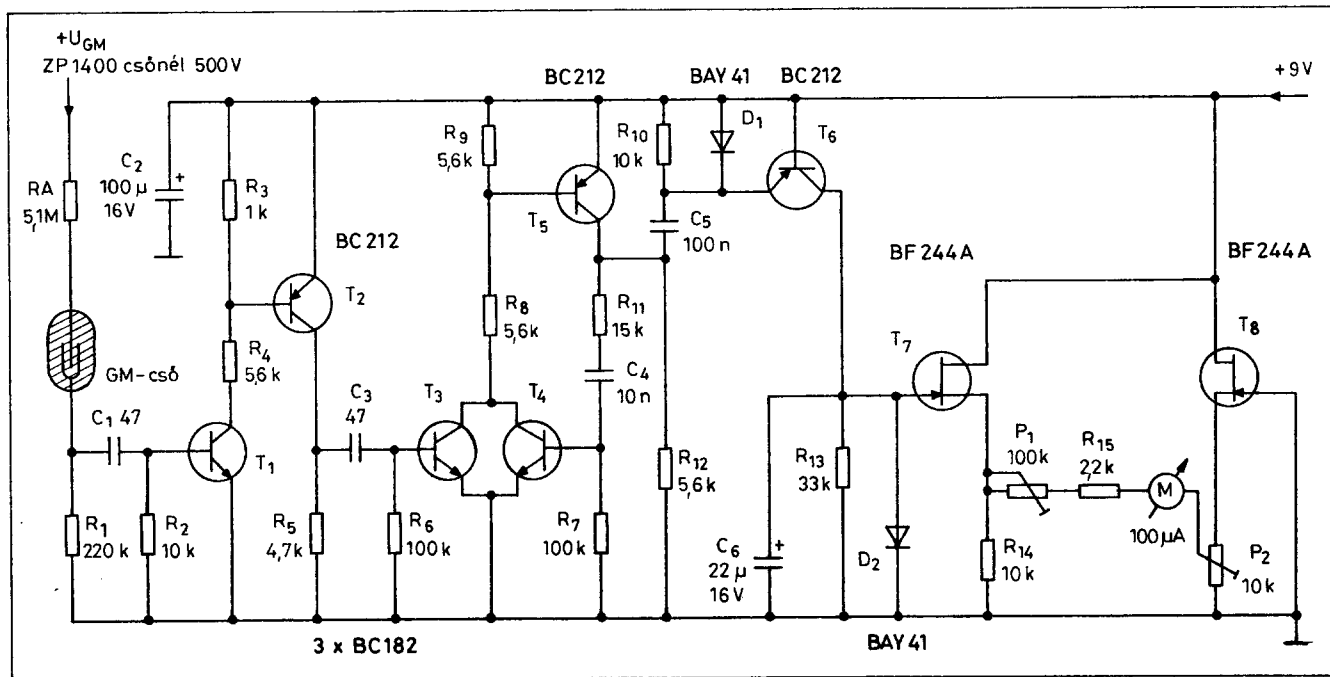


4. ábra

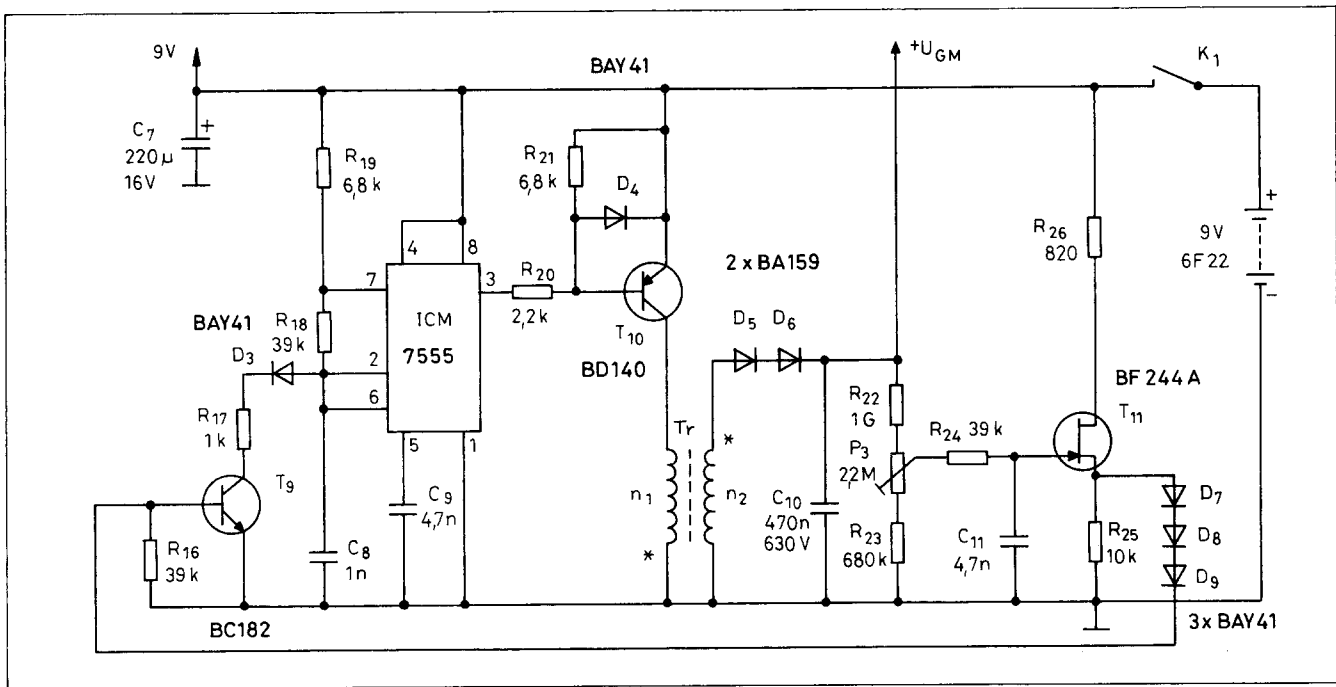
ben – amikor nincs sugárzás (nincs impulzus) – mind  $T_1$ , mind  $T_2$  zárt állapotban van. Az áramfelvétel csak arra a rövid időre korlátozódik, amikor a GM-cső impulzust ad.

### Monostabil multivibrátor

Az impulzusformáló fokozat 9 V amplitúdójú négyszögjeleket generál sugárzás hatására, amelyek  $T_2$  kollektoráról vezethetők el. A kis kapacitású  $C_3$  kondenzátor az  $R_6$  ellenállással differenciáló tagot képez. A  $T_3$  bázisára jutó pozitív tüske nyitja a tranzisztort. Az  $R_8$  ellenálláson át meginduló kollektoráram nyitja a  $T_5$  tranzisztort. Ekkor az áramkör visszabillen kezdeti állapotába. Az  $R_{11}$  értékét olyanra kell



5. ábra



6. ábra

választani, hogy a  $C_4$ -be folyó áram határozottan nyissa  $T_4$  tranzisztort.  $C_4$  töltőárama egyben  $T_4$  bázisárama is. Az  $R_7$  ellenállás  $T_4$  határozott lezárását segíti elő. A kvázistabil idő, azaz a monostabil impulzusszélessége az alábbi formula segítségével számolható:

$$t = R_{11} C_4 \ln \frac{B_2 U_t}{U_t + B_2 U_{BE}}$$

Az impulzusformáló áramkörhöz hasonlóan a komplementer felépítés előnyei itt is jelentkeznek. Nyugalmi helyzetben mindhárom tranzisztor ( $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ) zárva van; áramfelvétel csak a billenési idő alatt mérhető. Az áramkör további érdekessége, hogy a billenési időtartam alatt nem indítható újra. Egyes monostabil multivibrátorok jellegzetes hibája ugyanis, hogy ha kvázistabil állapotban kap indítójelet, az áramkör nem tartja a számított kapcsolási idejét. Az integrált áramkörös technikából jól ismert áramköri megoldással ez a hiba kiküszöbölhető. A párhuzamosan kapcsolt  $T_3$  és  $T_4$  tranzisztorokkal megakadályozható a billenési időn belüli indítás.

### Ratemeter

A szó magyar értelmezése: analóg impulzusszám-átlagmérő. A nukleáris technikában sztohasztikus (nem perio-

dikus, véletlenszerű) eloszlású jelekkel van dolgunk. A ratemeter az impulzusszám átlagértékkel arányos egyenfeszültséget mér. Ionizáló sugárzás hatására az  $R_{12}$  ellenállás sarkain pozitív impulzus jelenik meg. A  $C_5$  kondenzátor nyugalmi helyzetben tápfeszültségre töltődik fel, a  $D_1$  diódán és az  $R_{12}$  ellenálláson keresztül. Amikor a monostabil multivibrátor bebillen, az  $R_{12}$  ellenállás sarkain létrejövő pozitív impulzus a  $C_5$  kondenzátorban tárolt  $C_5 \cdot U_t$  töltést a  $T_6$  tranzisztor emitterkörébe pumpálja. A közösbázisú kapcsolásban működő  $T_6$  tranzisztor kinyit, az emitterköri töltésmennyiség a kollektorkörben jelenik meg. A  $T_6$  tranzisztor átlagárama  $C_5 \cdot U_t \cdot f$  értékű lesz. Az  $R_{13}$  kollektorköri ellenálláson megjelenő feszültséget a  $C_6$  elektrolitkondenzátor integrálja. Az átlagfeszültség az  $R_{13}$  sarkain  $U_A = f \cdot R_{13} \cdot C_5 \cdot U_t$ , ahol  $f$  a bejövő impulzusok gyakorisága. (Természetesen a formula periodikus jelre is igaz.)

A nagyobb méréstartomány elérése érdekében logaritmikus ratemeter alkalmaztunk. A  $T_6$  tranzisztor  $R_{13}$  munkaellenállásán az egyenfeszültség növekedését a párhuzamosan kapcsolt  $D_2$  szilíciumdióda dinamikus ellenállása csökkenti. A Deprez műszer eredetileg lineáris skálája ezzel megváltozik: hűen követi a szilíciumdióda nonlineáris karakterisztikáját. A logaritmikus skála három nagyságrendet fog át:

- a természetes háttérsugárzásnak megfelelő skálaív (18 imp./perc); ezt zöld színnel jelöljük,
- a tízszeres háttérsugárzás (180 imp./perc); a skála középrészén elhelyezkedő, sárga színjelölésű sáv,
- a százszoros háttérsugárzás (1800 imp./perc); a skála végére esik, ezt piros mezővel jelöljük.

A  $T_7$  és  $T_8$  jFET-ek source-követő kapcsolásban működnek. A hídkapcsolás eredményeképpen a műszerkör érzéketlen a tápfeszültség-, valamint a hőmérsékletváltozásokra. A Deprez műszer nullázása a  $P_2$  trimmerpotenciométerrel történik. A műszer a  $P_1$  trimmerrel kalibrálható.

### Tápegység

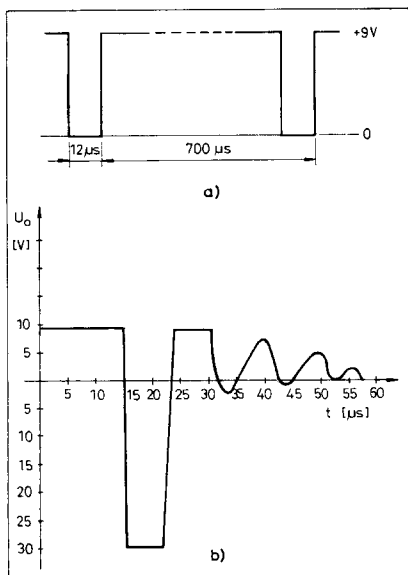
A DC/DC konverteres tápegység elvi kapcsolási rajza a 6. ábrán látható. Lényegét tekintve a tápegység egy vezérelt záróüzemű blockingoscillátor. A tápegység az Intersil gyártmányú ICM7555 típusú integrált áramkörre épül. Ezzel teljesen azonos a Texas gyártmányú TLC555-ös. Lényegét tekintve mindkét tok az NE555 időzítő alacsony teljesítményszintű, CMOS változata. Az ICM755 integrált áramkör lényegesebb jellemzői a következők:

- alacsony tápáram-felvétel (60  $\mu$ A)

- nagy működési sebesség
- széles tápfeszültség-tartomány (2 ... 18 V)
- kimenete TTL és CMOS kompatibilis.

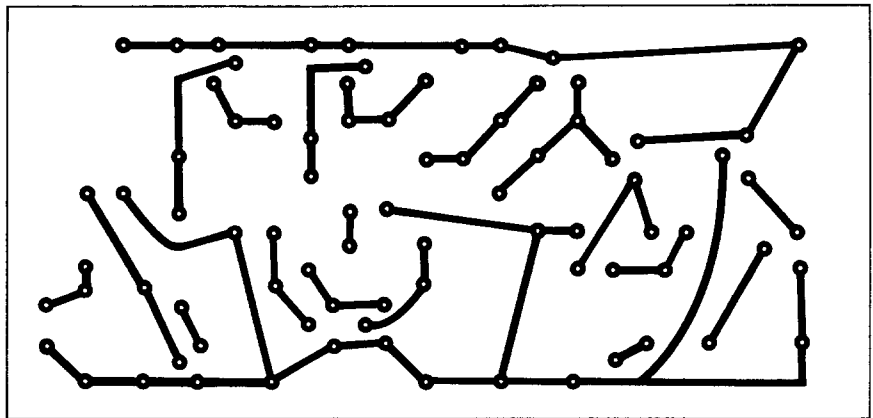
Tápfeszültség hatására az integrált áramkörös astabil multivibrátor rezegni kezd. Az IC 3-as kimeneti pontján tápfeszültségnyi amplitúdójú négy-szögjel jelenik meg. Ezt szemlélteti a 7.a ábra. Amikor az IC kimenete alacsony szintre vált, az  $R_{20}$  ellenálláson át nyitja a  $T_{10}$  tranzisztort. Az  $R_{20}$  a  $T_{10}$  kapcsolótranzistor bázisáramát 4 mA-re állítja be. Az  $R_{21}$  ellenállás a  $T_{10}$  gyors lezárását biztosítja, a  $D_4$  pedig bázis-emitter átmenetét védi.

$T_{10}$  kollektorkörében található a TR ferritmagos transzformátor. A tekercsek azonos fázisú kivezetéseit a kapcsolási rajzon csillaggal jelöltük. A tel-



7. ábra

jesítménykört szemügyre véve felismerhető a záróüzemű energiaátviteli áramkör. Vizsgáljuk meg a működését! A  $T_{10}$  kapcsolótranzistor periodikusan zárja és megszakítja az áramot, az  $n_1$  tekercs sarkain. Bekapcsolt állapotban az  $n_1$  árama  $I_{Lmin}$  legkisebb értékről lineárisan növekedik a kikapcsolás pillanatában érvényes  $I_{Lmax}$  legnagyobb értékig. A fluxus összeomlásakor indukálódott feszültséget hasznosítja az  $n_2$  szekunder tekercs. Az egyenirányítást a viszonylag nagy zárófeszültség-igény miatt sorbakapcsolt  $D_5$  és  $D_6$  szilíciumdióda végzi. A nagyfeszültség szűrését, tárolását a  $C_{10}$  kondenzátor látja el. Az  $n_1$  tekercs sarkain mérhető jelet a 7.b ábra szemlélteti.



8. ábra

A  $T_{10}$  kapcsolótranzistor PNP struktúrájú, típusa BD140. Lényegesebb műszaki adatai a következők:  $U_{CE0} = 80$  V,  $I_C = 1$  A,  $f_T = 50$  MHz. A tranzistor kiválóan alkalmas kisteljesítményű kapcsolóüzemű tápegységekbe. Az alacsony kollektor-emitter maradék feszültségnek köszönhetően jó hatásfokú tápegység készíthető. A tranzistor adatlapjából kiolvasható, hogy esetünkben, a 400 mA-es csúcsáramnál a maradékfeszültség csak 300 mV.

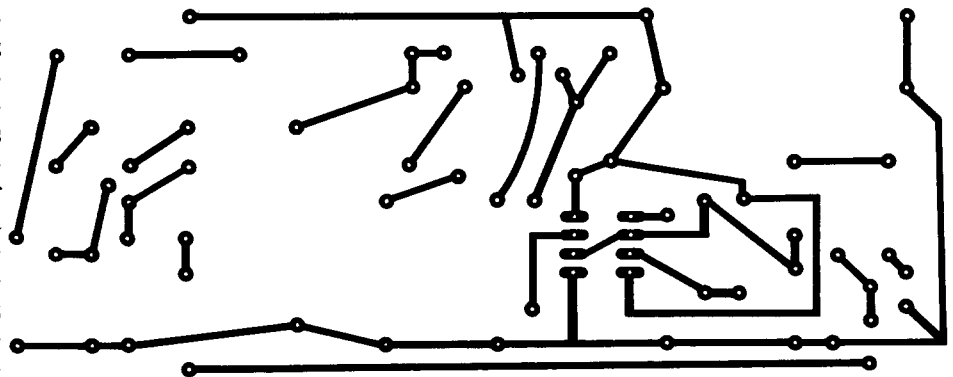
A  $D_5$ ,  $D_6$  dióda típusa BA159. Nagy zárófeszültségű, ki- és bekapcsolási ideje igen rövid. Elvileg egy dióda is elég lenne az 500 V-os feszültség előállításához. Abból indultunk ki, hogy esetleg más típusú GM-cső esetén nagyobb üzemi feszültséget kell beállítani és ebben az esetben egy dióda zárófeszültsége már a határérték közelében van.

A kimeneti feszültség stabilizálása a következőképpen történik. A  $C_{10}$  kondenzátorral párhuzamosan kapcsolódik az  $R_{22}$ ,  $P_3$ ,  $R_{23}$  ellenállásokból felépített osztó. A  $P_3$  trimmer csúszk-

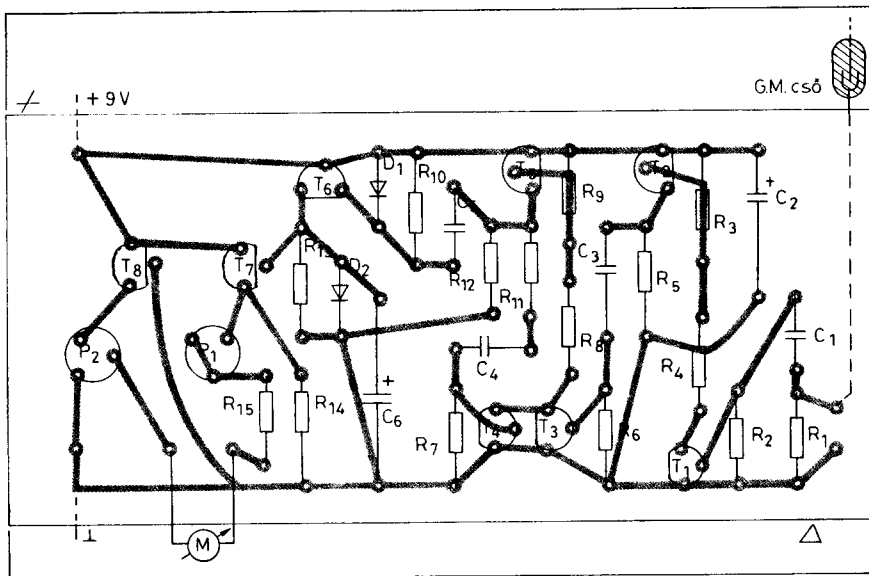
járól a leosztott feszültség az  $R_{24}$  ellenálláson át a  $T_{11}$  jFET gate-jére kerül. Az  $R_{24}$  ellenállás, valamint a  $C_{11}$  kondenzátor egy integráló tagot képeznek. A  $C_{10}$  kondenzátoron esetleg megjelenő zajokat, tüskéket hatásosan szűrik. A  $T_{11}$  sourcekövető kapcsolásban működik. Amikor a  $C_{10}$  sarkain emelkedik a feszültség, akkor a  $P_3$  csúszkáján is nagyobb lesz a feszültség. A sourcekövető ekkor a  $D_7$ ,  $D_8$  és  $D_9$  szinteltoló diódákon keresztül nyitja a  $T_9$  tranzisztort. A nyitott  $T_9$  tranzistor az  $R_{17}$  ellenálláson, valamint a  $D_3$  diódán át sőtöli a  $C_8$  kondenzátort. Ekkor az astabil multivibrátor rezgése leszakad és  $T_{10}$  zárva marad. Nem folyik kollektoráram az  $n_1$  tekercsen, nincs fluxusösszeomlás, nem indukálódik feszültség az  $n_2$  tekercsben.

Ahogy csökken a feszültség a  $C_{10}$ -en, úgy csökken a leosztás arányában a sourcekövetőn is. A  $T_9$  lezár, az astabil ismét rezegni kezd.

A tápegység áramfelvétele igen kicsi. Amint azt már leírtuk, a CMOS felépítésű ICM 7555 áramfelvétele csekély, csak akkor ugrik meg, amikor



9. ábra



10. ábra

nyitja a  $T_{10}$ -et. A hatásfokot jelentős mértékben javítja, hogy a  $C_{10}$  energia-tároló kondenzátort  $G\Omega$ -os osztó terheléssel csak. Az osztó árama nA nagyságrendű. Ez nem okoz problémát, mert a FET feszültségvezérelt eszköz; bemeneti árama elhanyagolható az osztón átfolyó áramhoz képest.

Az  $R_{26}$  ellenállás a  $T_{11}$ -en átfolyó áramot korlátozza. Az  $R_{16}$  ellenállás a  $T_9$  határozott, gyors lezárását segíti elő. A  $+U_{GM}$  ponthoz csatlakozik a GM-cső  $R_A$  jelzésű anódmunkaellenállása. A GM-cső csak akkor vesz fel áramot, amikor ionizáció hatására impulzust ad ki. Ilyenkor valamelyest nő a tápegység áramfelvétele.

A 9 V-os tápfeszültségen található a  $C_7$  elektrolitkondenzátor. Ez a 9 V-os

telep belső ellenállását hivatott csökkenteni.

### Megépítés, bemérés

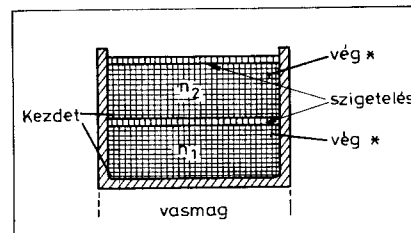
A munkát a GM-cső beszerzésével kell kezdeni. A mintapéldányban a ZP1400 típusú csövet alkalmaztuk. Ezt a mai napig gyártja a Philips, valamint a Valvo cég. GM-cső gyártás folyik Lengyelországban, valamint Ukrajnában, Oroszországban is. A műszer megépítésének csak akkor van értelme, ha olyan csövet szerzünk be, melynek adatlapja is van. Ezen szerepelnek a lényegesebb műszaki paraméterek. Számunkra a következő adatok lényegesek: platófeszültség, beütésszám adott sugárintenzitásra, vagy háttér-su-

gázásra, energiafüggés, élettartam stb. A GM-cső adatlapjának birtokában, sugárforrás nélkül impulzusingenerátor segítségével is kalibrálni lehet műszerünket.

A munkát a nyomtatott áramköri lap elkészítésével kezdjük. Az indikátor nyomtatási rajza a 8., míg a tápegységé a 9. ábrán látható. A beültetést a 10. ill. 11. ábra szerint végezzük.

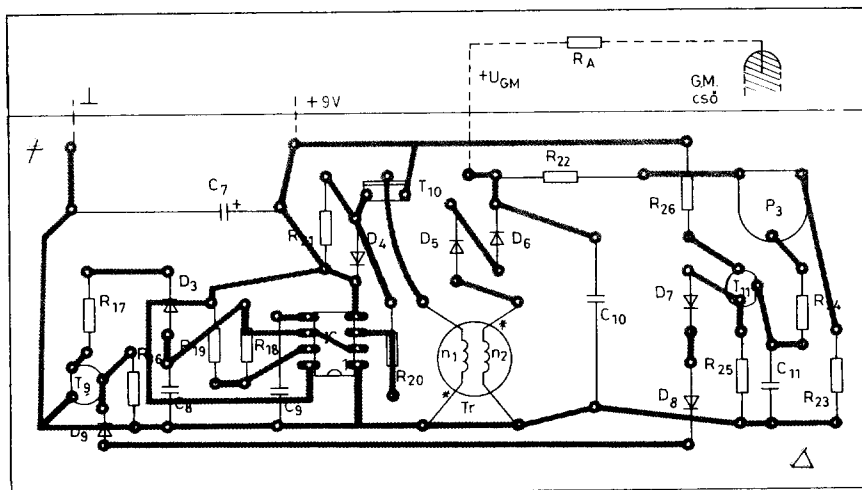
A felhasznált alkatrészek szabványosak, elvileg kaphatók. Kivétel az 1  $G\Omega$ -os  $R_{22}$  ellenállás. A hazai ipar nem gyárt ilyen nagy értékű ellenállást, de pl. Siemens, vagy Rosenthal emblemmával néha kapható. A legrosszabb esetben több darabból rakjuk össze.

A  $C_{10}$  630 V-os üzemi feszültségű legyen. A  $P_3$  potenciométerrel a  $+U_{GM}$  200 ... 800 V tartományban szabályozható. Amennyiben a beszerzett GM-cső nagyobb anódfeszültséget kíván, a 630 V helyett 1000 V-os típust építsünk be erre a helyre.

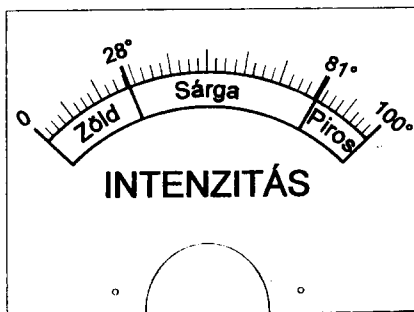
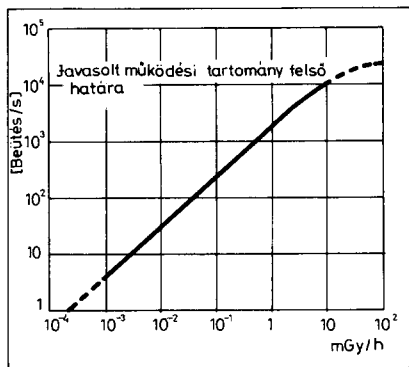


12. ábra

A TR transzformátor tekercselési sorrendjét a 12. ábra mutatja. A kezdet-vég (fázisviszony!) előírt bekötésére figyeljünk! A transzformátor 18 x 11 mm-es,  $A_L$  250-es fazékmaggal készül;  $n_1 = 32$  menet  $\varnothing 0,24$  mm MZZ-ből,  $n_2 = 800$  menet  $\varnothing 0,1$  mm MZZ-ből. A két tekercs között három réteg 0,1 mm-es transzformátorpapír-szigetelés szükséges! A primer és szekunder tekercsek kivezetésére húzzunk vékony műanyag csövet az átütés elkerülése végett. A fazékvasmagot réz- vagy alumíniumcsavarral húzzuk össze. A csavar feje alá vékony rugalmas alátétet helyezünk. Így elkerülhetjük, hogy a külső hőmérséklet változása okozta dilatáció szétroppantsa a fazékvasmagot. A megszerelt nyomtatott áramköri lapokat ellenőrizzük, nincs-e elkötés, vagy hibás forrasztás. A bemérést a tápegységgel kezdjük. A  $+U_{GM}$  pontra DC csővoltmérőt kapcsolunk. Természetesen minden más műszer megfelel a méréshez, melynek 1000 V-os állásban a belső ellenállása 15  $M\Omega$  vagy ennél nagyobb. Zárjuk a  $K_1$  kapcsolót,



11. ábra

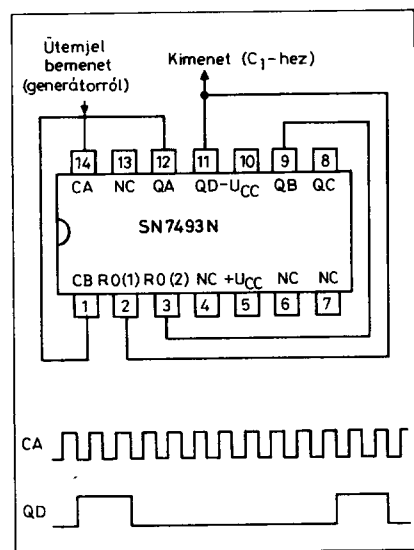


13. ábra

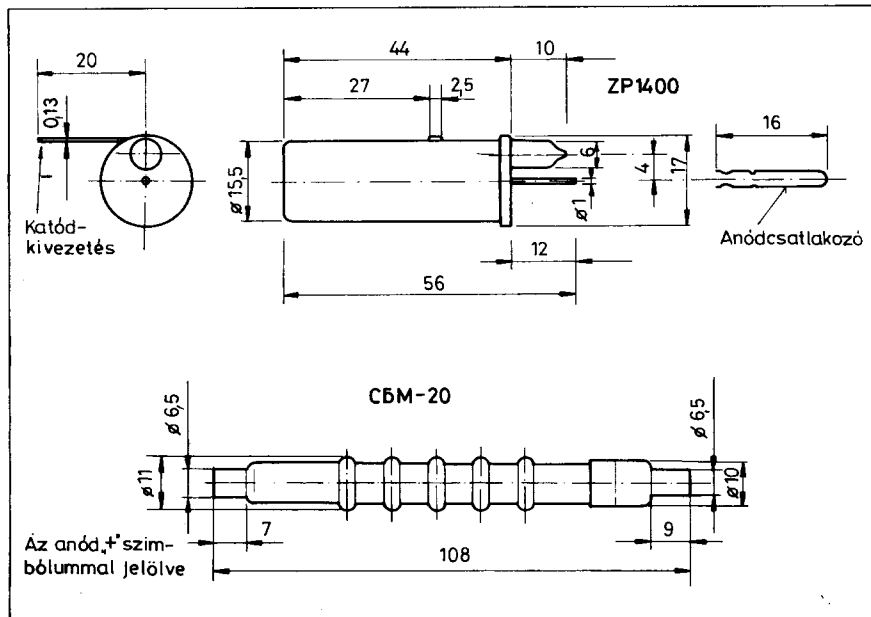
és a P<sub>3</sub>-mal beállítjuk a GM-cső anód-feszültségét, amelyet a cső adatlapjáról olvasunk le.

Amennyiben rendelkezünk oszcilloszkóppal, mérünk az IC 3-as lábán, utána az n<sub>1</sub> tekercs sarkain. A képernyőn látott jelalakoknak jó közelítéssel egyeznie kell, a 7. ábrán bemutatottakkal.

Következő lépés a sugárszint-indikátor elektronikájának bemérése. Kapcsoljunk tápfeszültséget a panelra! Az impulzusformáló bemenete üres: a



14. ábra



15. ábra

GM-cső nincs kapcsolatban a C<sub>1</sub> kondenzátorral. Ebben a helyzetben tehát nem kap bemenőjelet az impulzusformáló áramkör. A P<sub>2</sub> potenciométerrel beállítjuk a műszer nulláját.

Az impulzusformáló áramkör ellenőrzéséhez oszcilloszkóp, valamint impulzus- vagy hanggenerátor szükséges. A generátor kimenetét állítsuk U<sub>ki</sub> = 10 V, valamint t = 200 μs, hanggenerátor esetén U<sub>ki</sub> = 10 V, f = 5 kHz. Oszcilloszkóppal mérünk az R<sub>5</sub> ellenállás sarkain. Pozitív, 9 V amplitúdójú négyzetjelet kell látnunk a képernyőn. A hanggenerátoros mérésnél a fel- és lefutási idők hosszabbak.

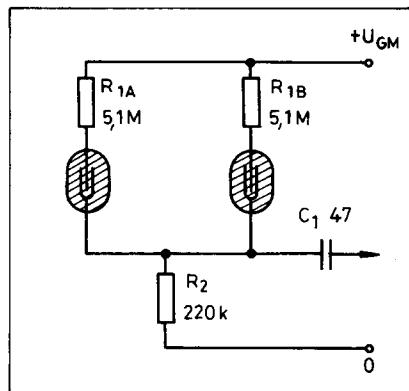
A monostabil multivibrátor ellenőrzéséhez az oszcilloszkóp bemenetét az R<sub>12</sub> ellenállásra kapcsoljuk. Változtatlan generátorállás mellett mérünk. Amikor a monostabil multivibrátor bebillen, 9 V pozitív amplitúdójú jelet kell látnunk a katódsugárcsővön. A jel szélessége 1 ms, a jelamplitúdó 50%-án mérve.

A műszerskala felvételéhez, valamint a kalibráláshoz is szükség van a beépítendő GM-cső adatlapjára. Az alábbi példán bemutatjuk, hogyan lehet kalibrálni a ratemetert a GM-cső impulzusszámának ismeretében. Példaként a mintakészülékbe is beépített Philips gyártmányú ZP1400 típusú cső adatait vesszük. A 13. ábrán látható a GM-cső beütésszáma az ionizáló sugárzás hatására. A karakterisztikáról leolvasható, hogy 10<sup>-3</sup> mGy/h-nál má-

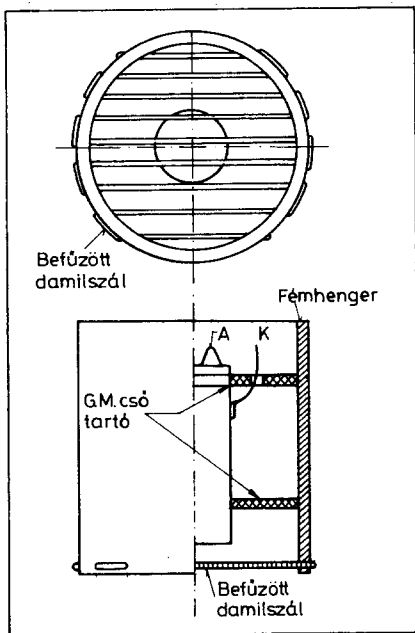
sodpercenként átlagban 3 impulzus jön létre. A ratemeter Deprez-műszere beütés/percben (cpm-ben) kalibrált. A 3 imp/s-ot tehát át kell számolnunk imp/perce (180 cpp).

A mutató műszernél ez a skála közepe, a tízszeres háttérugárzás. A műszer skálája - mint azt már említettük - három nagyságrendet fog át. Készíthetünk olyan skálát, melyen számszerű értékek szerepelnek. Ez igen nagy munka és nem sok gyakorlati értelme van. Többnyire ugyanis nem a számszerű értéket kell meghatározni, hanem azt, hogy veszélyes-e a sugárzás, illetve nő, vagy csökken-e. Az általunk javasolt skálát a 13. ábra mutatja be.

Bármilyen skálát választjuk, a méréshez szükségünk van impulzusgenerátorra. A ZP1400 csövet alapul véve



16. ábra

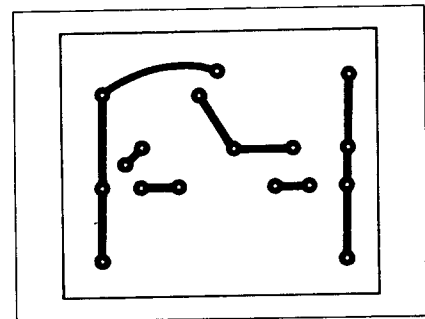


17. ábra

az alábbi frekvenciák kelljenek a kalibráláshoz: 3, 30, ill. 300 Hz. A legtöbb impulzusgenerátor alsó frekvenciája 10 ... 20 Hz körüli érték. Alacsonyfrekvenciás (infra-) generátor lényegesen ritkábban fordul elő egy átlagos műszerzettségű laborban. A 3 Hz-es jelet 1:10 arányú frekvenciaosztással állítjuk elő.

A TTL osztóhoz az impulzusgenerátort a következőképpen állítjuk be:  $U_{ki} = 5\text{ V}$ ,  $t = 100\ \mu\text{s}$ ,  $f = 30, 300$ , majd 3000 Hz. A generátor pozitív impulzuskimenetét a +5 V-tal táplált osztó bemenetére vezetjük. Az 1:10 arányban leosztott, TTL szintű jelet az IC kimenetéről a  $C_1$ -re vezetjük. (Egy 7493-mal megvalósított decimális osztót láthatunk a 14. ábrán.)

Az impulzusformáló áramkör a bemenőjel amplitúdójára érzéketlen, így nem okoz gondot, hogy a GM-cső katódjára nagyobb jelet produkál. Az im-



19. ábra

pulzusgenerátort először 3000 Hz-es állásba kapcsoljuk. Ekkor az SN7493-as IC kimenetén (11. láb) 300 Hz-et mérünk. Ezzel állítjuk a százszoros háttérsugárzást, amelynek a mutató végkitérése felel meg. A végkitérést a  $P_1$  potenciométerrel állítjuk be. A generátor frekvenciáját  $f = 300$ , majd  $f = 30$  Hz-es állásokba kapcsoljuk. Mindkét frekvenciánál jelöljük a skálán a mutatóállást.

A másik, a volt szovjet területől beszerezhető GM-cső az SZBM20 (latin betűkkel). Ennek lényegesebb adatai a következők:

Üzemi feszültség: 400 V

Platóhossz: 100 V

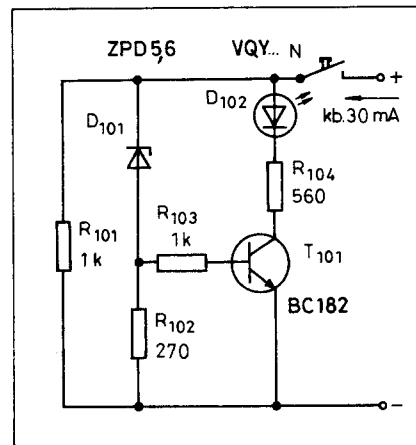
Impulzusszám

normál háttérnél: 1 imp/s.

A  $P_3$  potenciométerrel tehát 400 V-os feszültséget állítunk be. Az SZBM20 durván számolva háromszor több impulzust ad le normál háttérnél, mint a ZP1400 típusú cső. A ratemeter hitelesítésénél a fentiekben leírtak szerint kell eljárni. A különbség a generátor frekvenciabeállításánál van. A skála felvételéhez az alábbi frekvenciákat kell beállítanunk: 1000 Hz, ez a végkitérés, 100 Hz, ez a tízszeres háttér, majd 10 Hz, ez a normál háttérnek megfelelő érték. Ne feledjük, hogy az impulzusgenerátor kimenete és a mérendő műszer között továbbra is ott található az 1:10-es frekvenciaosztó. A két említett GM-cső bekötését a 15. ábra szemlélteti.

Előfordulhat, hogy igen alacsony beütésszámú GM-csövet tudunk csak beszerezni. A ritkán jövő impulzusok hatására megnő a statisztikus ingadozás. A gyakorlatban ez úgy jelentkezik, hogy a mutató remeg, sétál, le, fel. Ez a jelenség alacsony impulzusszámnál – tehát háttér-mérésnél – jelentkezik. A ratemeter időállandóját nem érdemes megnövelni, mert nagyon lomha lesz a műszer mutatójának mozgása. A javasolt megoldás ilyen esetben kettő darab GM-cső párhuzamos kapcsolása. Ebben az esetben a beütésszám összeadódik, duplájára nő (16. ábra).

A GM-csövet úgy kell beépíteni a műszer dobozába, hogy fémburkolat ne takarja a sugárzás útját. A ZP1400 típusú cső végablakos, a benne levő csillámlemez könnyen megsérül. Ez a cső tönkremenetelét okozza. Végablakos GM-cső beépítésére ad ötletet a 17. ábra. Az SZBM20 típusú cső hossztengele mentén érzékeny az ionizáló sugárzásra. A GM-csövet plexi, vagy tex-

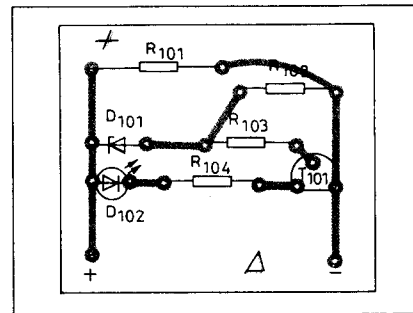


18. ábra

tilbakelit tartóba rögzítjük. A cső elé damilszálból hálót készítünk, hasonlóan a 17. ábrán látottakhoz.

A műszert telepfeszültség-indikátorral is kiegészíthetjük. A 9 V-os, 6F22 típusú telephez tervezett szellemes, egyszerű felépítésű teleptestelő áramkör kapcsolási rajzát láthatjuk a 18. ábrán. A mérőkör kb. 30 mA-es terhelést jelent a telep számára. Amíg a telepfeszültség 6 V-nál nagyobb, a LED világít. A  $D_{101}$  pozíciószámú Z-diódán 5,6 V feszültség esik. További 0,6 V esik a  $T_{101}$  tranzisztor emitter-bázis átmenetén. Ha tehát a telepfeszültség 6 V alatti, a tranzisztor zárva marad, a kollektorkörében levő  $D_{102}$  LED nem kap áramot, sötét marad. Ennél nagyobb telepfeszültségnél a tranzisztor kinyit, a meginduló kollektoráram kigyújtja a LED-et. Az  $R_{101}$  ellenállás a telep terhelőáramát növeli meg. Az  $R_{102}$  pozíciószámú ellenállás a Z-dióda könyökbe állítását biztosítja. Az  $R_{103}$  ellenállás a  $T_{101}$  bázisáramát korlátozza. Az  $R_{104}$  ellenállás a LED áramát állítja be. A telepvizsgáló áramkör nyomtatási rajza a 19. ábrán, az alkatrészek beültetése a 20. ábrán látható.

(Folytatás a 193. oldalon)



20. ábra

# Mechanikai órák vizsgálata IBM PC-vel

Pállinkás Tibor üzemmérnök

Lehet, hogy a címet olvasván sokan értetlenkedve csóválják a fejüket: hogy jön ez ide, érdekes-e egyáltalán ilyesmivel foglalkozni a kvarc-órák korában, amikor az „igazi” órás mesterség is kihalófélben van? Remélem, hogy azért elektronikával „megfertőzött” olvasóink közül szép számmal akadnak olyanok is, akikről dr. Horváth Árpád így ír: „...Ma is nagy tudósok, írók, költők, gépszerkesztők hajolnak – titokban vagy beavatótan – óraszerkezetek fölé. Sok íróasztal fölött rejtj órászerszámokat és különleges szerkezeteket. Van valami egészen rendkívül vonzó az óraszerkezetekben...” [1].

Ezt nyugodtan kiegészíthetem azzal, hogy sokunk íróasztalán ezzel egyidejűleg ott terpeszkedik a modern technikai civilizáció egyik legmarkánsabb képviselője, a személyi számítógép. Vajon gondoltak-e arra, hogy ezen két, a műszaki tudományok látszólag igen távoli ágának produkuma szoros kapcsolatba hozható egymással? Az alábbiakban bebizonyítom, hogy igen!

## 1. A mechanikai elven működő órák

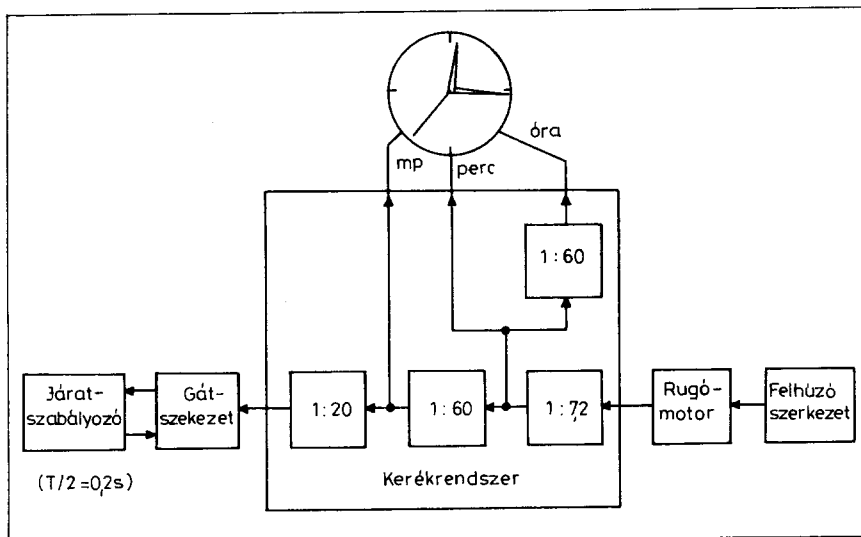
A mechanikai órák alapvetően a következő fő egységekből épülnek fel:

- Rugómotor, amely a működéshez szükséges energiát biztosítja. A rugómotor olyan mechanikai akkumulátornak tekinthető, amelynek „töltése” a felhúzással történik. A felhúzás közvetlen úton kézzel, vagy közvetetten a lendtömeges „automatával”, egyes esetekben kis elektromotorral vagy ciklikusan működő elektromágnes segítségével megy végbe (felhúzó szerkezetek).

- Áttételi mű (futómű, kerékrendszer) a mutatókkal.

- Gátszerkezet.
- Járatszabályozó.

Utóbbi két – az óra pontossága szempontjából legkritikusabb – részegység gondoskodik az idő méréséről, a szerkezet szabályozott járásáról azáltal, hogy a rugómotor energiáját nem engedi a kerékrendszer hatásfoka által megszabott igen



1. ábra

rövid idő alatt elhasználni, azaz a fogaskerékrendszert gyorsan „lefuttatni”, hanem lehetőség szerint egyenlő kis adagokra, „kvantumokra” bontva annak mozgását, teszi lehetővé az idő mérését. Az óraszerkezet ezen részét egyszerűen „járat”-nak is szokás nevezni.

A felsorolt fő egységeket egyes esetekben speciális segédrendszerek egészítik ki. Ilyen pl. az ütőmű, a zenélő szerkezet, a dátummutató stb. A továbbiakban csak a gátszerkezetekkel és a járatszabályozókkal, valamint azok kapcsán az órák pontossági vizsgálatával foglalkozunk.

A legősibb – a XIV. század elején már ismert járat az ún. orsó-gátszerkezet (foliot) volt. Ebben a függőleges tengelyű kétkarú himba tengelyére erősített lapocskák hatoltak be a vízszintes

tengelyű gátkerék fogai közé. A rendkívül primitív járat nagyon pontatlan volt – a homokórák bizony jobbnak bizonyultak -, bár alárendelt alkalmazásokban (egyszerű időzítők, fényképezőgépek mechanikai záridőzítői, játékok) a legutóbbi időkig találkozhattunk hasonló elven alapuló szerkezetekkel.

Jelentős minőségi ugrást az inga, mint járatszabályozó bevezetése jelentette (XVII. sz., Huygens). A hordozható órákba először az orsó járat továbbfejlesztett, azaz billegőkeres, hajszálrugós (disznóörte!) változatait építették be, majd ezt gyorsan követték a legkülönbözőbb gátrészek, amelyeket felsorolni is nehéz lenne. Végül, a XIX. század közepe táján megszülettek az első szabad gátszerkezetek. (Akiiket az órák – és alkotóik – története részletesebben érdekel, azoknak Horváth Árpád szép képekkel, rajzokkal illusztrált, olvasmányos kis könyvét ajánlom figyelmébe [2].)

A járatszabályozó ettől kezdve minden hordozható órában a hajszálrugóval felszerelt billegő. De mi is tulajdonképpen a billegős járatszabályozó? Lényegében egy olyan finoman csapágyazott, jól kiegyensúlyozott, hőmérsékletkompenzált lendtömeg, amelynek tengelyéhez egy spirálrugónak – a hajszálrugónak – belső végét erősítették, míg a rugó külső vége a billegőtengely csapágyazását is magában foglaló billegőhídhoz kötött. Ha a billegőt nyugalmi helyzetéből a hajszálrugó megfeszítése árán elfordítjuk, a rugóban mechanikai energiát halmozunk fel. A billegőt elengedve a rugóban tárolt energia a kerék tehetetlen tömegét felgyorsítja. A billegő kilendülése addig tart, amíg a lendület a hajszálrugó ellenétes irányú megfeszítésére el nem használódik. Ekkor a billegő az előbbivel ellentétes irányba indul el, majd a folyamat ismétlődik. A rendszer tehát periodikus lengést végez, amelynek során a rugóban felhalmozott energia és a billegő tehetetlenségi nyomatékából adódó, benne felhalmozható energia periodikusan átalakul egymásba. A villamosságánból vett analógiával élve ez egy párhuzamos rezgőkör, amelyben

(Folytatás a 192. oldalról)

Ezt az áramkört a sugárzásmérő dobozába is beépíthetjük, de mint önálló teleptester is megállja a helyét. Mivel fogyasztása relatíve nagy, az N gombot csak ritkán, rövid időre nyomjuk meg!

## A műszer használata

A bekapcsolt indikátor műszerének mutatója átlagos környezetben a normál háttér jelzésű zöld sávban áll meg. A statisztikus ingadozás miatt enyhé sétálás, mutatóremegés tapasztalható. Világító számlapú órát (régí típusút!) helyezve a GM-cső elé, a sugárzás növekedését mérhetjük. Többször mérve műszerrel azt tapasztaljuk, hogy föld-

rajzi helyenként, épületenként változik a háttér nagysága. Lényegesen nagyobb háttérsugárzást mérünk egy sálakbeton épületben, mint például szabadban.

*A házilag elkészített sugárszint-indikátor hatósági mérésekre nem alkalmas. Erre a célra csak gyári, OMH műbizonylattal rendelkező műszerek használhatók. Amennyiben nagyobb szintet mérünk (például százszoros háttér), jogosítvánnyal rendelkező szakembert kérjünk fel ellenőrző mérésre.*

## Felhasznált irodalom:

Philips: Geiger-Müller tubes 1983.  
Nagy L. György: Rádiókémia és izotóptechnika  
U. Tietze, Ch Schenk: Analóg és digitális áramkörök



az indukтивitást a billegő, a kapacitást a hajszálrugó képezi.

A billegős „rezgőkör” periódusideje az alábbi összefüggéssel számítható:

$$T \approx 2\pi \sqrt{\frac{12 \cdot l \cdot m \cdot r^2}{E \cdot h \cdot d^3}}$$

ahol a  $l$  a hajszálrugó hossza,  $h$  a szélessége,  $d$  a vastagsága,  $E$  pedig anyagának rugalmassági modulusa;  $m$  a billegő tömege,  $r$  az inerciasugara. (A képletben az állandóan „lélegző” hajszálrugó saját tehetetlenségi nyomatékát és annak változását nem vettük figyelembe.) A mechanikai „rezgőkör” ekvivalens jóssági tényezője  $10^2 \dots 10^4$  nagyságrendben van. Ahhoz, hogy állandó amplitúdójú, tehát csillapítatlan rezgést – itt inkább lengésről beszélünk – kapjunk, a járatszabályozót is, csakúgy, mint a párhuzamos rezgőkört, egy pozitívan visszacsatolt erősítő visszacsatoló hálózatába kell beiktatnunk. Az erősítőt az órák esetében a gátszerkezet képezi, amelyet a kerékrendszeren keresztül a rugómotor energiája táplál. A visszacsatolás is a gátszerkezeten keresztül létesül. A járatszabályozó periodikusan energiát pótlást kap, miközben ugyanezen periodicitással, azaz önlengésszámával szinkron szakaszos működésre kényszeríti a vele mechanikai csatolásban levő rendszert. Ezt a frekvenciát fogaskerék-átvitellekkel megfelelő mértékben leosztva mozgatójuk a mutatókat (1. ábra).

A járat önlengésszámának beállíthatóságáról is gondoskodni kell. Ez a hajszálrugó szabad hosszát beállíthatóan határoló hajszálrugókulccsal lehetséges. Ha a szabad hosszt csökkentjük, – tehát a kulcsot távolítjuk a rugó merev végét befogó tökéttől –, akkor a periódusidő csökken, ellentétes értelmű szabályozáskor pedig nő.

Az elektromos analógiából sejtethető, hogy a mechanikai oszcillátor frekvenciastabilitása is akkor a legnagyobb, amikor a mechanikai rezgőkört a lehető leglazább csatolással illesztjük az erősítőhöz, mert az ekkor befolyásolja a legkevésbé a járatszabályozót. Az órákban (mind az ingaórákban, mind a forgóingás órákban és a billegős órákban) ezt a követelményt legjobban a szabad gátszerkezetek megalkotásával sikerült kielégíteni.

### 1.1. A svájci horgonygátszerkezet

A szabad horgony- (anker-) gátszerkezetek közül a kommersz zseb- és karórákban a legjobban az ún. svájci horgonygátszerkezet terjedt el. Ez nagyobb pontosságot biztosít, mint közvetlen elődje, az angol gátszerkezet vagy a korábban igen elterjedt, horgony nélküli hengergátszerkezet („cylinderjára”).

A horgonygátszerkezetek közös ismertetőjegye, hogy a gátkerek és a járatszabályozó – esetünkben a billegő – között egy harmadik elem, a horgony létesít mechanikai kapcsolatot. A horgony, miután átadta a lendítőerőt a billegőnek, reteszeli a gátkereket és a billenési félperiódus további részében nem befolyásolja a billegőt szabad lengésében. Így megvalósul az előzőekben említett laza csatolás elve: a járatszabályozónak, mint rezgőkörnek a veszteségei csupán a csapagsúrlódásokból, a légellenállásból és a hajszálrugó anyagának belső súrlódásából adódnak. Ezeket a veszteségeket az évszázados tapasztalatok alapján kialakult speciális megoldásokkal, megfelelő anyagválasztással, rengeteg ötlet, szabadalom felhasználásával a technológia által biztosítható legkisebb értékre szorították le. Ezek részletezésére itt nincs mód, hiszen olyan mennyiségű információ gyűlt össze a gátszerkezetekkel és billegőkkel kapcsolatban, amelyek

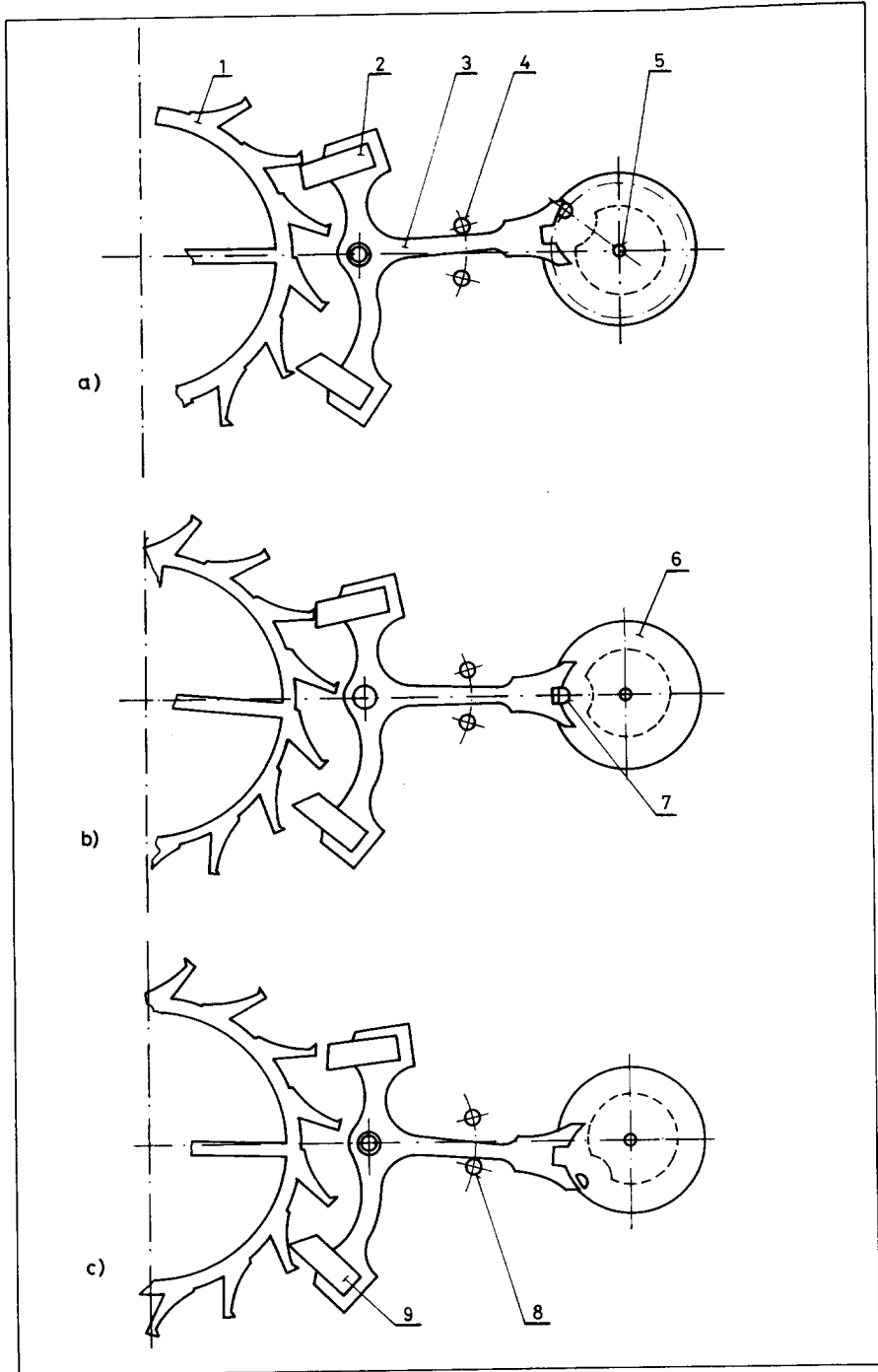
maguk is köteteket tölthetnének meg. Az érdeklődőknek javasolom a [3], [4] és [5] szakkönyveket. Utóbbi az antik órák foliot-gátszerkezetének szerkesztésével is foglalkozik. Ezek a könyvek könyvtárakban talán még megtalálhatók.

Hogy a később bemutatott program által előállított diagramot értelmezni tudjuk, nem árt röviden felfrissíteni a svájci horgonygátszerkezet működéséről szerzett ismereteinket. Ebben a 2. ábra lesz segítségünkre, amely fázisaiban mutatja be a járat működését.

– *Húzás.* A jellegzetesen kampósfogú gátkerek (1) foga itt a forgásirányba eső, alámetszett fogoldalát a 2 emelők oldalához szorítva elfor-

dítja, mintegy „magához húzza” a 3 horgonyt. (Ezt a fényesre polírozott acél fogfelületek és a rubinból készült emelők szintén polírozott felületei között mérhető súrlódási tényező figyelembe vételével meghatározott ún. húzószög biztosítja.)

– *Nyugvás.* A 2.a ábrán az ún. bemenő nyugvás látható. A horgony a 4, felső határoló peceknek ütközik, miközben a felső emelők reteszeli a gátkereket, annak forgásirányba eső, alámetszett fogdala élének ütközve. Közben az 5 tengelyre ékelt billegő az egyik szabad félengését végzi a nyíl irányában, amelynek szöge a  $270^\circ$ -ot is elérheti.



2. ábra

– **Emelés (2.b).** Ebben a fázisban történik az erőátadás a billegőre, pótolva annak energiavesztését. A billegő az előző szabad féléngését befejezve ellentétes irányban – ismét csak szabadon – fordul el mindaddig, amíg a tengelyére szorosan illesztett 6 vezetőtárcsába sajtolt 7, félhenger alakú vezetőkö (szintén rubin) be nem hatol a horgony vezetővillájának szárai közé. Ekkor kibillenti a horgonyt ütköztetett helyzetéből, aminek következtében felszabadul a gátkerék is. Az előbb ütköztetett fogak először a hegye, majd a fog hátfelülete (ún. emelősíkjá) végigcsúszik az emelőkö ferde felületén. Az eredő erő hatására a horgony igen rövid idő alatt átbillen és a 8 alsó határoló peceknek ütközik. Eközben vezetővilla-vezetőkö kapcsolat révén energiát közöl a billegővel, egy fogosztásnyi elfordulást engedélyez a gátkeréknek, majd a 9 alsó emelőkö felső síkjá ismét arretálja azt. A vezetőkö csak mintegy 30°-os szögterületen van kapcsolatban a horgonnyal (fogódzás), ezután újabb szabad lengés következik, immár a másik irányban.

Az emelés a horgony 8,5°-os elfordulása során megy végbe, amelyből 6,5° jut az emelőkö ferde síkjára és csak 2° a gátkerékfog emelő felületére.

– **Húzás.** Ezúttal az alsó emelőkö belső oldalának feszülő foghegy végzi.

– **Kimenő nyugvás (2.c).** Az alsó emelőkö nyugvósíkjá reteszeli a gátkeréket.

– **Esés.** Azt a gátkerék-elfordulást, ami azalatt történik, amíg a felszabadított gátkerék foga elhagyja az emelőkö ferde síkját, – azaz „leesik róla”, majd egy következő fog „fennakad” a másik emelőkövön –, esésnek nevezzük. Értéke mindkét oldalon 1,5°. Az esés garantálja a gátszerkezet elakadásmentes, biztonságos működését azon az áron, hogy ezzel romlik a rendszer hatásfoka.

– **Emelés.** A billegő, miután elérte a másik holtponthoz, ismét a 2.b szerinti irányban leng és egy újabb emelés + fogódzás-húzás-nyugvás ciklus kezdődik.

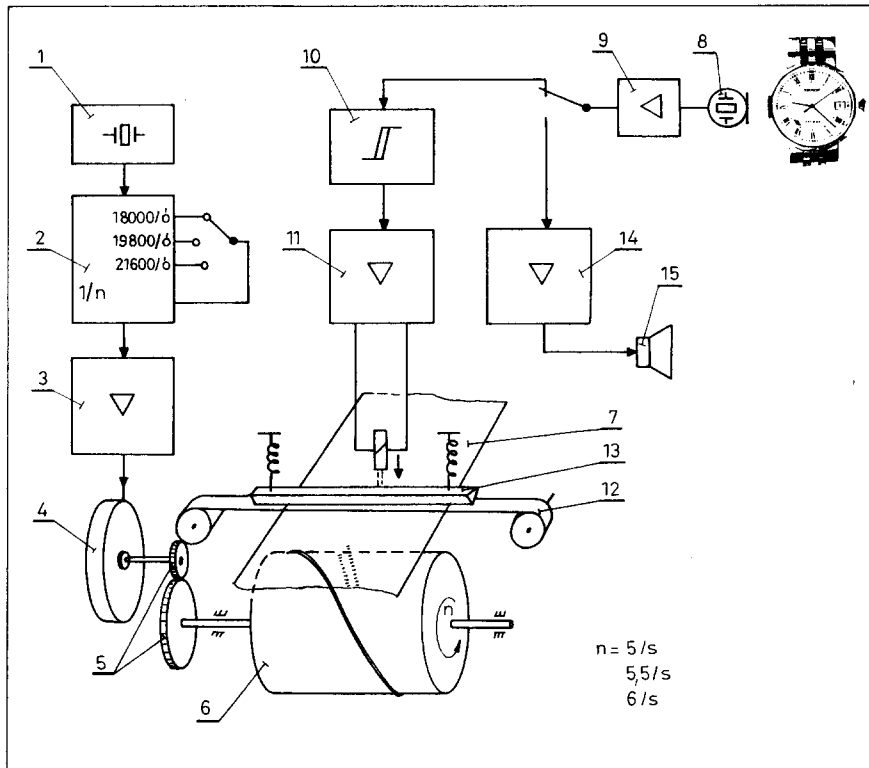
A már említett, a cikk végén található program megértéséhez és az általa szolgáltatott adatok értelmezéséhez feltétlenül tudnunk kell, hogy a svájci horgonygátszerkezet gátkeréke mindig 15 fogú. Szerencsére sok más, korábbi rendszer (angol-, cilinder-, Roskopf-, kronométer gátszerkezet) gátkerékének is 15 foga van, a program ezek vizsgálatához változtatás nélkül alkalmas. A Roskopf (vagy peckes) gátszerkezet egyébként működésében nagyon hasonlít a svájcihoz. Ezt korábban zsebórákhoz fejlesztették ki – bár az egykori Ruhla gyár karóráiban is találkozhattunk vele –, később csak az olcsó ébresztőórákba építették be.

Szintén fontos megjegyezni, hogy a svájci horgonygátszerkezetek lengésidőjét szabványosították. (Lengésidő alatt ebben az esetben nem a billegő teljes lengési periódusának időtartamát értjük, hanem a gátszerkezet előbb részletezett működési ciklusára eső lengést, azaz egy félperiódust!). Az alábbi három szabványos lengésidő terjedt el, így a program is ezeket ismeri:

- 18000/óra (5/s),
- 19800/óra (5,5/s),
- 21600/óra (6/s).

## 2. Az óra pontossági vizsgálata a járat hangja alapján

A járat működése közben a horgony emelőkövei a gátkerék fogának, a horgony szára a határolópecek valamelyikének ütközik, ami ütemes hangkeltéssel jár, azaz az óra ketyeg. A jó fülű, gyakorlott órás nagyon sok következte-



3. ábra

tést tud levonni a ketyegés alapos megfigyelésével a szerkezet működési anomáliáival, beállítási hibáival, elhasználódottságával kapcsolatban.

Az objektív értékelés módszerének kidolgozása azonban a '60-as évekig várattott magára. Ez idő tájt kerültek forgalomba ugyanis azok a kvarcoszcillátor-vezérelt diagramíró szerkezetek, amelyeknek papírszalagjáról az óra hangjának néhány másodperces detektálása után nem csak egyes szerkezeti hibák olvashatók le egyértelműen, de ugyanilyen rövid idő alatt meghatározható az óra egy napra vonatkoztatott pontossága (sietése, késése) is! Ezek a műszerek (Chronografic, Tick-O-Graf, Vibrograf, Wicometre) mind azonos elven működtek és még egy hasonlóságot fedezhetünk fel bennük: rendkívül drágák voltak. Sok órás sem engedhette meg magának azt a luxust, hogy vásároljon egyet; hogyan engedhette volna akkor meg magának ugyanezt az órákkal hobbi szinten foglalkozó? Időközben azonban megjelentek a PC-k, amelyek ma már szinte háztartási gépnek számítanak, még ha csak játékprogramok futtatására, esetleg a kisvállalkozás számvitelének elkészítésére használják is azokat! Ezen elmélkedve ötlött fel bennem a gondolat, hogy nem lehetne-e viszonylag olcsón összehozni egy olyan rendszert, amelynek szolgáltatásai – kihasználva a „digitális eszközbajn” sokoldalúságát („intelligenciáját”) és hatalmas sebességét –, hasonlóak, de inkább szélesebb körűek lennének, mint a fent említett műszereké. Természetesen ez lehetséges, de előbb nézzük meg, hogyan működik egy diagramíró órateszter!

### 2.1. Az órateszter működése

A műszer vázlatos felépítése a 3. ábrán látható. Az összehasonlítás alapját képező, nagy frekvenciapontosságú jelet az 1 kris-

tályoszcillátor szolgáltatja. A kvarcoszcillátort a 2, átkapcsolható frekvenciosztó követi. A kapcsolókkal kiválaszthatóan a kimenőjel frekvenciája 5; 5,5 vagy 6 Hz egész számú többszöröse (300 Hz körüli érték). A frekvenciosztó jele a 3 teljesítményerősítőre kerül, amely a 4 szinkronmotort hajtja meg. A motort az 5 fogaskerékátvitel közbeiktatásával forgatja a 6 nyomóhengert. Végül soron a henger tengelyének fordulatszáma 5/s, 5,5/s illetve 6/s. A henger palástfelületén egy nagyemelkedésű, kiemelkedő, pontosan egyenes csigavonalat képeztek ki. A menet emelkedése alig valamivel kisebb a 7 diagrampapír szélességénél. A motor egy másik – a rajzon nem ábrázolt – áttételen keresztül működteti a szintén nem feltüntetett papírtovábbító szerkezetet, amely a nyomóhenger egyenes szögsebességű forgása közben a szintén egyenes, lassú papírtovábbítástól gondoskodik.

A rendszer másik, az előbbtől független ágában találjuk a 8 kristálymikrofont, a 9 mikrofonerősítőt, a 10 jelformálót és az írómágnest meghajtó 11 kapcsolófokozatot. Az óra minden ketyegése az írómágnest meghúzását váltja ki, amely a 12 festékszalagon keresztül egy pillanatra hozzászorítja a 13 írókengyelt a papírszalaghoz. Ekkor a papír felületére egy, a spirál szélességének megfelelő hosszúságú vonaldarabka íródik.

A mikrofonerősítő kimenetéhez csatlakozik a 14 HF-erősítő, amely a 15 hangszórót hajtja meg. Egy kapcsoló segítségével a papírtovábbítás és az írómágnest működése letiltható; egyben bekapcsolható a HF-erősítő. Ekkor az óra ketyegése, zöreije felerősítve, tisztán hallható.

Amennyiben a diagramrajzoló üzemmódot választjuk és a mikrofont helyezett óra pontos, azaz például 5/s fordulatszámú nyomóhenger esetén éppen 200 ms a ketyegések periódusideje, a papírszalagon egymás alá, a papír szélességével párhuzamosan íródnak ki a kis vonaldarabkák. Ezek

összhatásukban egy, a papír haladási irányával párhuzamos diagramot eredményeznek, hiszen az írómágnes a szinkron forgó csavarvonalat mindig ugyanazon fázisban érinti (4.a ábra).

Ha az óraszerkezet tökéletes, de a lengésszűrő nincs jól beállítva, a ketyegések minden fordulatonál egy kissé eltolt fázisban érkeznek, így a diagram elemei is valamilyen irányba szisztematikusan eltolódnak. Az érintőegyes meredeksége annál nagyobb, minél nagyobb a napi eltérés, a lejtés iránya pedig attól függ, hogy az óra siet, vagy késik-e. A műszer tartozéka a diagrampapír fölé szerelt átlátszó, elfordítható plexi-skála, amelyen párhuzamos vonalak, valamint a szögosztásokhoz hasonló osztások találhatóak. A korong valamelyik vonalát párhuzamosan beállítva a diagrammal, a skálán egyszerűen leolvasható a napi eltérés másodpercben.

## 2.2. A diagram kiértékelése

A 4.b. ábrán egy napi 10 s sietést mutató, egyébként hibátlan szerkezetről készült „vibrogram” látható. Megjegyzem, hogy a 4.a. és 4.b. szerinti szabályos diagram nagyon ritka; csak kitűnő, márkás óra tudja produkálni.

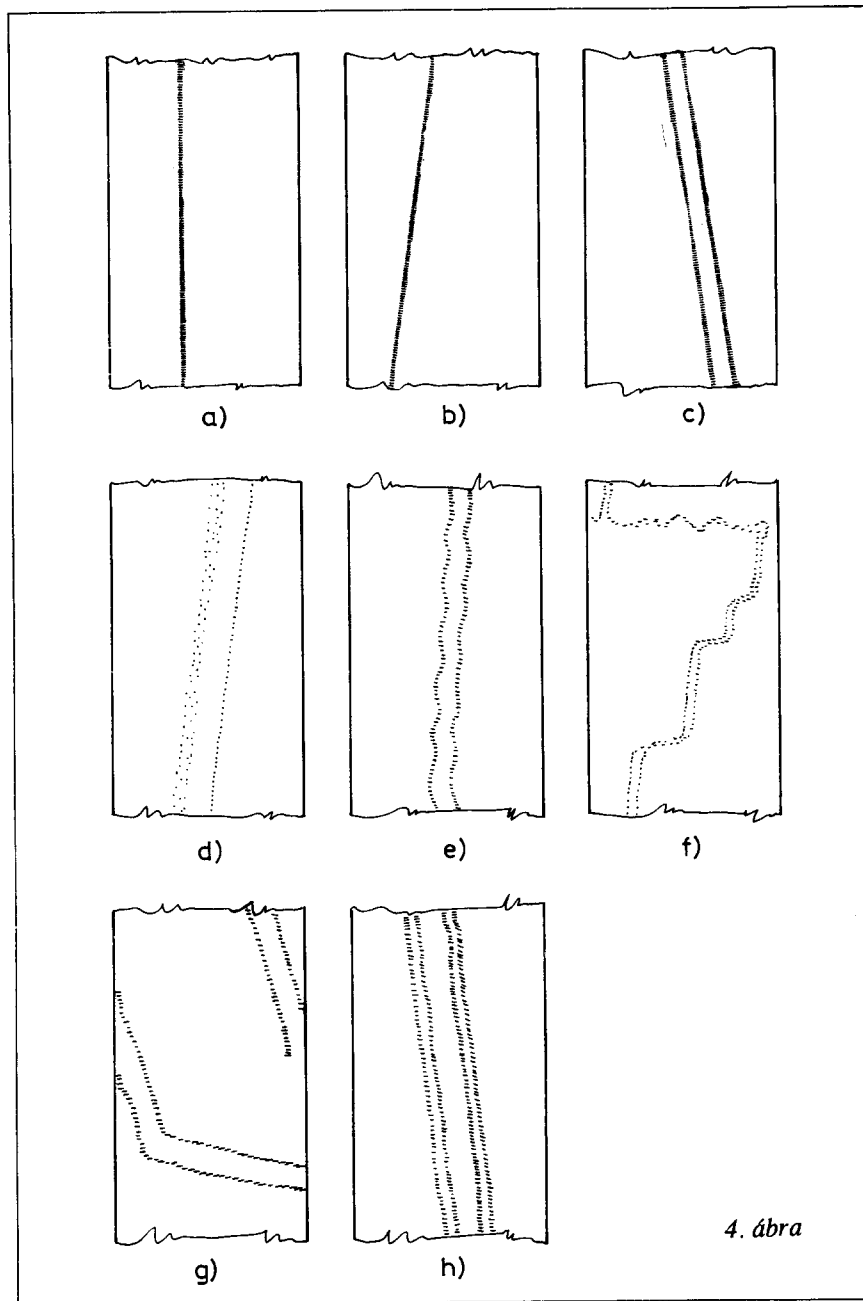
Mint említettem, a hang alapján történő hibabanalízis nagy tapasztalatot feltételez. Ugyanez vonatkozik a diagramok kiértékelésére is. Van azonban olyan tipikus görbék, amelyekre rátekintéssel megállapítható valamely gyakran előforduló hiba. A 4. c. ... h. ábrákon néhány, jellegzetes hibára utaló görbét mutatok be.

Talán a leggyakoribbat a 4.c. mutatja: a papíron két párhuzamos egyenes látható. Ha jól megfigyeljük a tényleges diagramot azt látjuk, hogy minden páros vonalka az egyik, minden páratlan a másik sáv eleme. Ez azt jelenti, hogy a két félciklus nem egyenlő hosszúságú: a jelenség esési hibára utal (egyben 30 s késés is megfigyelhető).

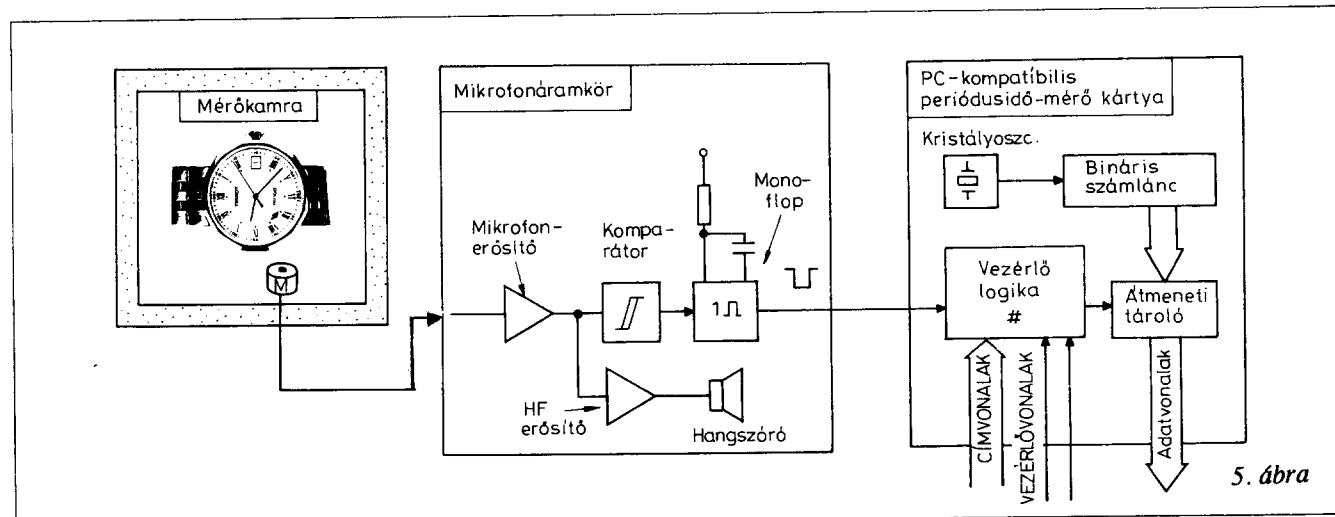
Az előbbihez hasonló – bár ezúttal 30 s sietést mutató – diagramon a „szétszórt” vonalokból az esési hiba mellett az egyik emelkedő hibájára (pl. kilazulásra) lehet következtetni (4.d.).

Szintén esési hibás óráról készült a 4.e. görbe. Az egyenesekre rászuperponálódott hullámosság a valódi diagramon jobban szemügyre véve azt látjuk, hogy egy periódus éppen 15 vonalkából áll, ami megfelel a gátkerék fogszámának. Ez a gátkerék út!

A billegő „túl nagy kivezérése” jellemző a 4.f. diagramja. Kis sietés mellett a billegő időnként „verődik”; azaz a vezetőké nekiütődik a horgony szárának. (Ilyenkor erős sietést mutat.)



4. ábra



5. ábra

A 4.g. szerinti óra általában kb. 5 percet késik, de a lengésszám a felvétel közben hirtelen drasztikusan megváltozott.

Fogaskerék-kapcsolódási hibára lehet következtetni, bár az is elképzelhető, hogy csak a hajtórug „ugrott meg”. Ha hosszabb járatás alatt ez a jelenség szabályosan ismétlődik, fogaskerék-hibával van dolgunk.

A 4.h. néhány s késés mellett erősen elhasználódott, kopott gátszerkezetet, vagy a gátkerék ciklikus osztáshibájára utal.

### 3. Pontossági vizsgálat számítógéppel

A feladat tehát az, hogy legalább az előbb részletezett diagram-típust a PC képernyőjén is meg lehessen jeleníteni, illetve ki lehessen nyomtatni. A rendszert az elektronikus órateszterek analógiájára építjük fel: egy kristályoszillátor impulzusait folyamatosan számláljuk, a számláló állását pedig a mikrofonáramkörből érkező impulzusok hatására beolvasztatjuk a számítógép memóriájába (5. ábra). A forgó hengert tehát a gyűrűs számlálóhoz is felfogható számlálólánc helyettesíti, az írókengyel útéseit pedig az átmeneti tárré-impulzusai. Az eredmények (amelyek később nem csak grafikus, de numerikus formában is megjeleníthetők) nem íródnak ki azonnal; a mintavételezés és a megjelenítés a számítógépes feldolgozás sajátosságaiból következően ennél az alkalmazásnál is különválasztódik. (Bár egy gyors, hatékony programnyelven megírt program gyakorlatilag „real time” is meg tudja jeleníteni a diagramot, a képernyőt folyamatosan görgetve.)

A tömbvázlaton is látható, hogy a rendszer a következő három elkülöníthető egységből áll: a hangszigetelt térben elhelyezett mikrofon a mérendő órával, a mikrofon jelfeldolgozó áramkör, és a számítógép alaplapjának egyik szabad slot-jába dugaszolható, kvarcvezérelt periódusidő-mérő kártya. Ezeket egészíti ki az adatok beolvasását, feldolgozását, az eredmények megjelenítését végző szoftver.

#### 3.1. A mikrofonáramkör

A gyári órateszterek kristálymikrofonnal (vagy piezokerámia mikrofonnal), mint ideális testhang-mikrofonnal érzékelik az óra akusztikus jeleit. Mivel ilyenhez eléggé nehéz hozzájutni és meglehetősen drága is, a mintakészülékbe a nagyon elterjedt miniatűr elektretmikrofont építem be. Sajnos, az elektretmikrofon a környezeti zajokra túlságosan érzékeny, ezért azt az órával együtt egy hangszigetelő anyaggal kibélelt dobozban kell elhelyezni. A mintakészülék mikrofonja egy  $65 \times 85 \times 130$  mm belméretű, hasáb alakú, parafával kibélelt műanyag dobozban kapott helyet. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy az óra az előírt pozíciókban (számlappal felfelé; számlappal lefelé; felhúzóval felfelé; felhúzóval lefelé) történő vizsgálata mindenféle bonyolult felfogószervezet nélkül, egyszerűen a doboz megfelelő oldalára állításával elvégezhető.

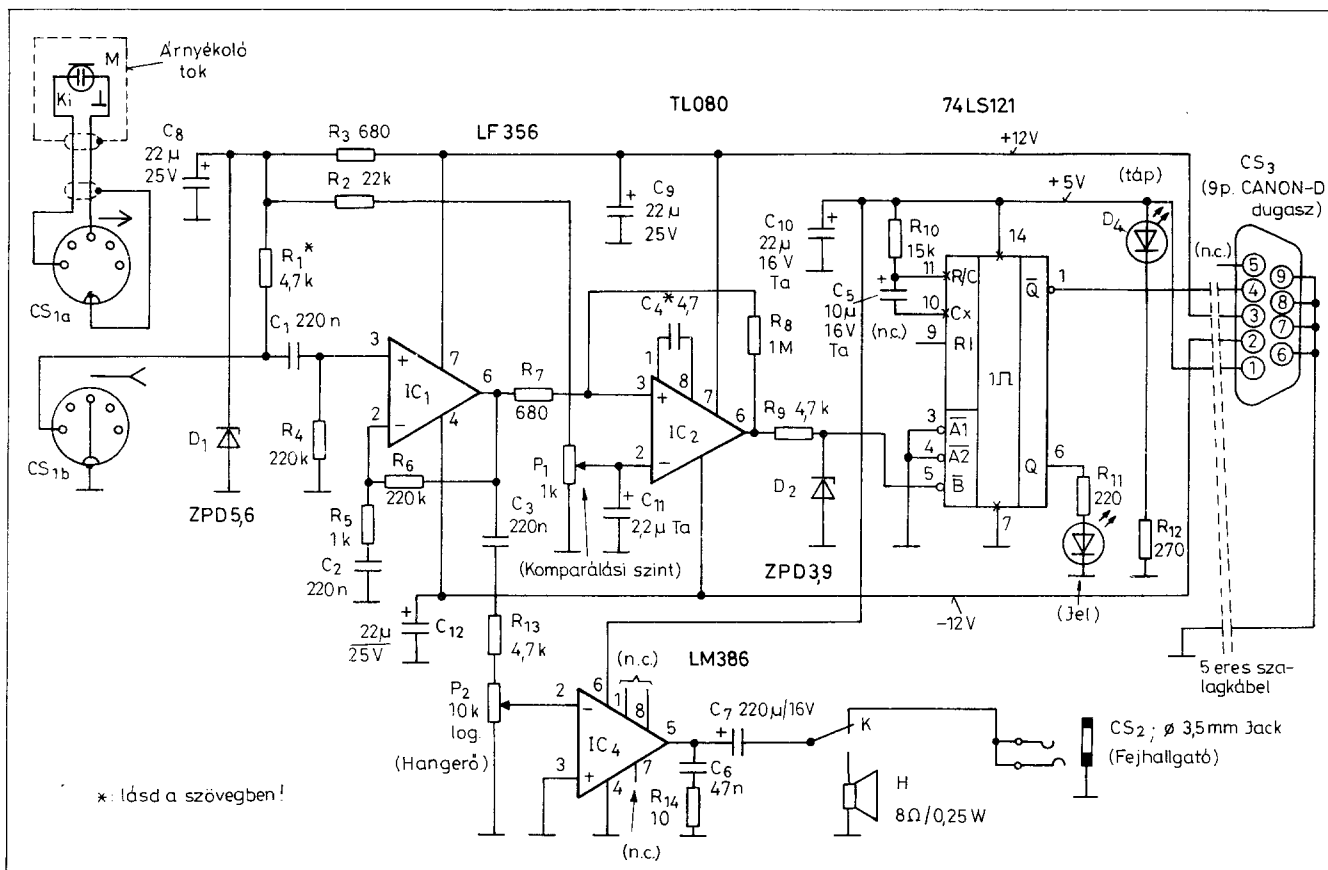
A mikrofonáramkör paneljét egy kis fémdobozba szereltem be, amelyben helyet kapott a hangszóró is. Az áramkör teljes kapcsolási rajza a 6. ábrán látható. A mikrofon 1-2 mV-os csúcsfeszültségű jelét az IC<sub>1</sub>, relative kis zajú műveleti erősítő erősíti fel a szükséges (200...400 mV-os)

szintre. Az erősítő DC-erősítése 1-szeres, azaz kimenetének nyugalmi szintje csak a bemeneti ofszetfeszültséggel tér el a 0 potenciáltól. Az AC-erősítés viszont  $A_u = 210$ , C<sub>2</sub>-nek köszönhetően. A mintakészülékben kétkivezetéses mikrofonkapszulát használtam, amelynek munkaeleállása R<sub>1</sub>, tápfeszültségét D<sub>1</sub> mintegy 5,6 V-on stabilizálja. Háromkivezetéses mikrofon esetén R<sub>1</sub>-et egyszerűen elhagyjuk, viszont a tápfeszültséget a CS<sub>1</sub> mikrofoncsatlakozóra is kivezetjük. Mikrofonkábelként ez esetben 3-eres ányékolt kábelt kell alkalmaznunk.

Az órakettyegésre jellemző, rövid, erős beütésű, gyors lecsengésű jelek az IC<sub>2</sub> komparátorra kerülnek, amely a nagyobb stabilitás, határozottabb billenés elérése érdekében kb. 20 mV hiszterézissel rendelkezik (R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> által megvalósított pozitív visszacsatolás).

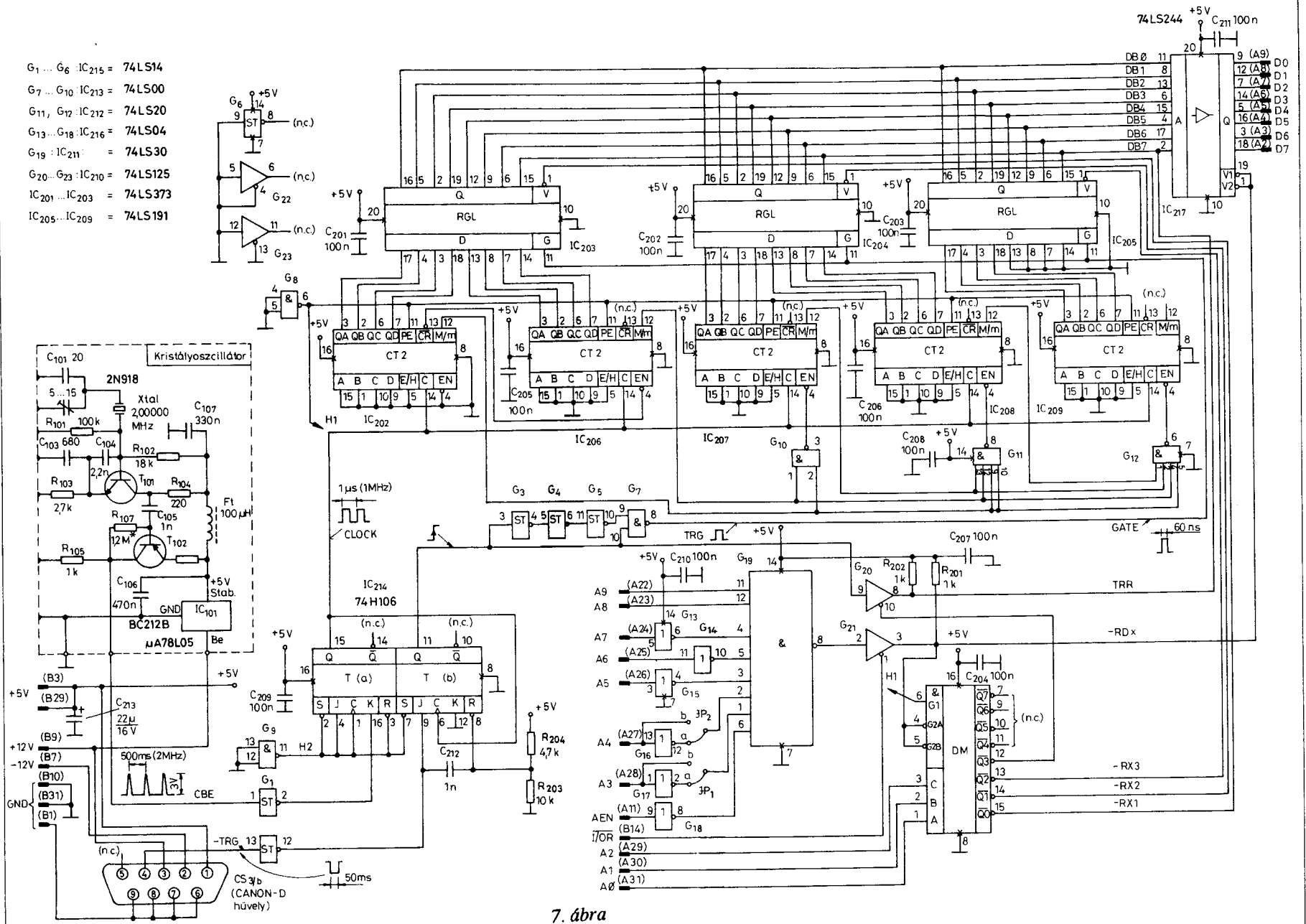
A komparátor invertált bemenetére kerülő referencia feszültséget a D<sub>1</sub> stabilizált feszültségéről R<sub>2</sub>, P<sub>1</sub> osztja le. Az előlapra kivezetett potenciométerrel állíthatjuk be azt a maximális szintet, amelynél még minden „kettyenés” biztosan billenti a komparátort, de az egyéb zajokra az már kevésbé kényes. A komparálási szint erősen óra- és mikrofonfüggő.

A komparátort az R<sub>9</sub> áramkorlátozó ellenálláson keresztül vezérelt D<sub>2</sub> szintmegfogó dióda követi, amely a pozitív szintet 3,9 V-ra, a negatívot -0,7 V-ra korlátozza. D<sub>2</sub> katódjáról a jel (minden beütéskor egy néhány ms hosszúságú impulzussorozat) az IC<sub>3</sub> monoflop Schmitt-trigger bemenetére kerül. Mivel a 74LS121 nem újraindítható monoflop, az impulzuscsoomag első pozitívba futó éle bebillenti azt, a kvázistabil állapot időtartama alatt beérkező további impulzusok nem befolyásolják az állapotát.

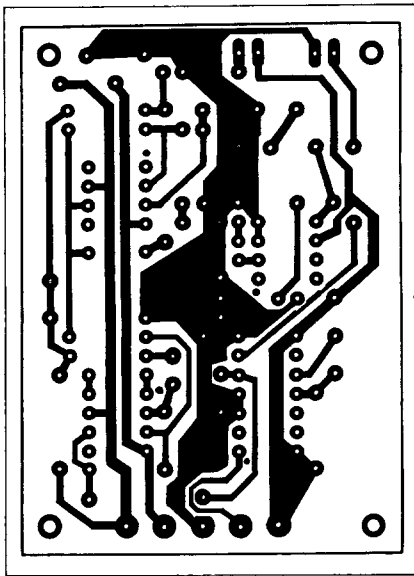


6. ábra

- G<sub>1</sub>...G<sub>6</sub> IC<sub>215</sub> = 74LS14
- G<sub>7</sub>...G<sub>10</sub> IC<sub>213</sub> = 74LS00
- G<sub>11</sub>, G<sub>12</sub> IC<sub>212</sub> = 74LS20
- G<sub>13</sub>...G<sub>18</sub> IC<sub>216</sub> = 74LS04
- G<sub>19</sub> IC<sub>211</sub> = 74LS30
- G<sub>20</sub>...G<sub>23</sub> IC<sub>210</sub> = 74LS125
- IC<sub>201</sub>...IC<sub>203</sub> = 74LS373
- IC<sub>205</sub>...IC<sub>209</sub> = 74LS191



7. ábra



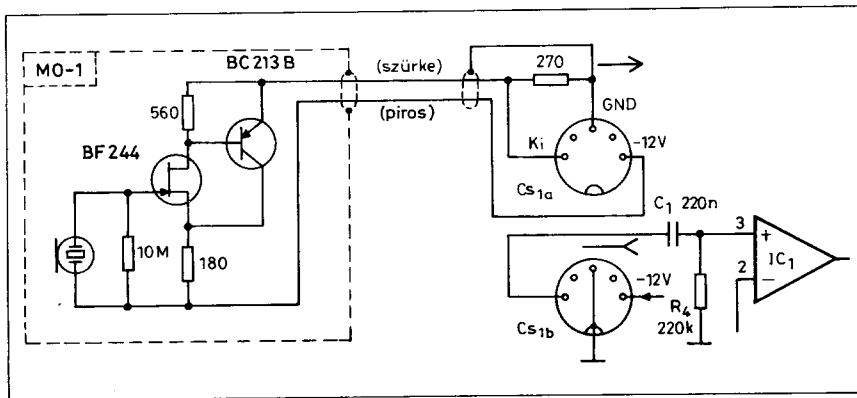
8. ábra

A visszabilenés – függetlenül a további impulzusoktól – csak az R<sub>10</sub>, C<sub>5</sub> taggal beállított kvázistabil időtartam letelte után történik meg.

A kimenő impulzus szélessége 50 ms. Ez biztosan nagyobb, mint a komparátor kimenetén jelentkező impulzuscsomagok hossza, de lényegesen rövidebb a leggyorsabb, azaz 6/s fél-lengésszámú órák generálta jel periódusidejénél. Ez az impulzusszélesség egyben bőven elegendő arra, hogy időtartama alatt a leglassúbb 286-os AT-n futó BASIC nyelvű mintavételező program is elvégezze az aktuális számlálóállás beolvasását és adattömbben való eltárolását.

Az uniformizált impulzust a monostabil invertált kimenetéről vezetjük tovább a PC-ben elhelyezett periódusidő-mérő kártyára. A neminvertáló kimenet az impulzus ideje alatt a D<sub>3</sub> előlapi LED-et hajtja meg, vizuálisan is ellenőrizhetővé téve a mintavételezés folyamatát.

Az erősítőrendszer másik ága a hangszórót meghajtó IC<sub>3</sub> HF-erősítő, amely az AC-csatolt jelet IC<sub>1</sub> kimenetéről, R<sub>13</sub>, P<sub>2</sub> által leosztva kapja; utóbbival a hangerő szabályozható. Az LM386 az [6] szerinti, minimális alkatrészigényű alkapcsolásban üzemel. A K kapcsolóval választható ki, hogy a felerősített HF-jel a beépített H hangszóróra, vagy a CS<sub>2</sub>, Ø3,5 mm-es sztereó jack-hüvelyre kerüljön, lehetővé téve az óra hangjának fejhallgatóval való megfigyelését.



10. ábra

A mikrofonáramkör egy 0,5 m hosszúságú, 5-eres szalagkábel közbeiktatásával, 9-pólusú CANON-D dugasz/hüvely páron keresztül csatlakozik a periódusidő-mérő kártyához. A működéséhez szükséges tápfeszültségeket (+12 V, -12 V, +5 V) is a kábelben keresztül, közvetve a PC tápegységéből nyeri.

### 3.2. Kristályoszillátor

Egy IBM PC/AT számítógép alaplapiján és bővítőkártján több kvarcoszillátor is megtalálható, azonban ezek egyikének frekvenciapontosága, stabilitása sem felel meg céljainknak. Ezért vált szükségessé egy külön, a többenél precízebb kristályoszillátor beépítése.

Bár ez az áramkör a 7. ábrán bemutatott periódusidő-mérő kártya része (lásd a rajz bal oldalán), külön nyák-ra építjük fel és szintén nyák-lemezből forrasztott dobozba – amely hidegtermosztátnak is felfogható – szerelve erősítjük a dugaszolható kártyához.

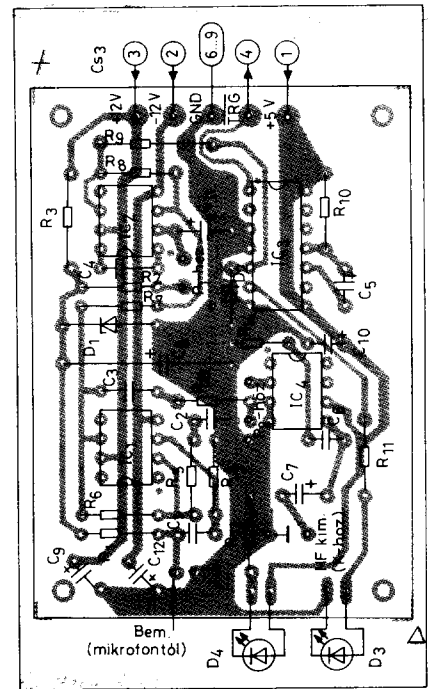
Alapja a T<sub>101</sub> kellően nagy stabilitású Clapp- oszcillátor, amelyben az Xtal, 2 MHz-es kvarc rezeg. A névleges frekvencia C<sub>101</sub>-gyel beállítható. Az oszcillátort T<sub>102</sub>-n alapuló, C-osztályú elválasztó fokozat követi, amelynek kollektoráról kb. 3 V-os, 500 ns ismétlődési idejű impulzussorozat vezethető tovább. A két fokozat stabil, tranziensktől mentes tápfeszültségéről IC<sub>101</sub>, alacsony teljesítményszintű fix stabilizátor gondoskodik.

### 3.3. A periódusidő-mérő kártya logikai áramkörei

A kristályoszillátor jele a G<sub>1</sub> Schmitt-triggerrel – mint vonalvevővel – invertálva és formálva kerül az IC<sub>214/a</sub>, JK flip-flopból kialakított frekvenciafelezőre. A tok 15-ös lábán már a számlálót léptető, 1 MHz-es szimmetrikus órajel van jelen.

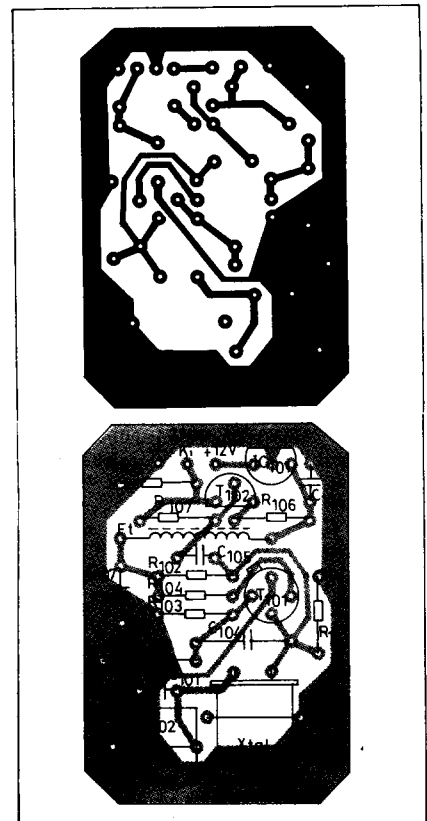
Az órajelet folyamatosan számláló 20 bites bináris számlálóánc az IC<sub>202</sub> ... IC<sub>209</sub>, egyenként 4 bites, programozható előre/hátra számlálókból épül fel. Azért esett a választás erre – a konkrét alkalmazási igényeknél jóval többet tudó – számláló-típusra, mert ebből szinte tetszőleges hosszúságú szinkron számlálóánc építhető nagyon egyszerűen, mindössze néhány NAND-kapu felhasználásával.

A szinkron számlálóáncok az amatőr építési műszerekben ritkaságszámba mennek, érdemes tehát egy kicsit részletesebben beszélni e témáról. Mindenki, aki már épített valamilyen frekvenciamérőt, digitális órát vagy bármilyen

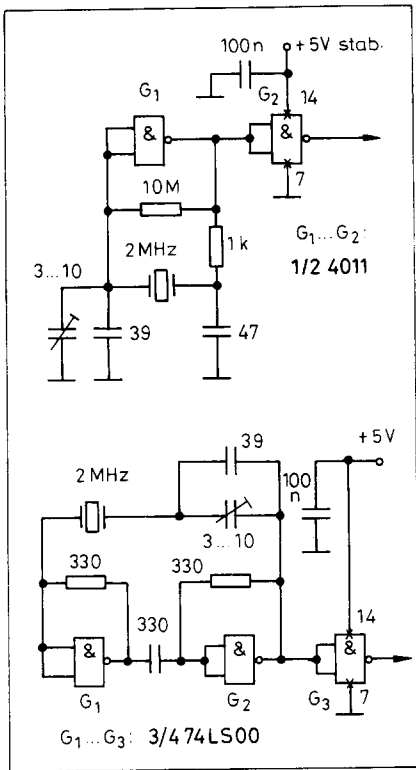


9. ábra

impulzusszámlálót, megismerkedhetett az aszinkron decimális számlálókkal (például a kaszkádba kapcsolt 7490-esekkel). Egy ilyen számlálóláncban a kaszkádba kapcsolt flip-flopok közül csak az elsőt vezéri közvetlenül az



11. ábra



12. ábra

órajel, a következők mindig az előzők kimenetéről kapják az ütemjelet. Ehhez „meg kell várniuk”, amíg az előző fokozat átbillent, azaz a számlálólánc egyes tagjainak késleltetési ideje összeadódik. Minél hosszabb a számlálólánc, ez a jelenség annál jobban csökkenti a maximális számlálási frekvenciát. Még nagyobb probléma származik abból, hogy ha egy átmeneti tárolóba akarjuk beírni a számláló kimeneti kombinációját. Előfordulhat, hogy a rövid ideig tartó beírás alatt az utolsó fokozatok még be sem billentek. A mi konkrét esetünkben a számlálólánc 20-fokozatú, azaz 20 bistabilból áll. Az LSTTL JK flip-flopok jellemző késleltetési ideje 20...30 ns. Kedvezőtlen esetben a teljes aszinkron számlálólánc késleltetése 600 ns lenne, azaz nagyobb, mint az órajel félperiódus-ideje!

Mindezen problémák megelőzhetők a szinkron számlálólánc alkalmazásával. Erre az jellemző, hogy az összes flip-flop egyszerre kapja az ütemjelet, az egyes fokozatok közötti átvitelről külön kell gondoskodni. A számláló késleltetése megegyezik egyetlen flip-flop késleltetésével – függetlenül a számlálólánc hosszától. (Erről részletesbben a [7]-ben olvashatunk.)

A 74LS191 szinkron bináris, négybites, programozható előre/hátraszámlálót előre-számláló módban, fixen 0-ra programozva működtetjük (mind az E/H bemeneteket, mind az A-B-C-D bemeneteket L-re kötjük, a PE beírás-bemeneteket pedig G<sub>8</sub> kimenetére, azaz H-ra kapcsoljuk). A számláló engedélyező jelét mindig az előző tokok M/m (Maximum/minimum) kimeneteinek jeleiből kapuzzuk ki. Ezek a kimenetek akkor ugranak H-ra, ha a vizsgált tok előre-számlálás közben elérte az FH (15) értéket. Ha az egyes tokok M/m kimeneti jeleiből szisztematikusan kikapuzva előállítjuk a következő fokozatok EN számlálás engedélyező jelét, megvalósítjuk a teljes szinkron üzemmódot. Az EN bemeneteket a G<sub>10</sub>, G<sub>11</sub>, G<sub>12</sub> NAND-kapuk vezérik.

A számláló kimenetei az IC<sub>203</sub> ... IC<sub>205</sub>, egyenként 8-bites, háromállapotú kimenetekkel rendelkező szintvezérelt átmeneti tárolók (D-latch-ek) bemeneteire kapcsolódnak. Mivel a számlálólánc csak 20 bites, mondhatni „2,5 bájtos”, IC<sub>205</sub> fennmaradó négy bemenetét 0-ra kötjük.

Az adat beírása a latch-ek nyugalmi állapotban L szintű G bemeneteinek rövid idejű H-ba billentésével valósul meg. A latch-ek 3 × 8 azonos helyértékű kimenetét a DB0...DB7 belső adatbusz közösíti és vezeti az IC<sub>217</sub>, ugyancsak tri-state kimenetű, 8-vonalas buszmeghajtóra. A tárolt adatokat az egyes átmeneti tárolók V vezérlő bemenetének aktiválásával (L-re húzásával) teheti ki a vezérlő logika a belső adatbuszra. Ezt a műveletet az IC<sub>204</sub>, 3-ról 8-ra dekódoló demultiplexer végzi biztosítva, hogy egyidejűleg mindig csak egyetlen tároló kimenetei legyenek aktívak.

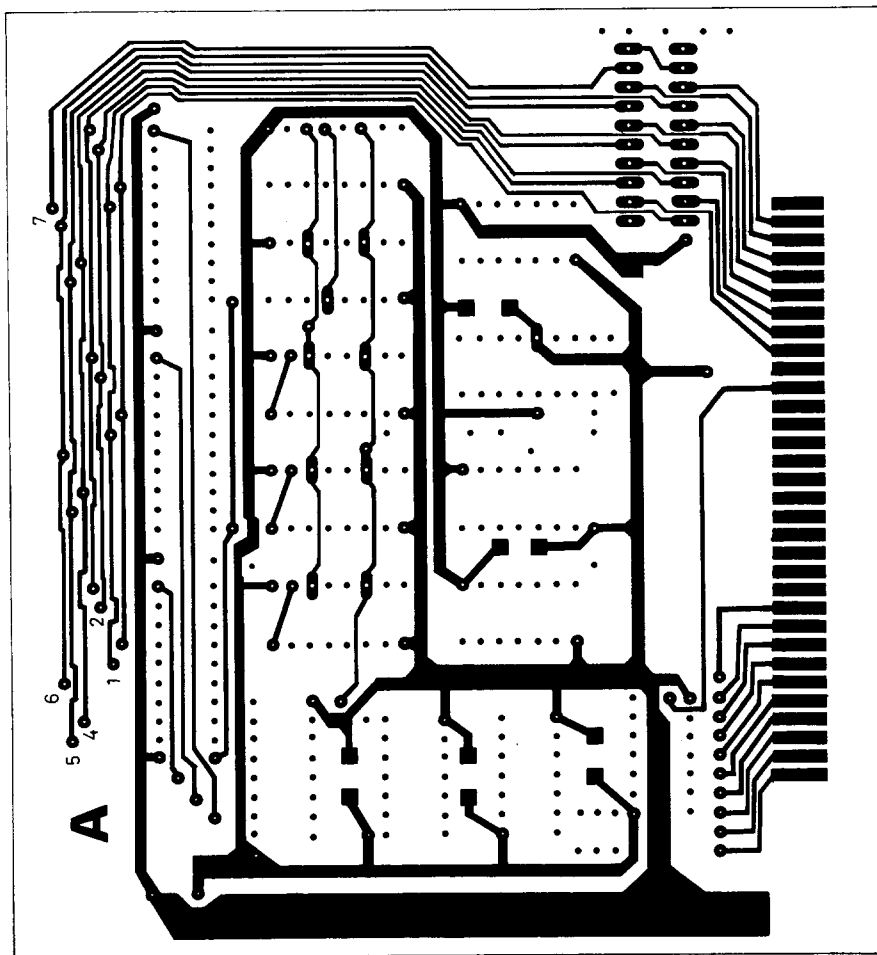
A mérési alapelv ismertetésénél említettem, hogy a számlálóállapotát a mikrofonáramkörrel érkező triggerjel kezdeténél kellene átírni az átmeneti tárolóba. A helyzet azonban nem ilyen egyszerű! Az órajel szempontjából gyakorlatilag sztochasztikusan érkező trigger-impulzusok akkor is kezdeményezhetnének átírást, mikor a számláló éppen lép. Ez hibás, értelmentlen adatokhoz vezetne. Mivel a számlálót az órajelek felfutó éle lépteti, a beírást csak akkor szabad engedélyezni, amikor az órajel éppen alacsony szinten van. A triggermek tehát ezt mindenképpen „ki kell várnia”.

A feladatot az IC<sub>214/6</sub> JK flip-floppal oldottam meg. A G<sub>2</sub> által invertált és szabatos alakúra formált TRG felfutó éle a J bemeneten keresztül előkészíti a bistabilt, amely az órajel ezt követő H – L átmenetére átbillen, azaz Q kimenete magas szintre ugrik.

A beolvasást vezérlő jel felfutó éle tehát „jitterrel” a TRG felfutó éléhez képest, ez azonban legfeljebb 500 ns hibát okozhat.

A TRG lefutó élére az R<sub>203</sub>-R<sub>204</sub>, C<sub>212</sub> differenciáló tag egy pillanatra L-re húzza a bistabil Reset bemenetét, aminek következtében az törődik és készen áll a következő triggerjel fogadására. A latch-ek átírásához szükséges, igen rövid GATE impulzust a Q jelének felfutó éléből a G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub>, G<sub>5</sub>, G<sub>7</sub> generálja. (Meg kell jegyezmem, hogy erre a speciális impulzusformáló kapuhálózatra csupán azért van szükség, mert a kártya tervezése és elkészítése során csak a rajzon is jelölt 74LS373 latch-ek álltak a rendelkezésemre. Ha helyettük 74LS374 típusú élvezérelt tárolókat alkalmazunk ezekben a pozíciókban, az impulzusformáló elhagyható. Ekkor persze a 7400-nak sincs létjogosultsága, hiszen a permanens H1, H2 szinteket IC<sub>215</sub> szabadabbá váló egységei is biztosíthatják.)

A számítógép és az előbb tárgyalt rendszer közötti adatátvitel vezérléséről az IC<sub>204</sub>, IC<sub>210</sub>, IC<sub>211</sub>, IC<sub>216</sub> tokokból álló címdekóder gondoskodik. Mivel a feladat csak olvasható portáramköröket igényel, a dekódolásba az A0 ... A9 címbitekben és az AEN-jelen kívül csak az I/OR jelet kell bevonni.



13. ábra

Magának a dekódemek a működését itt nem kívánom ismertetni, hiszen erről a témáról a [8]-ban már részletesen írtam. A hivatkozott cikkhez azonban szükségesnek látok két megjegyzést hozzáfűzni.

– A 300H...31F (768...799) címtartomány – ellentétben a cikk téves megállapításával – használható, sőt javasolt az ilyen jellegű portkártyákhoz.

– Csínján kell azonban bánni ezzel is, mert bár az IBM a nevezett címtartományt kifejezetten egyedi illesztőkártyák számára tartotta fenn, újabban sajnos egyes gyári illesztőkártyák default-címe is ebbe a tartományba esik (pl. MITSU-MI CD-ROM)! Szerencsére ezek DIP-kapcsolóssal vagy jumperrel átímezhetők. A periódusidő-mérő kártya behelyezése előtt ellenőrizniük, hogy nincs-e még egy, ugyanerre a címre „éledő” kártya a gépben!

Kártyánk báziscíme egyébként négy lehetőség közül választható ki, a JP1, JP2 jumperek megfelelő beállításával. A lehetőségeket a címtáblázatból kiolvashatjuk. A táblázathoz tartozó magyarázatból látható, hogy a triggerjel beolvasása a [báziscím + 3] címen lehetséges. Az erre a címre vonatkozó beolvasási parancs hatására G9 az IC214 által szükség szerint készített triggerimpulzust rákapuzza a DB7 belső adatbuszra. A program folyamatos letapogatással (polling) figyeli ezt a bájtot. Mihelyt a beolvasott adat  $\geq 127$ , azaz D7 = 1, elkezdődhet az átmeneti tárolók beolvasása.

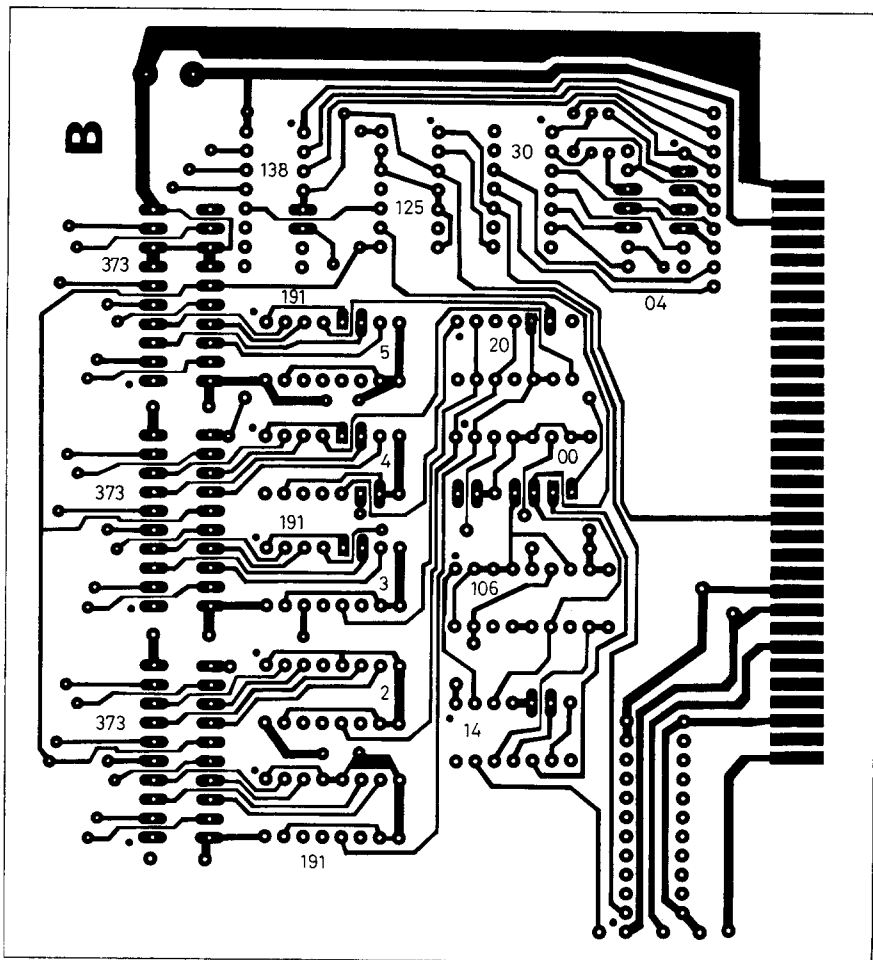
### 3.4. Kiegészítés: egyéb alkalmazási lehetőségek

Ha az Olvasó figyelmesen elolvasta az eddigieket, valószínűleg felmerül benne a következő kérdés: mi értelme van a nagystabilitású kvarcoszcillátomnak, a kis belső késleltetésű szinkron számlálóláncnak, ha a legkiválóbb márkájú, svájci horgonygátszerkezettel készült órák napi elté-

#### Táblázat

Jumperek		Báziscím			
		bináris	hexadec.	decimális	
	J1	J2			
a			1100000000	300	768
b			1100001000	308	776
a			1100010000	310	784
b			1100011000	318	792

- 1. – 2. számjegy beolvasása: INP (báziscím)
- 3. – 4. számjegy beolvasása: INP (báziscím + 1)
- 5. számjegy beolvasása: INP (báziscím + 2)
- (A 6. számjegy mindig 0000)
- Trigger beolvasása: INP (báziscím + 3)



14. ábra

rése sem kisebb 2-5 másodpercnél. Ez pedig  $10^4$  nagyságrendben van, azaz legalább egy nagyságrenddel rosszabb, mint egy amatorkészítésű kristályoszillátoré. Ez akár igaz is lehetne, bár a mérőeszköznek általában illik egy nagyságrenddel pontosabbnak lennie, mint a megkívánt felbontás. De ez csak az egyik érv. Az ismertetett kártya egy univerzális, TTL bemeneti szintű periódusidő-mérőnek is tekinthető, amelynek alkalmazása egészen más területeken is elképzelhető. Nem csak pl. ingaórák ellenőrzésére gondolok (a számlálási kapacitás  $2^{20} = 1048576$ ; azaz egy számlálási ciklus több mint 1 másodpercig tart), hanem pl. a gépiparban periodikus mozgások egyenetlenségei, forgó tömegek kiegyensúlyozatlanságai is mérhetők így. Bármilyen, a cikk címében foglaltól eltérő alkalmazáshoz csak egy TTL szintű kimenettel bíró érzékelő/jelátalakító és a speciális igényeknek megfelelő mérési/adatfeldolgozási algoritmust megtestesítő szoftver szükségeltetik.

A szinkron számlálólánc elvileg tetszőlegesen bővíthető. Csak a 6. félbájt kihasználása és az IC204 fennmaradó 4 szabad olvasásvezető vonala további 9 db 74LS191 tok rendszerbe állítását tenné lehetővé. Ezzel a számlálási kapacitás sok nagyságrenddel haladná meg a gyakorlati igényeket! Az 56 fokozatú bináris számláló kapacitása kb.  $7,2 \cdot 10^8$  s lenne, azaz 1  $\mu$ s órajel mellett egy számlálási ciklus – vagyis a számláló 0 állapotától annak túlcseréléséig történő számlálás – több mint 228 évig (!) tartana.



## 4. Elkészítés

Az ismertetett rendszer megépítése, élesztése, tesztelése az analóg és digitális elektronikában, a PC kezelésében, programozásában való jártasságot feltételez. A rendszer részegységeinek megépítését ezért nem részletezem túlságosan. Ebben a fejezetben leginkább a prototípus megépítése kapcsán felmerült buktatókra, valamint az alternatív áramkörü megoldásokra helyezem a hangsúlyt.

### 4.1. A mikrofon tokozása és mikrofon-áramkör elkészítése

A meglehetősen nagy erősítés miatt két dologra kell különösen ügyelni: a mikrofon és a hozzá csatlakozó áramkör tökéletes ámyékolására, valamint a mikrofon és a vizsgálandó óra minél hatékonyabb hangszigetelésére.

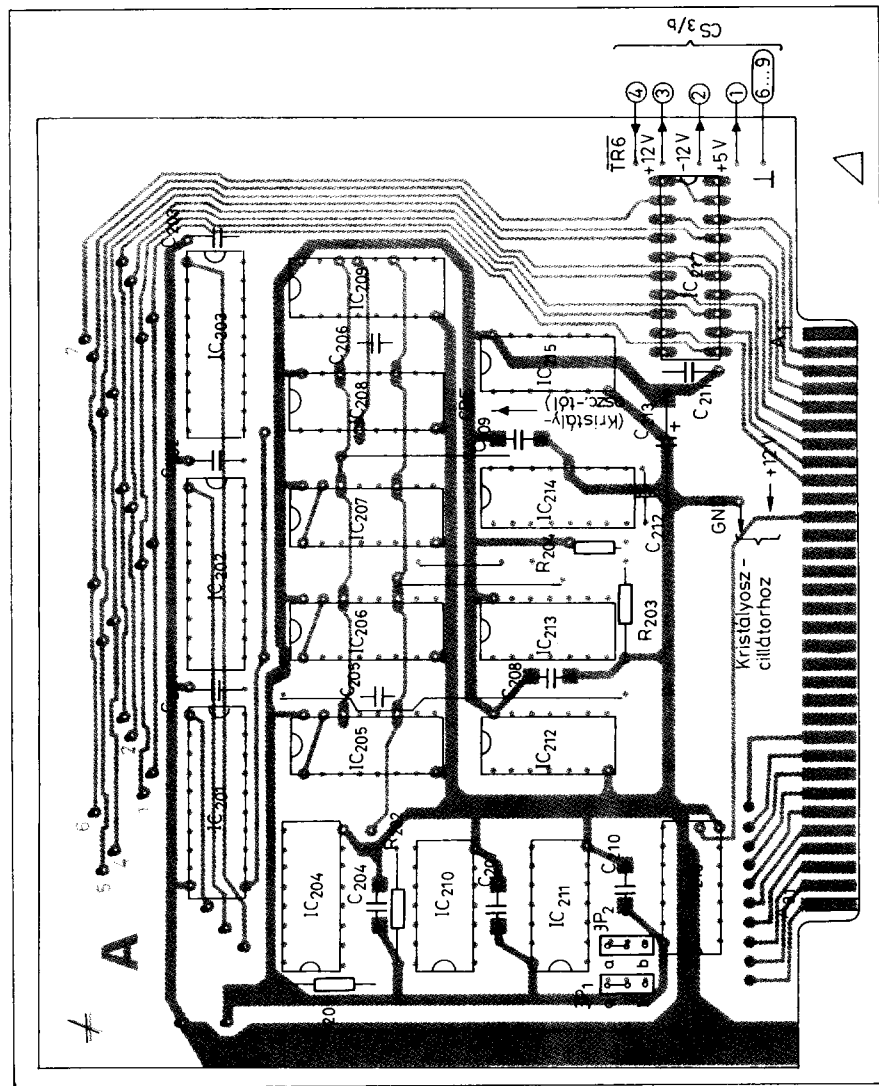
Az ámyékolás módja a 6. ábráról is leolvasható. Bár az elektretmikrofon háza földpotenciálion van, azt gondosan elszigetelve egy másik ámyékoló házba kell beszerezni, amely teljesen zárt, azaz a membrán felőli végét sűrű huzalháló fedi be. Ez a külső ház csatlakozik galvanikusan a kábel ámyékoló hanisnyájához; a mikrofon 0 potenciálú pontját az ámyékolással csak a mikrofon-áramkör fémdobozába szerelt tuchel-aljzaton szabad közösiíteni. A hálózati brumm csak a fentieket gondosan betartva küszöbölhető ki!

A mikrofont a már említett fedeles műanyag dobozba helyezzzük el, amelyet előzőleg parafahulladékból készült alátétből méretre vágott lemezekkel töltünk ki. A doboz osztósíkjánál levő lemez közepébe akkora kör alakú nyílást vágunk, amelyben a tokozott mikrofon szorosan illeszkedik és helyet biztosít a vizsgálandó óranak is.

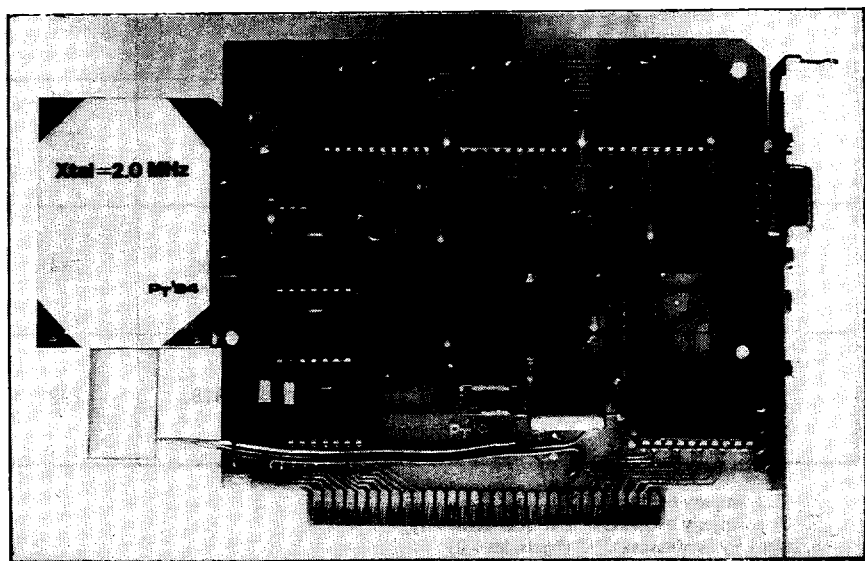
A mikrofon-áramkör alkatrészeinek nagy részét egy 50 × 70 mm-es, egyoldalon fóliázott nyákba (8. ábra) ültetjük be, a 9. ábra alapján. A doboz előlapjára kivezethetjük a két potenciométert, a K kapcsolót, a tuchel-aljzatos és furatokat készíthetjük a LED-ek számára is. A fejhallgató-csatlakozó a hátlapon kapott helyet és a szalagkábel is a hátlapba készített, gubibélelésű nyíláson bújtatjuk ki. A zsebrádió-roncsból származó hangszórót belülről a doboz fedőlapjához erősítettem, a fedélbe készített, 49 mm átmérőjű kör alakú nyílást pedig a zsebrádió eredeti díszrácsával fedtem le.

Az elkészült egységet célszerű labortápegységről kipróbálni. Ehhez tegyünk egy karórát a mikrofon hangszigetelt dobozába és figyeljük a felerősített ketyegő hangot! P<sub>1</sub> állításával érzjük el, hogy D<sub>3</sub> ütemesen villogjon. A kimenő impulzust impulzus-ceruzával vagy méginkább oszcilloszkóppal érdemes ellenőrizni.

Említettem, hogy az elektretmikrofon helyett célszerűbb testhang-mikrofont használni. Az általam kipróbált típus a *MEDICOR* márkaszervizében (Bp. XIV. ker., Lőcsei út 56.) beszerezhető MO-1, elektronikus vényomásmérőkhöz kifejlesztett piezokerámia-mikrofon. A mikrofon belső kapcsolási rajzát és mikrofon-áramkörünkhöz való illesztésének módját a 10. ábrán mutatom be. Látható, hogy a FET-es/tranzisztoros impedanciaillesztő áramkör 270 Ω-os munkaellenállása a tuchel-dugaszban van, így az R<sub>1</sub>-et forrasszuk ki! A mikrofon-áramkör -12 V-os tápfeszültségét a mikrofoncsatlakozóra a jelölt módon ki kell vezetni. Az MO-1 kevésbé érzékeny a környezeti zajokra, mint az elektretmikrofon, így viszonylag csendes környezetben a hangszigetelésre esetleg nincs is szükség. A mikrofon használata közben vegyük figyelembe, hogy tokjának felső síkja maga a vékonyra munkált membrán, amelyhez belül a piezokerámia



15. ábra



16. ábra

nyelv mereven rögzített. A membrán ért ütések esetleg eltörhetik a lapkát, ezért nagyon óvatosan bánjunk az MO-1-gyel! (A védőburkolatát csak a méres idejére távolítjuk el.)

A mikrofon belső kapcsolásához hasonló kapcsolást alkalmazva magunk is készíthetünk kerámiamikrofont. Ehhez egy kvarcra bronzlemezre ragasztott hangszárgőzjára van szükség, amelyre – igen kis forrasztási pontokra törekedve – két vékony sodratot forrasztunk. A hangszárgőz átmérőjével azonos külső átmérőjű, sárgaréz-ből esztergált házban helyezük el az impedanciailllesztő kerek nyomtatott áramkört, csatlakoztatjuk hozzá a kerámia kivezető-huzalját és a mikrofonkábelét, majd a működés ellenőrzése után nagyon óvatosan, néhány ponton összeforrasztjuk a membrán a házzal. (Persze egy esztergált szorítógyűrű kiméletesebb és műszaki szempontból is jobb megoldás...)

## 4.2. A kristályoszillátor elkészítése

A kristályoszillátor pontossága, stabilitása döntően befolyásolja a mérési pontosságot, ezért az alkatrészeit különös gonddal kell összeválogatni és azokból szintén nagyon gondos, precíz munkával kell az áramkört elkészíteni. Ha módunkban áll, olyan kristályt szerezzünk be, amelyet szobahőmérsékleten történő üzemeltetésre szántak. C<sub>103</sub>, C<sub>104</sub> poliszitrol kondenzátor legyen. Nagyban befolyásolja a stabilitást C<sub>102</sub> trimmer minősége. A mintadarabba egy, a Veszprém típusú adó-vevőkben is használt miniatűr légrimmet építettem be. C<sub>101</sub> kerámia kondenzátor, amelyet – az oszcillátor frekvenciájának rengeteg türelemmel, különböző hőmérsékleteken történt mérése alapján – úgy választunk ki, hogy hőfokfüggése által minél jobban kompenzálja a kristály hőfokfüggéséből eredő frekvenciaváltozást. A prototípus igen jól sikerült: +10...+30 °C környezeti hőmérséklettartományban a névleges frekvenciától mért eltérés csupán 3 Hz, azaz  $1,5 \cdot 10^{-6}$ !

Az áramkört egy 35 × 50 mm-es, egyoldalon fóliázott nyomtatott áramkörti lapra építjük fel (11.a, 11.b ábra). A kis panelt az alkatrészek beültetése előtt kétoldalasan fóliázott nyakból készült dobozba forrasztjuk be, körbefuttatva a forrasztóónt a panel földfóliáján. A doboz alsó lapja és fedele is kétoldalas nyak-lemez. Ezeket sárgaréz-ből készült, a doboz sarkaiba forrasztott M2 belső menetes hüvelyekhez csavarozzuk. A fedélbe kis furatot készítünk a trimmer állítása céljából. Az elektromos hozzávezetéseket a doboz keskenyebb oldalába vágott nyíláson átbújtatott háromeres szalagkábel biztosítja. (Megjegyzés: tapasztalataim szerint amatőr körülmények között a tranzistoros Clapp-oszcillátor a legstabilabb, kristályoszillátorként is. Aki mégis inkább a ma elterjedt, korszerűbbnek tekintett kapuáramkörös kapcsolás megépítése mellett dönt, a 12. ábrán található példát mind CMOS, mind LSTTL kapukon alapuló áramkörre.)

## 4.3. A periódusidő-mérő kártya elkészítése

A 108 × 125 mm-es befoglaló méretű, kétoldalon fóliázott kártya ültetésoldali nyak-rajza a 13. ábrán, a forrasztás felőli pedig a 14. ábrán látható. Természetesen legcélszerűbb lenne furatgalvanizációs technológiával legyártani, de akinek erre nincs lehetősége, az általában alkalmazott Alfasetes módszerrel kénytelen elkészíteni. Bárholyan is készült el a nyak, beültetés előtt alaposan ellenőrizzük és az esetleges zárlatokat, szakadásokat szüntessük meg. Házi technológia

esetén először a két oldal közötti nagyszámú átkötés beforrasztásával pótoljuk a „lyukgalvánt”, ezután forrasztjuk be az IC-eket. Mivel eléggé sok az alkatrészdoldali forrasztás, érdemes az IC-k számára Precidip foglalatokat beültetni (15. ábra). Ezt követi a négy, szigetelt huzalokkal kivitelezett átkötés elkészítése, majd a passzív elemek beforrasztása. A hidegítő kondenzátorok közül C<sub>204</sub>, C<sub>207</sub> ... C<sub>210</sub>, C<sub>213</sub> „felületszerelt”; azaz kihajlítot, rövidre vágott kivezetéseiket az alkatrészdoldalon számukra kiképzett szigetekre kell forrasztani. A kártyához erősítjük a szabványos rögzítőlemezt is, amelybe előzőleg nyílást képeztünk ki a 9-pólusú CANON-D csatlakozóaljzat számára és hozzácsavaroztuk azt.

A kristályoszillátor dobozát a kártya hátsó éléhez szorított helyzetben, kis fém-szeglet vagy 6 × 6 mm keresztmetszetű négyzetes idom közbeiktatásával rögzítjük a nyakhoz, 2-2 db M3-as csavarral. (Ehhez mind a doboz hosszabbik oldalába, mind a kártya hátsó élével párhuzamos egyenesen, a földelőfólián keresztül 3,2 mm-es furatokat kell fúrni.)

Az előzőleg bevizsgált kristályoszillátort és a hátlapi csatlakozó szalagkábelrel kötjük be a beültetési rajzon feltüntetett pontokba. Az elmondottakat jól illusztrálja a 16. ábra fotója, amely a készre szerelt periódusidő-mérő kártyáról készült.

Mielőtt a kártyát a számítógépbe dugaszolnánk, kapcsoljunk rá laboratóriumi forrásból származó +12 V, -12 V, +5 V stabilizált feszültségeket, csatlakoztassuk a mikrofonáramkört és mérjük meg az egyes tápágakon folyó áramot. Normális esetben a rendszer áramfelvétele +12 V-ról 15...18 mA, -12 V-ról 10 mA, +5 V-ról 280...300 mA.

Érdemes ellenőrizni a számlálólánc kimenetein a leosztott frekvenciájú jeleket. A címvonalakra és a két vezérlővonalra kapcsolt, megfelelő logikai szintekkel ellenőrizzük a vezérlő áramkör működését is.

Ha mindent rendben találtunk, vegyük ki az IC-eket a foglalatokból és a foglalatok, valamint a 2 × 31 pólusú csatlakozószáv szigetelőszalaggal való letakarása után fűjük le a kártyát mindkét oldalán szintelen lakkal. Száradás után dugaszoljuk a helyükre a tokokat, állítsuk be a két jumpert, helyezük a kikapcsolt gépbe a kártyát, indítsuk el a rendszert és töltsük be a demonstrációs programot!

## 5. A demonstrációs program

A mellékelt lista egy QUICBASIC-ban írt programról készült, amely jól illusztrálja mind az adatok beolvasásának, mind konvertálásának és grafikus ábrázolásának módszereit, algoritmusát. A megszabott terjedelem okán a listát nem éppen az ilyen jellegű programoknál szokásos, jól tagolt, áttekinthető formában nyomtattam ki. Kárpótlásul bővegesen ellátam kommentekkel, így bízom abban, hogy figyelmes áttanulmányozása után a szoftveres téren kevésbé gyakorlottak is jól el tudnak benne igazodni. A program működését nem is részletezem, csupán néhány jellegzetességeről szólok.

Betöltés után a mérési adatok számának kiválasztását lehetővé tevő menü jelenkezik be. A menüből a következő adatszámok választhatók: 15, 30, 60, 120, 150, 300, 600. (Természetesen az órának már a hangszigetelt dobozban, a mikrofonon kell lennie.) Az óra ketyegését a D<sub>3</sub> ütemes villogása, illetve a hangszóróban vagy fejhallgatóban hallható felerősített hang jelzi. P<sub>1</sub>-gyel a komparálási szintet úgy állítsuk be, hogy a LED tényleg szabályos ütemben villogjon, de a környezeti zajtranziensek ne zavarják meg a rendszert.)

ENTER-rel történő indítás után elkezdődik az adatok beolvasása. Minden beérkező triggerjel végének detektálása után a program egy futtyjelzést generál. Mivel ez a jelzés pontosan deteminált hangmagasságú és időtartamú, segítségével az óra járásának egyenletlenségei – a triggerjelek ütemhibái – gyakorlatlan fül számára is nyilvánvalóbbak, mint a felerősített ketyegésből kihallható járat-anomáliák.

Közben a képernyőn kiíródik a mérés várható időtartama és látható az adatok bevételezése közbeni „visszaszámlálás”.

Ha a kiválasztott számú impulzus beérkezett, a kép vált és megjelennek az óra elméleti és tényleges pontosságára vonatkozó adatok (utóbbiak csak >15 mintavétel esetén). A névleges féllengés-idő – amennyiben az valamely szabványos érték közelében van – a program automatikusan határozza meg. Ha a számított féllengés-idő túlságosan eltér mindhárom szabványos értéktől, bekéri a névleges másodpercenkénti féllengés-zámot.

Ezután a „D” vagy „d” megnyomásával kirajzoltathatjuk a „vibrogramot”, azaz a 2.2. pontban ismertetett diagramot. A diagram kirajzolása után a kurzor mozgató billentyűkkel vezetett markerekkel kijelölhetjük annak egy tetszőleges szakaszát, de akár az egészet is. A kijelölt szakasz pontsorozatához a program a legkisebb négyzetek módszerével regressziós egyenest illeszt, amelyet a teljes diagramhosszra vetítve ábrázol is. Ezen egyenes meredekségéből újabb napi elérést határoz meg, amely a legtöbb esetben közelebb áll a valósághoz, mint az időintervallumok átlagából számolt hiba. Ezzel az opcióval az elektromechanikai teszterek elfordítható plexiskáláját modellezzük, hiszen annak segítségével az óras is a görbe kiszemelt szakaszának átlagos meredekségét próbálja meghatározni.

Ha a „H” (vagy „h”) opció választjuk, az xx() tömbben tárolt adatok alapján egy hisztogramot készít a program. Ezen a féllengés-idő ingadozásai erősen felnagyított láthatók. A hisztogram koordináta-rendszerének mind a vízszintes, mind a függőleges léptékét a program a rendelkezésre álló képterület figyelembe véve kiszámítja. Az X-irányú osztások száma megegyezik a mérési pontok számával; az oszlopok szélessége is ennek megfelelően adódik. Ezeket az osztásokat automatikusan úgy határozza meg, hogy egy osztásköz minden esetben 15 mintavételnek, azaz a gátkerek egy körülfordulásának feleljen meg. Az Y-irányú nagytítás mértéke a mintavételezés során beolvasott minimális és maximális féllengés-idő különbségétől függ.

Bármelyik grafikából visszatérhetünk az eredményeket kiíró képernyőhöz, innen pedig vagy a másik grafikához, vagy a menühöz. A lehetőségeket a program a képernyő alján mindig feltünteti.

Megjegyzések:

– A grafikus opciók a közölt lista szerint csak EGA, vagy VGA monitoron élnek.

– A program észreveszi, ha léptetőmotoros kvarcórát teszteltünk. A mérési időtartamot persze még hibásan írja ki, de az adatok megjelenítésekor már tudatja velünk, hogy észrevette a „stíklit”. Mondanom sem kell, hogy ezzel a rendszerrel egy márkás, hibátlanul működő kvarcóra pontossága nem vizsgálható! Ha ilyen esetben a számított napi eltérés nem kisebb 1-2 s-nál, szinte biztosak lehetünk benne, hogy valamilyen külső zaj zavarja meg a mérést. A léptetőmotor hibáinak felderítésére viszont kitűnően használható a rendszer.

A kísérleti program szolgáltatásai eléggé szűkkörűek, meg sem közelítik a számítógépes adatfeldolgozás nyújtotta lehetőségek határait.

```
*****
* DEMO-program horony-gátszerkezet órák teszteléséhez - R 1994
* A mintavételek száma és a diagramok vízszintes osztása 15 fogó
* gátszerkezetek alkalmazkodók!
*****
OPTION BASE 1
' A tömbölemek legkisebb indexe = 1
a = 768
' A jumperekkel beáll. báziscím (J1+a; J2+a: 300H)
t = 1
ON ERROR GOTO hiba
KEY(20) ON
KEY 20, CHR$(0) + CHR$(1): ON KEY(20) GOSUB kilep
' Kártyateszt (a helyén van-e, fut-e?) Hiba esetén
' kilepés a hibára figyelmeztető üzenettel
i = INP(a + 2): j = INP(a): k = INP(a)
' Hely
' Kártyahibák: 1 > 15 -> nincs a helyén
' j = k: nem fut a számláló
IF i > 15 OR j = k THEN CLS : GOSUB hnt: t = 0: GOTO kilep
GOSUB menu
***** Mérés adatok beolvasása *****
beolv:
KEY(10) ON
ON KEY(10) GOSUB ismet
DIM xin(2, 3)
' Az n + 2 db, 3 bájtos beolvasandó adat tömbje
' (n különböző képzőnk; az 1. adat hibás is lehet)
' A decimálisra átszámított adatok tömbje
' A differenciákat tartalmazó adatok tömbje
' A marker képpontjainak tömbje
GOSUB keret
COLOR 14, 7: LOCATE 22, 2: PRINT "P10": GOSUB menu
COLOR 15, 7: LOCATE 22, 8: PRINT "Megszakítás - vissza a menühöz": COLOR 7, 1
LOCATE 5, 18: COLOR 7, 4: PRINT "Csend és törelmet kérek, a mérés folyik!"
COLOR 1, 7: LOCATE 11, 26: PRINT "Mintavételek száma: "; n + 2
merz = "A mérés - órátipus: "; fgggen: " - mintegy: " + STR$(n / 6) + "..." + STR$(
n / 5) + " másodpercig tart)"
LOCATE 13, (81 - LEN(merz)) / 2: COLOR 7, 1: PRINT merz
COLOR 7, 0: SLEEP 1
' 1 s késleltetés: a billentyű zajának kizárása
FOR i = 1 TO n + 2
WHILE INP(a + 3) <= 127
' A beolvasás a trigger felütő élére indul
WEND
x(1, 1) = INP(a)
' A legkisebb helyértékű adatbajt beolvasása
x(1, 2) = INP(a + 1)
' A középső adatbajt beolvasása
x(1, 3) = INP(a + 2)
' A legnagyobb helyértékű adatbajt beolvasása
WHILE INP(a + 3) > 127
' Várakozás a trigger lefutó élére
WEND
SOUND 2000, .26: LOCATE 15, 37: PRINT n - 1 + 2 "Zeizhang, visszazámlálás"
NEXT
***** Adatfeldolgozás, megjelenítések *****
FOR i = 1 TO n
' A beolvasott adatokat decimálisra átszámító cik-
' lus(A periódusidők kiszámítása és az xx(i), 1-
' letve dd(i)) tömbje töltése. A konverzió x(i) 2.
' adathalmazától indul. (Az első beolvasás csónka
' is lehetett!)
d1 = x(i + 1, 1) + 256 * x(i + 1, 2) + 65536 * x(i + 1, 3): xx(i) = d1
d2 = x(i + 2, 1) + 256 * x(i + 2, 2) + 65536 * x(i + 2, 3)
' Az átlagos periódusidő meghatározása
' A számláló túlszóródása esetén korrekció
' (A számláló 2-1: azaz 1048576-ig számol, azu-
' tán nullázódik: "modulo 1048576")
IF d2 > d1 THEN dd(i) = (d2 - d1) / 1000 ELSE dd(i) = (1048576 - d1 + d2) / 1
000
' A minimális és maximális értékek
IF i = 1 THEN min = dd(i): max = dd(i): xx(i) = dd(i) ELSE xx(i) = xx(i - 1)
+ dd(i)
IF dd(i) > max THEN max = dd(i) ELSE IF dd(i) < min THEN min = dd(i)
NEXT: KEY(10) OFF
' P10 bill. megszakítás letiltása
' Az átlagos periódusidő meghatározása
' (n > 15 esetén az extrém értékek kizárásával)
' A tömb adatainak átszámítása grafikus ábrázolás-
' hoz, ha a diagram V irányú felbontása 100 pixel
nev = n: ossz = 0: FOR i = 1 TO n
IF n < 16 THEN ossz = ossz + dd(i): GOTO ugr
IF dd(i) > min AND dd(i) < max THEN ossz = ossz + dd(i) ELSE nev = nev - 1
ugr: dd(i) = (dd(i) - min) * 100 / (max - min)
NEXT
' Az n mérésből számolt átlagos periódusidő [ms]
SELECT CASE atl
CASE 159 TO 174
l8 = "21600/óra (6/s; Tnévl = 166.666 ms)"
t1 = 1000 / 6
CASE 175 TO 190
l8 = "19800/óra (5,5/s; Tnévl = 181.181 ms)"
t1 = 1000 / 5.5
CASE 191 TO 210
l8 = "18000/óra (5/s; Tnévl = 200 ms)"
t1 = 1000 / 5
CASE 211 TO 230
l8 = "16200/óra (4,5/s; Tnévl = 222.222 ms)"
t1 = 1000 / 4.5
CASE ELSE
' Ném szabványos féllengés-idő bekérése
END SELECT
' A napi eltérés meghatározása (24 óra = 86400 s)
nhba = 86400 * (t1 - atl) / t1: his = INT(nhba) : [s]
hip = INT(ABS(his) / 60) : [min]
' A számított adatok képernyőre írása
eredm:
GOSUB keret: GOSUB kitolt: GOSUB menu
COLOR 0, 3: LOCATE 4, 33: PRINT "MÉRÉSI ADATOK"
COLOR 7, 1: LOCATE 5, 5: PRINT "Adatszám: "; TAB(41); n;
IF t1 < 1000 THEN PRINT " ("; n / 15; "gátszerk-fordulat)"
LOCATE 7, 5: PRINT "A gátszerkezet névleges periódusidő: "; TAB(42); l8
LOCATE 8, 5: PRINT "A számított átlagos féllengés-idő: "; TAB(41); atl; "ms"
LOCATE 9, 5: PRINT "Íngadozás (Tmax-Tmin): "; TAB(41); INT(max - min + .5); "ms"
IF n > 15 OR t1 = 1000 THEN LOCATE 11, 5: GOSUB elteres
IF t1 = 1000 THEN COLOR 11, 1: LOCATE 13, 18: PRINT "Te kis huncuti Ez egy lépt
etómotoros óra!"
IF max / atl > 1.1 OR atl / min > 1.1 THEN LOCATE 16, 5: COLOR 20, 7: PRINT "Az
adatok túlságosan szórak! (Nagy körny. zaj, vagy hibás szerkezet.)"
COLOR 15, 7: LOCATE 22, 6: PRINT "Diagram"
LOCATE 22, 25: PRINT "Hisztoqram": LOCATE 22, 53: PRINT "Menü"
COLOR 14, 7: LOCATE 22, 2: PRINT "D"
LOCATE 22, 21: PRINT "H": LOCATE 22, 45: PRINT "ENTER"
választ:
LOCATE 22, 21: PRINT "H": LOCATE 22, 45: PRINT "ENTER"
SELECT CASE INKEYS
CASE ""
GOTO valaszt
CASE "d", "D"
GOTO diag
CASE "h", "H"
GOTO hiszo
CASE CHR$(13)
GOSUB ismet
CASE ELSE
GOTO valaszt
END SELECT
diag:
' A ciklusíngadozás diagramját kirajzoló modul
' ("vibrograf" stílusú diagram)
' 640 x 350 pixel grafikus mód: EGA, VGA
FOR j = 1 TO n
y = 1.7 * (j * t1 - xx(j))
WHILE y > 49
' "Relatív" pozíció
' Kérfelordulat a "nyomspirál"?
' Ha igen, "modulo 100" korrekció, hogy
' ne írjon ki a 100 egység szélességű "papírból"
' "Modulo 100" korrekció, ellentétes irányba
y = y + 10
WEND
' A görbeelemek két pixel hosszúságú függőleges
```

```
LINE (j + 20, (200 + y)) - (j + 20, (199 + y))
NEXT j
COLOR 15: LOCATE 22, 3: PRINT "Léptetés "; SPACES(30); "Elfogadás"
COLOR 4: LOCATE 22, 14: PRINT " (Ctrl + "; CHR$(16); " "; CHR$(17); " -"
LOCATE 22, 35: PRINT "ENTER": GOSUB menu
COLOR 7, 1: GOSUB korz: "A korrelációs egyenest meghat. rutin hívása"
GOSUB gny: GOTO eredl: "Vissza az eredeti eredmények kilitrásához"
hiszo: "Hisztoqramrajzoló modul"
SCREEN 9
xosz = KEY(20) / n
x1 = 600 / n
GOSUB keret: "Egy hisztoqramozlop szélessége"
GOSUB halozat: "A szabványkeret felrajzolása"
GOSUB halozat: "A diagramampli" hálózata
COLOR 12: LOCATE 5, 21: PRINT "A féllengés-íngadozás hisztoqramja"
COLOR 10: LOCATE 8, 50: PRINT "Tmax - Tmin: "; max - min; "ms"
COLOR 14: LOCATE 10, 4: PRINT "Tmax: "; max; "ms"
COLOR 19, 4: PRINT "Tmin: "; min; "ms"
COLOR 11: LOCATE 8, 8: PRINT "Az ábrázolt adatok száma: "; n; " "
FOR i = 1 TO n
' Rajzolóciklus n < 600 pont esetére
IF n = 600 THEN GOTO 600
' A páros/páratlan oszlopok ellentétesen
' színezi, ha n < 150
IF i / 2 = INT(i / 2) AND n < 150 THEN COLOR 14, 1 ELSE COLOR 12, 1
FOR j = 250 TO 250 + dd(i)
LINE ((i - 1) * x1 + 20, j - dd(i)) - ((i - 1) * x1 + 20 + x1 - 1, j - dd(i))
NEXT j
GOSUB gny: GOTO eredl
600:
' 600 pont esetén az oszlopok egyetlen függőleges
' vonalból állnak (gyorsabb algoritmus!)
FOR i = 1 TO n
LINE ((i - 1) * x1 + 20, 250) - ((i - 1) * x1 + 20, 250 - dd(i))
NEXT
GOSUB gny: GOTO eredl
***** Szubrutinok *****
' Választás a menüpontok között (mintavételi pontok száma)
menu:
GOSUB keret: GOSUB kitolt: GOSUB menuosr
COLOR 10, 1: LOCATE 4, 3: PRINT DATES
LOCATE 5, 2: COLOR 7, 4: PRINT "Az ábrázolt pontok száma"
COLOR 1, 7: RESTORE dat
dat: DATA " 15", " 30", " 60", " 120"
DATA " 150", " 300", " 600"
FOR i = 1 TO 6
READ as: xys(i) = as: xys(i) = as: LOCATE 5 + 2 * i, 33: COLOR 7, 1
PRINT as: NEXT i: GOSUB lle
j: bs = INKEYS
COLOR 10, 1: LOCATE 4, 71: PRINT TIMES: COLOR 7, 1
SELECT CASE bs
CASE CHR$(0) + CHR$(80), " "
t = t + 1: GOSUB lle: GOTO j
CASE CHR$(0) + CHR$(72)
t = t - 1: GOSUB lle: GOTO j
CASE CHR$(13)
' GOSUB lle: GOTO j
END SELECT
' Az n adatszám kiszámítása a menüpont sorszámából
IF t <= 4 THEN n = 15 * 2 ^ (t - 1) ELSE n = 150 * 2 ^ (t - 5)
RETURN
' Léptetés a menüpontok között, le
lle:
IF t > 7 THEN t = 1: LOCATE 5 + 2 * 7, 33: PRINT xys(7)
GOSUB hl
IF t > 1 THEN LOCATE 5 + 2 * t - 2, 33: PRINT xys(t - 1)
RETURN
' Léptetés a menüpontok között, fel
lle:
IF t < 1 THEN t = 7: LOCATE 7, 33: PRINT xys(1)
GOSUB hl
IF t < 7 THEN LOCATE 5 + 2 * t + 2, 33: PRINT xys(t + 1)
RETURN
' Az aktuális menüpont inverz kilitrása
hl:
LOCATE 5 + 2 * t, 33: COLOR 1, 7: PRINT xys(t)
: COLOR 7, 1: RETURN
' A számított napi eltérést kilitró rutin
elteres: COLOR 10
IF nhba > ABS(1800) THEN PRINT "Az átlagolt napi eltérés a hibás adatok miatt n
em számítható!": RETURN
PRINT "Átlagolt napi eltérés: ";
elteres: "A korrelációs számító modul belépési pontja"
IF INT(nhba) > 0 THEN PRINT "+";
IF INT(nhba) < 0 THEN PRINT INT(nhba); "másodperc";
IF hip > 1 THEN PRINT " , azaz "; hip; "perc"; ABS(his) - hip * 60; "másodperc"
SELECT CASE his
CASE 0
PRINT " < 1 s; PONTOS!"
CASE IS > 0
PRINT " (siet)"
CASE IS < 0
PRINT " (késik)"
GNY:
' Gombyomásra várakozó rutin
IF t > 0 THEN LOCATE 22, 3: COLOR 15, 7: LOCATE 19, 3: COLOR 7, 0
PRINT "-Nyomj meg egy gombot!"; SPACES(54)
IF t > 0 THEN GOSUB menu
COLOR 7, 1
WHILE INKEYS = "" : WEND
SCREEN 0: GOSUB keret
RETURN
' Extra féllengési gyakoriságot bekérő rutin
periodbe: KEY(10) ON: BEEP: COLOR 7, 1
LOCATE 18, 3: PRINT "A járataszabályozó átlagos féllengés-ideje "; atl; " ms"
LOCATE 20, 3: PRINT "A névleges érték féllengés-idejében "; INPUT t18
IF VAL(t18) = 0 OR VAL(t18) > 8 THEN LOCATE 20, 39: PRINT SPACES(20): i = LEN(tt
8): GOSUB hh: GOTO ujra
t1 = 1000 / VAL(t18)
l8 = STR$(3600 * VAL(t18)) + "/óra (Tnévl = " + STR$(t1) + " ms)": KEY(10) OFF
RETURN
' A koordinátarendszer hálózatait megrajzoló rutin
halozat:
IF t1 = 1000 THEN GOTO viz: "Léptetőmot. óra esetén nincsenek fggg. osztások"
FOR i = 0 TO 600 STEP xosz: "Függőleges osztásokat rajzoló ciklus"
COLOR 7, 1: LINE (i + 20, 150) - (i + 20, 250): NEXT
viz:
FOR i = 0 TO 100 STEP 20: "Vízszintes osztásokat rajzoló ciklus"
LINE (20, i + 150) - (620, i + 150): NEXT
COLOR 9, 1: LINE (20, 200) - (620, 200): RETURN
' Keretrajzoló rutin
keret: CLS: COLOR 7, 1: PRINT " " + STRINGS(73, 205) + " "
PRINT " " + STRINGS(78, 205) + " "
[IN]94
PRINT " " + STRINGS(73, 205) + " "
FOR j = 4 TO 20: LOCATE j, 1: PRINT " "
PRINT " " + STRINGS(78, 205) + " "
PRINT " " + STRINGS(78); " "
PRINT " " + STRINGS(78, 205) + " "
RETURN
' Menüosz:
COLOR 15, 7: LOCATE 22, 14: PRINT "Kiválasztás"
LOCATE 22, 44: PRINT "Elfogadás"
COLOR 14, 7: LOCATE 22, 2: PRINT "SPACE", CHR$(24), CHR$(25); " "
LOCATE 22, 36: PRINT "ENTER"
' Csak az "Esc" opcióra figyelmeztet
menu:
COLOR 15, 7: LOCATE 22, 71: PRINT "Kilépés"
COLOR 14, 7: LOCATE 22, 65: PRINT "Esc": COLOR 7, 1: RETURN
```



# Sok kis kapcsolás

„Hobby Elektronika” folyóiratunk 1990 júniusi, első számától igen nagy népszerűségnek örvend az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” című rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag már beszerezhetetlenek, és a közismert mottó – Egy újszülöttnék minden vicc új! – elektronikabeli variánsa is igaz.

Évkönyvünkben most egy új rovatot nyitunk: a régebbi HE évfolyamok skk tallózását. Stílszerűen most is ragaszkozhatunk az skk rövidítéshez, mert ezen apró áramköri ötleteket nap mint nap továbbra is „sokan kérik, keresik” kedves olvasóink közül.

## Fényerőcsökkentés – egyszerűen

Váltóáramról táplált izzólámpák fényerejét egy sorosan beiktatott diódával csökkenthetjük a legegyszerűbben veszteségmentesen.

Az 1. ábrán látható megoldásban  $K_1$ -et használva normál fényerővel, csak  $K_2$ -t bekapcsolva csökkent teljesítménnyel világít 220 V/100 W-os izzó. A dióda csak fél szinuszhullámokat enged az izzóra, ettől csökken annak fényereje. A „kimaradó” félhullámok alatt lehül az izzószál, ezért a kisebb hőtehetetlenségű, kisebb teljesítményű izzóknál villódzást tapasztalhatunk. A 100 W-os lámpáknál ez a hatás már nem zavaró. (Kisfeszültségű, nagyobb teljesítményű lámpák vastagabb izzó-

szálai általában nagyobb hőtehetetlenségűek.)

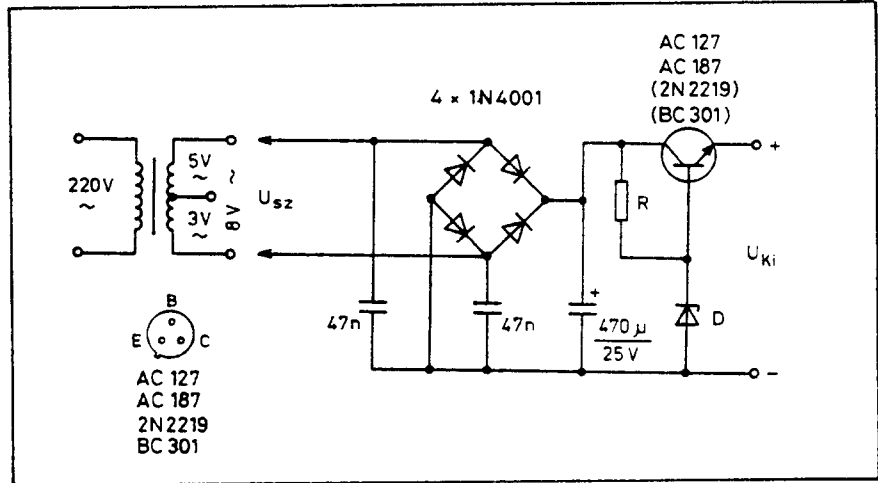
## Hálózati adapter zsebrádióhoz

Kisebb hangteljesítményű (80 ... 300 mW-os) zseb- és táskarádiókhoz jól használhatjuk a 2. ábra szerinti kapcsolású hálózati adaptert, teleppótlót. Ennek minden alkatrésze könnyen beszerezhető, és azt a táplálandó rádiótól függően 3 V-tól 9 V-ig bármely szokásos feszültségre megépíthetjük.

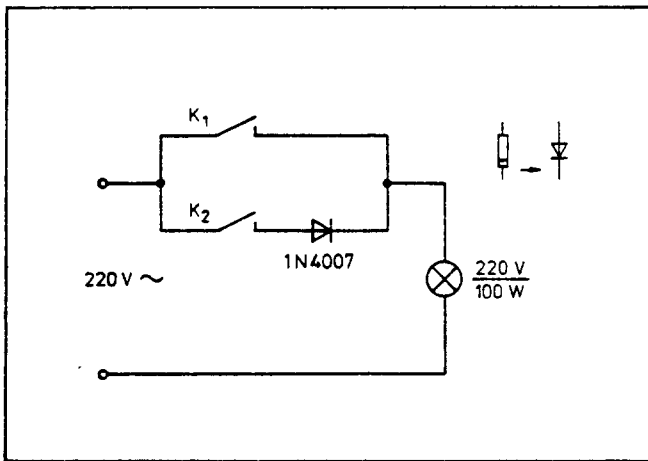
A hálózati transzformátor a közismert csengőreduktor lehet. Ennek 3, 5 vagy 8 V-os szekunder kivezetéseit

használhatjuk, a kívánt egyenfeszültségtől függően, a következők szerint:  $U_{ki} = 3\text{ V}$ ,  $U_{sz} = 3\text{ V}$ ;  $U_{ki} = 4,5\text{ V}$  és  $U_{ki} = 6\text{ V}$ ,  $U_{sz} = 5\text{ V}$ ;  $U_{ki} = 9\text{ V}$ ,  $U_{sz} = 8\text{ V}$ .

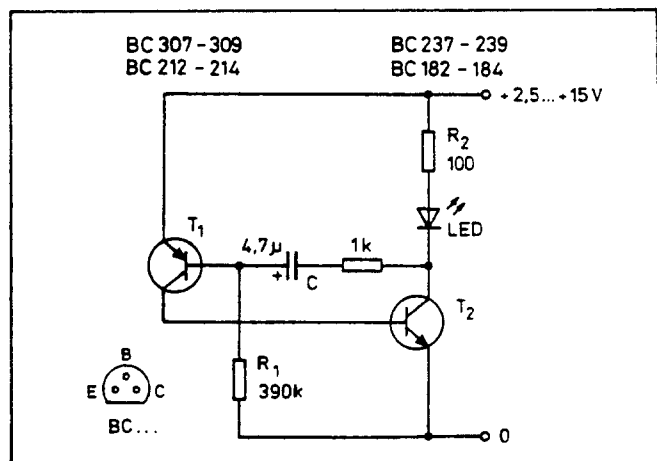
A két 47 nF-os kondenzátor az erősebb (főként a helyi) adók vételekor jelentkező ún. intermodulációs zavarokat (morgást, bűgást) szünteti meg. Tranzisztorként germánium alapú típusokat használjunk (AC127, AC187). Ezeknek kisebb a bázis-emitter feszültsége, így a kimeneti feszültség közel megegyezik a Z-dióda feszültségével. Germániumok híján szilícium tranzisztor is megteszi. Például a 2N2219, BC301, BFY33, BD135 stb.



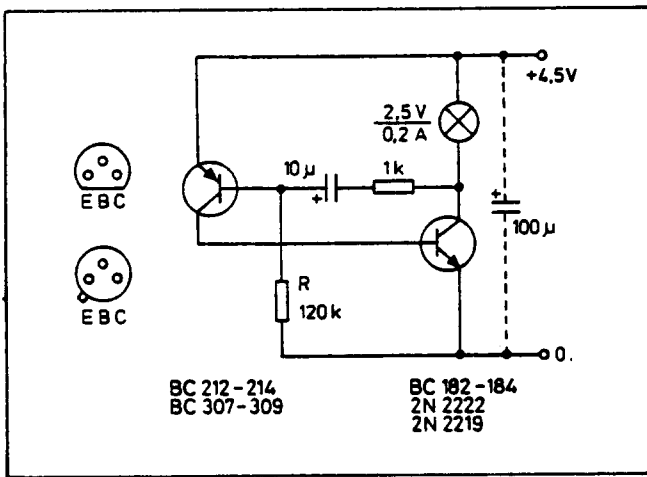
2. ábra



1. ábra



3. ábra



4. ábra

Ilyenkor néhány tized voltal kisebb ki-  
menő feszültséget kapunk.

Az R ellenállás értéke és a D Z-dió-  
da feszültsége a következő legyen:

U <sub>ki</sub>	R	D
3 V	680 Ω	ZF3,3
4,5 V	560 Ω	ZF4,7
6 V	560 Ω	ZF6,2
9 V	680 Ω	ZF9,1

A Z-dióda betűjele lehet ZF, ZG,  
ZPD, az azt követő szám, a feszültség-  
érték a lényeges.

Ha a tranzisztor melegedne, akkor  
kis hűtőbordára vagy hűtőzászlóval  
szereljük.

### Szuper takarékos villogók

A 3. ábra LED-es villogókapcsolá-  
sának érdekessége, hogy a lehető legta-  
karékosabb az áramfogyasztása. A  
pnp-npn tranzisztoros áramkör csak  
akkor fogyaszt a tápláló áramforrásból,  
amikor a LED világít. A szokásos  
szimmetrikus felépítésű, kéttranziszto-  
ros astabil multivibrátorok „szünet-  
ben”, a sötét LED-es állapotban is ára-  
mot vesznek fel.

A villogó – felépítéséből adódóan –  
aszimmetrikus üzemű, a szünet időtar-  
tama többszöröse a fénydióda világítá-  
si idejének. Utóbbi a C elektrolit kon-  
denzátor nagyobb értéke mellett  
hosszabb. A szünet időtartama pedig az  
R<sub>1</sub>-es ellenállás értékével növelhető.  
Javasolt értékek: C = 4,7 µF ... 0,47 µF  
és R<sub>1</sub> = 390 kΩ ... 4,7 MΩ. A LED  
fényereje, illetve a villogó áramfelvé-

tele az R<sub>2</sub>-es ellenállás értékének növe-  
lésével csökkenthető.

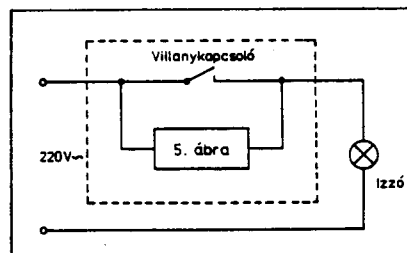
A 4. ábra kapcsolása az előző elvek  
szerinti villogó izzólámpás változata.  
A rajz értelemszerűen azonos, csak né-  
hány alkatétel értéke módosult az iz-  
zólámpa ellenállásához és begyújtás-  
kori viselkedéséhez illeszkedően.

A szünet időtartama R értékváltoz-  
tatásával állítható. Javasolt tartomá-  
nya: 68 kΩ ... 330 kΩ. Helyette egy  
trimmer-potenciometert is használhat-  
unk, amit egy bizonyos érték alá lesza-  
bályozva az izzó folyamatosan világít.

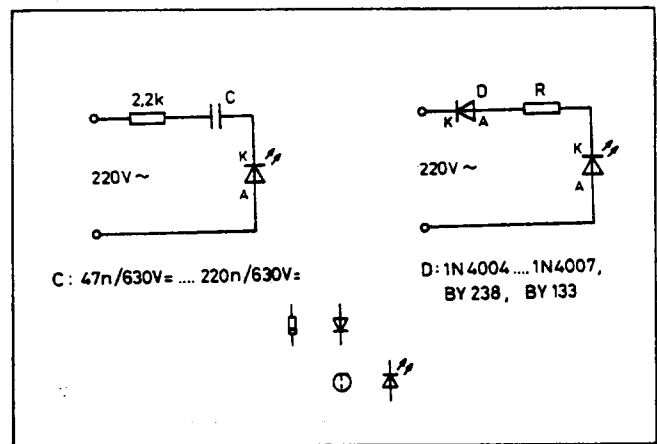
Az áramkört némi ügyeskedéssel  
egy zseblámpa házába is beépíthetjük,  
és potenciometert alkalmazva normál  
lámpaként vagy figyelem felhívó villo-  
góként használhatjuk. Az npn tranzisz-  
tor helyén olyan típus megfelelő, ame-  
lyik elbírja az izzó áramát!

### Hálózatifeszültség-indikátorok

LED-ekkel egyszerű és kis méretű  
hálózatifeszültség-indikátorokat épít-  
hetünk. Ezek jó szolgálatot tehetnek  
például a konnektorokban levő 220 V  
kimutatására, vagy sötét helyen a kon-  
nektorba való „beletaláláshoz”.



6. ábra



5. ábra

Az 5. ábrán látható kondenzátoros  
megoldásnál ügyeljünk arra, hogy a  
kondit nagyfeszültség terhelő, tehát  
csak erre alkalmas, legalább 630 V=  
vagy nagyobb feszültségű típust hasz-  
náljunk. A soros ellenállás a bekapcso-  
laskor jelentkező áramlökést korlátoz-  
za. A nagyobb értékű kondenzátor ki-  
sebb ellenállást képvisel 50 Hz-en,  
ezért a LED nagyobb fényerővel vilá-  
gít.

Az 5. ábra diódás-ellenállásos kom-  
binációja könnyebben ki vitelezhető,  
ha kis hely áll rendelkezésre. Az R ellenál-  
lás 68 kΩ/0,25 W-os lehet, ha 3 mm  
átmérőjű LED-et használunk. A na-  
gyobb (5 mm-es vagy az ún. profil)  
LED-ek nagyobb áram mellett adnak  
elegendő fényerőt. Ekkor R 47 kΩ/0,5  
W-os lehet.

A soros dióda csak nyitóirányban  
enged áramot a LED-re, így az R fél-  
hullámonként (záróirány) nem meleg-  
szik. Az ellenállás wattértéke mini-  
mum a megadott vagy annál nagyobb  
legyen.

### Helyzettény villanykapcsolók- hoz

Sötét helyiségekben kész tortúra a  
villanykapcsolók kikapogatója. Ezen  
segíthetünk ún. helyzettényes villany-  
kapcsolók alkalmazásával. Az ezekben  
telepített LED-ek nemcsak a kapcsolók  
helyét jelölik világításukkal, mert ha  
azok sötétek, akkor a kapcsoló, a vilá-  
gítás bekapcsolva felejtésére is figyel-  
meztetnek.

A 6. ábrán láthatjuk a helyzetté-  
nyes villanykapcsoló kialakítási példá-  
ját. A helyzettényt az előző témában,  
az 5. ábrán bemutatott hálózatifeszült-

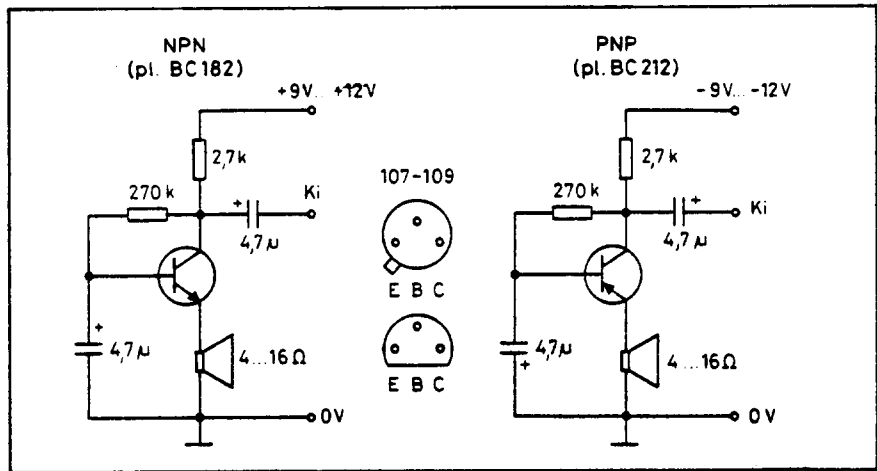
ség-indikátorok adják. Az ábrából belátható, hogy a nyitott villanykapcsoló két sarkán 220 V jelentkezik. Ha ezt a kapcsolót zárjuk, akkor a LED kialszik.

*Figyelem! Az előző két téma megoldásai nagyfeszültséggel működnek. Azok beépítése előtt feltétlenül feszültségmentesítsük a konnektorokat, villanykapcsolókat. (Villanyóra lekapcsolása, biztosítékok kicsavarása, biztosítók kioldása.)*

### Hangszóróból mikrofon

Házi kaputelefonokhoz, amatőr vagy CB adó-vevőkhöz dinamikus hangszórókat is használhatunk mikrofonként. A dinamikus hangszóró „odavissza” működő szerkezet, ezért ha rábeszélünk, akkor kapsain (igen kis szintű) hangfrekvenciás feszültség keletkezik.

A 7. ábrán látható npn, illetve pnp tranzisztoros kapcsoláshoz jól illeszke-

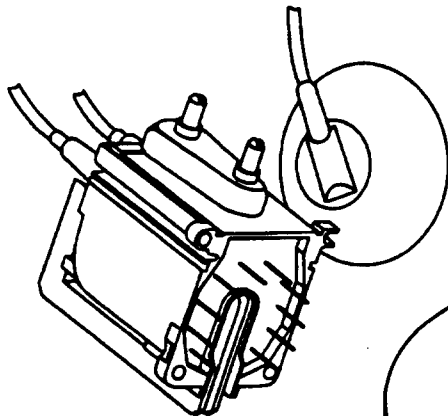


7. ábra

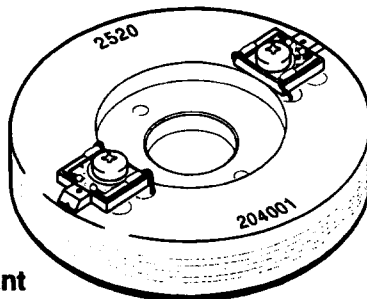
dik az alacsony impedanciás hangszóró. Az áramkörben a BC-széria típusai használhatók: 107-109, 182-184, 237-239 npn-ek, vagy a 212-214, 307-309 pnp-k. A kapcsolásban bármilyen telje-

sítményű (wattértékű) hangszórót felhasználhatunk. A hangszórók impedanciája is szélsőséges lehet (2 Ω ... 200 Ω), a rajzon csak a közismertebb értékekre utalunk.

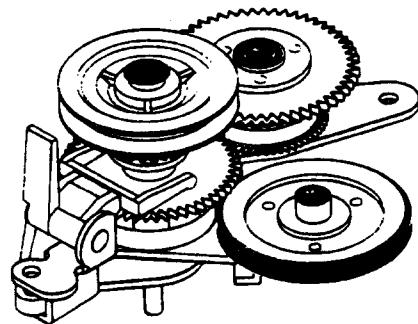
**KÖNIG ELECTRONIC**  
TV - AUDIO - VIDEO - SERVICE - COMPONENTS



Videófejek  
Nyomógörgők  
Közlökerek  
Videószíjkészletek és  
javítókészletek típusok szerint



Távírányítók  
Sorkimenők  
Monitor sorkimenők  
Sokszorozók (kizárólag  
eredeti ERO gyártásúak)



Szervizműszerek  
Speciális  
szervizszerszámok  
és segédeszközök

Kapcsolók  
Csatlakozók  
Hangszórók  
Félvezetők

**A KÖNIG ELECTRONIC GmbH. TELJES ÁRUVÁLASZTÉKA RAKTÁRÓL!**

Gyors postaszolgálat utánvétellel is! A 12 óráig leadott rendeléseit aznap postázzuk!  
Budapest területén díjmentesen kiszállítjuk, ha 5000 Ft felett vásárol.



# Az EMG Type 1568 sorozatú oszcilloszkópjai

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

*Tavalyi évkönyvünkben bemutattuk az EMG Type 1568/2 oszcilloszkópjának kettős időeltérítő generátorát. Olvasóink kérésére az idén folytatjuk a készülékcsalád ismertetését, mivel amatőrjeink birtokában igen sok ilyen készülék van, és az esetleges javításnál komoly gondot jelenthet a kapcsolási rajzokat tartalmazó, manapság már beszerezhetetlen gépkönyv (ezek sajnos – néhány éve – mázsátételben a MÉH-be, illetve a szemétdombra kerültek).*

Az elmúlt évtizedek során az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárában számos oszcilloszkóptípus kifejlesztése történt meg. A készülékek jórészt külföldi cégekhez kerültek, de nem csekély volt a hazai felhasználók száma sem. Az idők során azonban ezek a készülékek – más műszerekkel együtt – mind erkölcsi, mind fizikai értelemben elkoptak, megöregedtek. A hazai ipar látványos és tragikus összeomlása során tömegesen kerültek szó szerint a szemétdombra bel- és külföldi, esetenként rendkívül nehezen megszerzett műszerek, akár milliós (beszerzési) értékben is. A körülményekből talán csak az amatőrök húztak valamelyes „hasznót”: az utóbbi időben olcsón lehetett hozzáférni számos olyan műszerhez, amiről évekkkel ezelőtt csupán álmodhattak.

Így került sor arra, hogy számos amatőr birtokába kerülhetett az EMG 1568-as oszcilloszkóp családjának valamelyik tagja. Ezek a készülékek a maguk idejében a közepes ár- és minőségi kategóriát képviselték a cég oszcilloszkóp-gyártmányai között. Kifejlesztésük során a célkitűzés az volt, hogy a korábbi – meglehetősen drága – készülékek mellett és helyett egy olcsóbb árkategória is gazdagítsa a cég választékát.

A cél érthető és becsülendő volt, a megvalósítás módja már kevésbé. A korabeli gazdasági szabályozók lehetővé tették, mi több, csakis azt tették lehetővé, hogy egy vállalat tücsköt-bogarat megvásároljon, szórja bármire a pénzt, mint a pelyvát, a munkabéren és egyéb fontos dolgokon kívül. Miközben pl. a gyártás, a fejlesztés vagy a karbantartó részleg a szűkös anyagiak miatt örökké beszerzési gondokkal küzdött, a különböző cégek fő- és mégfőbb osztályú irodáiban, mármár luxus lakosztályaiban évente cserélték a padlószőnyeget, a teljes bútorzatot,

a falak faborítását, a tölgyfa nyílászárókat tokostól, illetve komplett futball-, kézilabda stb. csapatokat tartottak fenn, sportállásostól, IBUSZ-lakásostól.

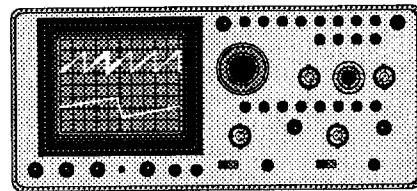
Ilyen körülmények között a hazai fejlesztések eleve halálra voltak ítéelve valós piaci helyzetben. Pl. egy esztergagép vagy egy oszcilloszkóp ára voltaképp nem viselte el azokat a terheket, amelyeket kénytelen volt hordozni, függetlenül a beépített alkatrészek áráról és a gyártás tényleges, indokolt költségeitől. Így az árakat mesterségesen magasnak kellett megállapítani, a partnerek pedig – hasonló körülmények folytán – elfogadták azokat, más árakat ugyanilyen áron viszontkínálva. Versenyképességről azonban (oda s vissza) szó nem esett.

A piaci körülmények pedig bekövetkeztek a hazai cégek életében, az ismert kísérőjelenségek mellett.

Az EMG-ben (s a legtöbb más cégnél) uralkodott szemlélet szerint csak a drága termék viselte el azokat a terheket, amelyeket a más helyeken bekövetkezett pénzpocsékolás rótt a végtermékre. Ez volt az egyik oka annak, hogy mialatt a fejlesztők – szigorú felsőbb utasításra – mindent megtettek annak érdekében, hogy egy készülék minél olcsóbb legyen a minőség megtartása vagy javítása mellett, azon közben egy jól sikerült céges beruházás (pl. egy „azonnal eldobható” licenc) vagy egyéb ügylet a fáradozásokkal szemben ért el eredményeket és a készülék drágább lett.

Az EMG 1568-as sorozatú oszcilloszkópjai tehát ezen időszak termékei. A gyártás során azonban hamar kiderült, hogy az erőszakos, minden áron való takarékoskodás nem működik, így a készülékeket rendre, menet közben is módosítani kellett a legkritikusabb helyeken. Ezen módosítások egy része szinte láthatatlan a laikus számára (pl. jobb minőségű alkatrész került be), más részük a készülékek kivételének apróbb eltéréseit vonta magával (pl. egy ellenállás helyett egy beállítópoti stb.).

A 1568-as oszcilloszkóp-család tervezése során a fejlesztő kollektíva azt tartotta szem előtt, hogy lényegében azonos áramköri modulokból különféle készülékek legyenek kialakíthatók, elsősorban a piac igényei szerint (1. ábra). A fejlesztés alaptípusa maga a Type 1568, amely kétcsatornás, elektronkap-



1. ábra. A Type-1568/2 és 1568/A készülék előlapjának vázlatos képe. A 1568 és 1568/A készülék előlapja kissé egyszerűbb, pl. a jobb oldali négyes nyomógombsor és az időnyújtás finom-meghajtója hiányzik

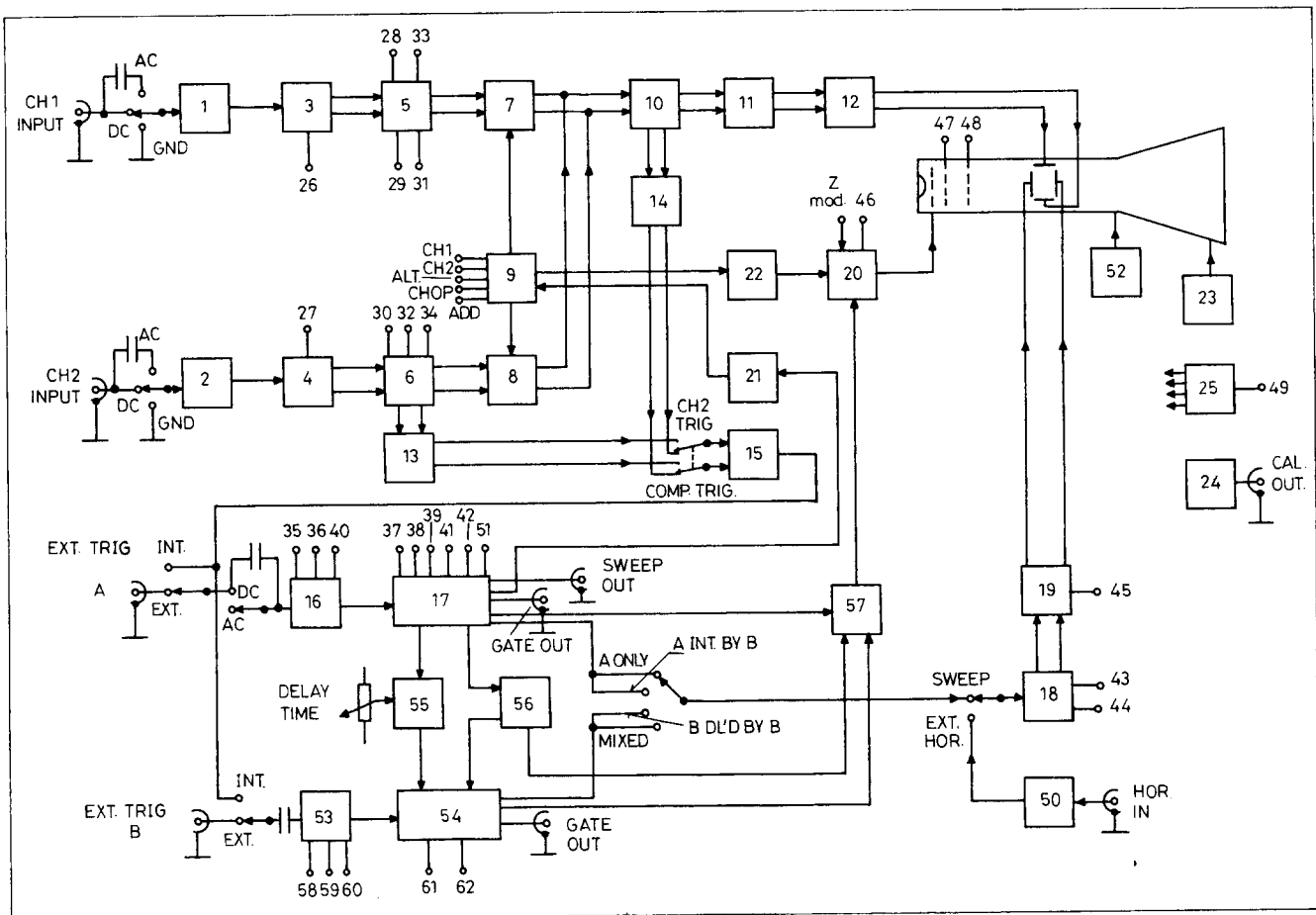
csoles, DC ... 30 MHz-es készülék. A Type 1568/2 készülék ehhez nagyrészt hasonló, de kettős időeltérítő egységgel, időnyújtási lehetőséggel rendelkezett. A néhány évvel később bekövetkezett továbbfejlesztés (népszerű nevén az „Á”-sítás...) során jött létre a Type 1568/A és a Type 1568/2A, amelynek során – nem túl jelentős félvezető-, ill. áramköri módosításokkal – a frekvenciatartományt 50 MHz-re terjesztették ki. A készülékek előállítási ára kevéssé változott, de a közben már kissé megváltozott piacon a jövedelmezőség nőtt.

A készülékcsalád további tagja egy valós kétsugaras készülék, a Type 1553, amely a Telefunken céggel együttműködés során kifejlesztett speciális katódsugárcsőre épült. A kifejezetten az EMG számára kifejlesztett E14-120 típusú cső voltaképp két komplett elektródarendszer egy közös burába építésének fogható fel (csak a fűtésvezeték közös!), miáltal mind a horizontális, mind a vertikális eltérítés független és önálló, egyedileg kezelhető elektródarendszer. A piacon egyedülálló felépítésű katódsugárcső szokatlanul kényelmes kezelhetőséget tesz lehetővé: a képernyőn látható két elektródsugár eltérítése tökéletesen független lehet egymástól, pl. egy képernyőn tekinthetjük meg egy tv-kép egy sorát és ugyanekkor a teljes félképet, vagy bármilyen más frekvenciájú, feszültségű független jelet. A készülék részáramkörei lényegesen nem különböznek a Type 1568-as alapkészülékétől.

## A készülékek felépítése

A Type 1568-as sorozat külső megjelenésre egységes képet mutat, látható ki-



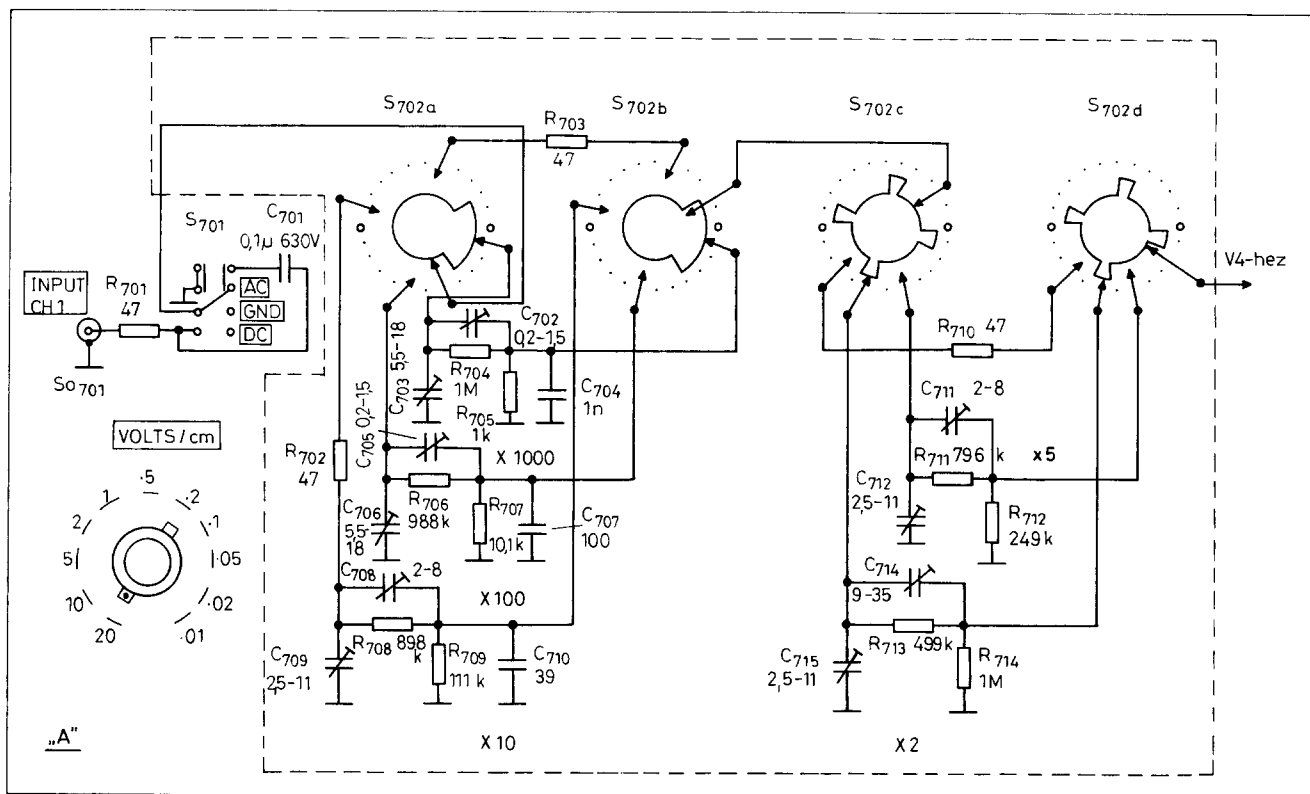


2. ábra. A Type 1568/2A készülék tömbvázlata a gépkönyv alapján

sebb eltérés főképp a kezelőszervekben található. A készülékcsalád egyes tagjainak belső villamos és mechanikus felépítése is erősen hasonló.

A Type 1568/2A készülék tömbvázlata a 2. ábrán látható. Az egyes funkcionális egységek megnevezései (jórészt a gépkönyv és a kapcsolási rajzok szerint) a következők:

1. CH1 bemeneti (V/cm) osztó
2. CH2 bemeneti (V/cm) osztó
3. CH1 bemeneti source-követő
4. CH2 bemeneti source követő
5. CH1 előerősítő
6. CH2 előerősítő
7. CH1 dióda kapu áramkör
8. CH2 dióda kapu áramkör
9. Elektronkapcsoló
10. Közös erősítő
11. Késleltető művonal
12. Független végerősítő
13. CH2 szinkronjel előerősítő
14. COMP szinkronjel előerősítő
15. Szinkronjel erősítő
16. „A” indítójel generátor
17. „A” fűrészel generátor
18. Vízszintes előerősítő
19. Vízszintes végerősítő
20. Kivilágosító erősítő
21. ALTER állásban az elektronkapcsolót vezérlő erősítő
22. A CHOP jel felfutását kioltó impulzust előállító áramkör
23. Nagyfeszültségű tápegység
24. Kalibrálójel generátor
25. Tápegység
26. CH1 egyenfeszültségű szimmetrizálás (BAL)
27. CH2 egyenfeszültségű szimmetrizálás (BAL)
28. CH1 polaritás kapcsoló (NORM-INV)
29. CH1 folyamatos erősítésszabályozás (VARIABLE)
30. CH2 folyamatos erősítésszabályozás (VARIABLE)
31. CH1 függőleges pozíciótolás (POSITION)
32. CH2 függőleges pozíciótolás (POSITION)
33. CH1 erősítés növelés  $\times 1-5$
34. CH2 erősítés növelés  $\times 1-5$
35. „A” triggerelési szint szabályozás („A” TRIG LEVEL)
36. „A” indítójel polaritás kapcsoló ( $\pm$ )
37. TV szinkronizáció (TV OFF - TV)
38. Időalap kapcsoló (TIME/cm)
39. Időalap folyamatos szabályozás (VARIABLE)
40. Indítási mód kapcsoló (NORM - AUTO)
41. Egyszeres indítás kapcsoló (REP - SINGLE)
42. Nagyfrekvenciás „jittermentesítés” szabályozója (HF STABILITY)
43. Vízszintes pozíciótolás (POSITION)
44. Vízszintes pozíciótolás finomszabályozója (FINE)
45. Vízszintes nyújtás kapcsoló ( $\times 1 - \times 5$ )
46. Fényerőszabályozó
47. Asztigmatizmus szabályozó (ASTIGM)
48. Képélesség szabályozó (FOCUS)
49. Mérőháló megvilágítás (SCALE ILLUM)
50. Vízszintes bemeneti erősítő
51. Egyszeres indítás pillanatkapcsolója (RESET)
52. Sugárforgatás áramköre
53. „B” indítójel generátor
54. „B” fűrészel generátor
55. Komparátor
56. Multivibrátor



3. ábra. Az egységes bemeneti V/cm osztó kapcsolási rajza

57. Kivilágosítójel mátrix

58. „B” triggerelési szint szabályozás („B” TRIG LEVEL)

59. „B” indítójel polaritás kapcsoló (±)

60. „B” indítási mód kapcsoló (INT – EXT – NO TRIG)

61. „B” időalap kapcsoló („B” TIME/cm)

62. „B” időalap folyamatos szabályozás (VARIABLE)

Az alkalmazott katódsugárcső típusa D14-131GH, szögletes, sík,  $8 \times 10$  cm-es zöld képernyővel. A cső +1200 V körüli anódfeszültséggel üzemel, míg a spirális grafitrajzolat formájában felvitt utángyorsító anód a készülékben kb. +9 kV feszültséget kap. A cső ernyőképe, fényereje meglehetősen jónak mondható, míg sebessége közepes, 50 MHz-ig azonban nagyobb nehézségek nélkül alkalmazható.

A vertikális erősítő sáv szélessége DC ... 30 MHz (0 ... -3 dB), az „A” változatoknál DC ... 50 MHz, míg felfutási ideje kb. 12 ns (ill. 7 ns). Legnagyobb érzékenysége 10 mV/cm, a képernyőn mérve (az oszcilloszkópok érzékenységét DC jelre vonatkoztatva értelmezzük, az effektív érték használata itt nem, csak pl. a Hi-Fi technikában stb. szokásos; esetünkben egy 10 mV<sub>eff</sub> értékű szinuszt a képernyőn kb. 2,8 cm-es eltérést ad, azaz 28 mV<sub>cs-cs</sub>-nak mérjük).

Az erősítő kétszatornás egészen egy közösítő elektronikus kapcsolórendszerig, amelyet némileg helytelen szóhasználattal a szakmabeliek egyszerűen elektronkapcsolónak hívnak. Az itt közösített jelet további erősítés után a katódsugárcső függőleges irányú eltérítésére használjuk fel.

A két bemeneti csatorna egyforma. Bemeneti impedanciájuk az oszcilloszkópoknál szabványosnak tekinthető 1 MΩ. Mindkét csatorna bemenetén frekvenciakompenzált, kaszkád kapcsolású RC feszültségosztó kapcsolórendszer található (V/cm osztó), melynek segítségével az erősítő bemenetére kerülő jel nagysága leosztással szabályozható. Ez a kapcsoló az egyik legkritikusabb része bármely oszcilloszkópnak (mutasd meg készüléked osztóját, megmondom, milyen minőségű cég gyártotta ...).

A vertikális erősítő megfelelő pontjairól elvezetett jel közbenső erősítés után mint szinkronjel hasznosul(hat) az időeltérítő egységben.

Amatőr körökben jórészt ismeretlen tárgy a készülékekben alkalmazott frekvenciafüggetlen késleltető művonal. Az oszcilloszkópok esetében viszont 15-20 MHz fölött úgyszólván nélkülözhetetlen eszköz arra, hogy a műszert kielégítően használni lehessen. Esetünkben a 1568-as sorozatba 180 ns késleltetésű, házi sza-

badalom alapján készített művonalat építettek be. Alkalmazására a következők miatt került sor.

Tegyük fel, hogy valamely gyors impulzus kezdeti tartományát (pl. felfutását) akarjuk vizsgálni oszcilloszkóppal. A vizsgálandó jel megjelenik a vertikális erősítő bemenetén, majd rendre végighalad az egyes erősítő fokozatokon és végezetül a katódsugárcső eltérítő elektródáján, így a képernyőn jelenik meg. Mindehhez azonban jelentős időre van szükség, hiszen az egyes erősítőfokozatok amellet, hogy némileg lassítják a jel futását, még fokozatonként néhány ps, ns késleltetést is okoznak. Ez (vagyis a vertikális erősítőben létrejövő jelkésleltetés) összeadódva eléggé jelentős időt tesz ki.

A vertikális erősítőből vagy külső jelforrásról származó és szinkronizálásra alkalmas jel vezérli az időeltérítést, az időeltérítő jel egy-egy lefutásának megindítását. Mivel azonban az indításhoz különféle jelmanipulációk, vágás, formálás szükséges, a jel végighaladása ezeken a fokozatokon meglehetősen vontatott, noha mindez valójában igen gyorsan zajlik le. Az indítójel kiformalása után történik meg az időeltérítő generátor futásának megindítása, illetve az ernyő bal oldalán a jel kivilágosítása, kirajzolása.

Tapasztalat, hogy a vertikális erősítőben létrejövő késleltetés sokkal kisebb,

mint a triggerjel előállítása és az időeltérítés megindítása során keletkező időkézés. A késés mindaddig nem zavaró, míg a vizsgált jel lassú. Gyors jelek nagy eltérítési sebesség mellett történő vizsgálata során azonban késleltető művonal nélkül az időeltérítő egység mintegy lemarad az eseményekről; az már rég lezajlott, mikor elkezdődik a soron következő aktuális képrészlet kirajzolása. Periodikus jeleknél még esetleg a második jel mutatja, milyen is lenne a jel az ernyő bal szélén, de egyszeri lefutású jelek így nem mérhetők.

A tapasztalat azt mutatta, hogy a vertikális erősítő közepébe, utolsó harmadába beépített (frekvenciafüggetlen) késleltető művonal 150 ... 250 ns körüli késleltetési idő mellett kielégítő mértékben késlelteti a jelet ahhoz, hogy mire a kapcsolási folyamatok lezajlanak a trigger és időeltérítő egységben, a vertikális jel is jó időpontban érkezék meg az eltérítő elektródákhoz, a tényleges indítási pont rajta legyen a képernyőn.

A beépített 93  $\Omega$ -os, szimmetrikus késleltető művonal egy tömör, hajlékony műanyag pálcára és az arra felvitt fóliarétegekre feltekercselt és végül árnyékoló harisnyába bújtatott kettős szigetelt vezeték. A mintegy 8-10 mm átmérőjű és minden adatában kritikus kivitelű, néhány méter hosszú, kábelszerű eszközt tenyérnyi fém csévetestre tekercselve építik be. A művonal meghajtására és fogadására külön erősítőfokozatok szolgálnak; csillapítása nem jelentős, jelalakátvittele pedig meglehetősen jó. Helyes gyártás és illesztés esetén az áthaladó jel alakjában 100 MHz-ig alig okoz mérhető hibát. A művonal nem meghibásodó eszköz, hacsak nem éri valamely durva mechanikai behatás.

Voltaképp a késleltető művonal alkalmazása 20-30 MHz fölött mintegy kötelező bármely oszcilloszkópban. Ha az említett hátrányoktól eltekintünk, használata amatőr körülmények között elkerülhető.

A művonal a készülék hátoldalán található, népszerűen csak „puttony”-nak nevezett műanyag fedél mögött helyezkedik el.

## Bemeneti feszültségosztó

A készülék vertikális bemenetén egy előválasztó kapcsoló után helyezkedik el – a két csatornában azonos kivitelű – V/cm osztó (3. ábra). Az előválasztó kapcsoló három állású: DC állásban egy egyszerű áthidalást képez, AC állásban egy 630 V feszültségű csatoló-kondenzá-

tort iktat a jelútba és GND állásban az erősítő bemenetét leföldeli, miközben a jel útját megszakítja a bemenet felől. Erőből a kapcsolóról a jel a V/cm osztóra kerül.

Amilyen egyszerűnek tűnik egy frekvenciakompenzált RC osztó villamos felépítése, nem gondolnánk, hogy mennyire bonyolult is a valóságban! Az osztó – felépítését tekintve – kétlépcsős, kaszkád kivitelű. Az első osztótagok hozzák létre a 10x-es, 100x-os és 1000x-es leosztást, míg a második tagok ezt 1x, 2x-es és 5x-ös mértékben módosítják. Így alakul ki a 10 - 20 - 50 - 100 - 200 stb. mV/cm osztóállás egészen a 20 V/cm-es érzékenységet eredményező leosztásig.

Az osztó villamos működése azon alapul, hogy az erősítő bemenete első közelítésben egy RC-taggal helyettesíthető. Az erősítő elé kapcsolt ohmos feszültségosztó így hibás frekvenciamenetű leosztást eredményezne. Az osztó ellenállástagjaival párhuzamosan kapcsolt (esetenként állítható értékű) kondenzátorok elvileg az alsó és a felső osztótagnál azonos RC szorzatot eredményeznek az osztásviszonytól függetlenül, így elvileg a mindenkor bármely leosztás frekvenciafüggetlen lesz, a tankönyvek szerint, de csakis azok szerint. A viszonyok kb. 50 Hz-ig valóban így igazak...

Az osztó nagy gondal kiválasztott és kikísérletezett típusú kisméretű fémréteg ellenállásokból és speciális kondenzátorokból épül fel. A kondenzátorok egy része ún. talpkondi, talppal közvetlenül az árnyékoló/burkoló lemezre forrasztva. A szigetelő anyagok (pl. teflon) kiválasztása, a kapcsolótárcsák típusa és anyaga, az egész konstrukció hosszú évek kemény tapasztalatát tükrözi. Már igen korán kiderült, hogy a nagyimpedanciás nagyfrekvenciás osztó geometriája rendkívül bonyolult, tervezése során a mikrohullámú technika szempontjai, alkatrészei és eljárásai a mérvadók, és az itt elkövetett hibák vagy a gyártás lazaságai az 1 (egy!) kHz-es négyszögjel átvitelét annyira elrontják, hogy a terméket a MERT nem veszi át. Döntő javulás állhat be azonban akkor, ha az osztót gondosan megfürdetic, lemosják valamely megfelelő oldószerben (pl. denaturált szesz vagy izopropil-alkohol), eltávolítva az ujjlenyomatokat és/vagy a forrasztóanyag folyasztszerét (gyantafélék, karbamid stb.) a szigetelőkről. Nagy sikert aratott a cégnél egy szabadalmaztatott és sósavat tartalmazó hazai műszerész-forrasztóon... (Alkalmazása helyett egyesek a láncfűrész, királyvizet, esetleg a füst nélküli lőport javasolták...). Egy jó osztó

kifejlesztése gyakorlatilag annyi időt vesz igénybe, mint pl. egy jó vertikális erősítőé.

Amatőr gyakorlatban a leginkább ezen tárgyak szervize kerül szóba. A legfontosabb mindenek előtt az oldószeres lemosás valamely alkoholban. Semmilyen más oldószer, spray nem kerülhet szóba, mivel ezek egy része agresszív, feloldja a szokásos műanyagokat, szigetelőket (pl. kondenzátorok!), másrészt olyan maradványokat hagy vissza az osztón, amelyek már a hangfrekvenciás tartományban elrontják a működést. Az osztók esetében úgyszólván a tankönyvekben nemigen szereplő szórt paraméterek az elsődlegesek (az ellenállás kapacitása és induktivitása, hullámmellenállása, miegymása stb.), és ha ezek megváltoznak, oda a működés. Alkatrészcsere-nél igyekezzünk azonosat vagy hasonló méretűt beépíteni. A tört ellenállásértékek a névleges osztási pontosság elérését teszik lehetővé; gondoljunk arra is, hogy az osztó értékeinél tekintetbe kellett venni a vertikális erősítő bemeneti impedanciáját is, ami rendkívül komplex, elosztott paraméteres (egyetlen RC-taggal nem helyettesíthető).

Valamely durva működési hiba oka egyszerű multiméteres méréssel felderíthető (pl. osztótag szakadás, zárlat). Ha az oszcilloszkóp bemenetére adott pl. 1 kHz-es (TTL jelforrásból, pl. 00-ás IC-kből összerakva egy generátort) négyszögjel egyes osztóállásokban az osztó trimmereinek bármilyen beállítása után sem akar szép jelalakot eredményezni, osztómosás (AC-DC-GND kapcsoló is!), száradás után csodát fogunk tapasztalni: az osztó beállítható lesz, a négyszögjel tetején az egyenes vonal helyett látható, kikompenzálhatatlan „sítalp” megszűnik. Az érintkezők finom igazítására esetleg szükség lehet, kenésük viszont lehetőleg kerülendő a bizonytalan minőségű, ki nem próbált kenőanyag miatt. A forgó mechanikai alkatrészek kenését olyan anyaggal végezzük, ami nem „mászik”, nem mocskolja össze az egész osztót alattomban néhány nap alatt. Az alkatrészek mérete, helyzete általában az eredeti gyári kivitel esetén mértékadó és fontos. A sokat „pizskált” osztó már rég nem tudja a leckét, a beállítást bízzuk szakemberre.

## Vertikális előerősítő

A 1568-as sorozat vertikális fokozatainak több változata van. Jelen esetben a 1568/A változatot ismertetjük, amely az előző, 1568-as változattól az alkalmazott tranzisztorok típusában különbözik (a fél-

vezetők közötti korábbi lényeges árkülönbőségnek ma már semmi jelentősége, viszont a 2N2369A típusú (a TR204-TR205 fokozatban: MPS3640) és a végfokozat (többszöri) módosításával az erősítő sávszélessége 30 MHz-ről 50 MHz-re növekedett.

A bemeneti osztóról a jel a vertikális erősítő bemeneti fokozatára kerül. A két csatorna kivételre azonos, így csak az 1. csatorna (CH1) tárgyalására szorítkozunk (4.a ábra).

A bemeneti jelet (annak idején igen drága, 1000 Ft körüli) kis ofszetfeszültségű duál-FET fogadja. A tapasztalatok szerint a fokozat kissé „éhezett” üzemmódban dolgozik, a szerviztapasztalatok szerint indokolatlanul. Az igen egyszerű, szimmetrikus felépítésű fokozatról a jel emitterkövető-páron halad tovább.

A FET aktív, TR201/A jelű felére érzékel a bemeneti jelet. Mivel a bemenetre akár több száz V-ot is kapcsolhatnak a felhasználók, a gate elektródát ezen hatásoktól meg kellett kímélni. Erre a célra szolgál a soros R204 560 k $\Omega$  és a két, a tápfeszültségre osztón keresztül felkötött és záróirányba kapcsolt dióda. Így a bemenetre érkező, bármilyen polaritású, nagybacska jel valamelyik diódát nyitja, ha nagysága meghaladja az osztóval beállított zárófeszültség értékét. A vágás messze a kivezérlési tartományon túl következik be, tehát a mérést ezen a módon nem zavarja.

Zavaró viszont az, hogy a lezárt dióda kapacitása megjelenik a FET bemenetén, s mi több, elosztott paraméteres jellegű, RC-taggal kikompenzálhatatlan hibát okozva. A probléma a készülék tervezése idején már rég ismert volt, de a félvezetőipar fejlesztése ekkor még kissé elmaradt a kívánalmaktól. Pontosabban már megjelent az a – kifejezetten ide tervezett! – védődióda-páros egy tokban, ami elfogadható hibát okozott csupán, de ekkoriban (a '70-es években) igen drága volt, s nem a saját női kézilabda csapaton takarékoskodott a cég, hanem pl. a diódán. Az idők során azonban hamarosan ide is bekerült az olcsó 1N... helyett a BAV45 típusú dióda, ami hosszú évekig az egyetlen (!), itt használható típus volt a világon.

A FET bemeneti árama nem zérus. A befolyó áram értéke azért zavaró, mert a bemeneti osztó állítása közben a FET vezérlőelektródájára hol közel rövidzárral, hol néhány 100 k $\Omega$ -mal van a földre kötve. Ezen az ellenálláskészleten így változó nagyságú feszültség lép fel állítás közben, ami vezérlésként is felfogható (elugrik a fényvonal a képernyőn jel nél-

kül is). Ennek kiküszöbölésére szolgál a névleges bemeneti 1 M $\Omega$ -ot biztosító R201 1 M $\Omega$ -os ellenállás talpa alá iktatott R202 100  $\Omega$ -os ellenállás. Az osztási pontba a P207 potenciométerrel kis áramot kényszerítve, egyfajta kikompenzált helyzet állítható be úgy, hogy a fényvonal elugrása észrevehetetlen lesz. A bemeneti AC-DC-GND kapcsolót a DC és a GND állások között kapcsolgatva P207 úgy állítható be, hogy a fényvonal elugrása a képernyőn minimális legyen (mérés közben állítsuk be a megnövelt,  $\times 5$ -ös erősítést; lásd később).

A bemeneti TR201 pozíciójú 2N5565 vagy TIS25 típusú duál-FET kisfeszültségű félvezető. Tápellátásáról a  $\pm 15$  V-os központi tápfeszültségről két Z-diódás, 6,8 V-os stabilizátor útján gondoskodtak a konstruktőrök. A vertikális erősítő egyéb részei csatolásmentesítő RC-tagokon keresztül kapják a tápfeszültséget. A szűrőtagok 10  $\Omega$ -os soros ellenállásán minimális feszültség esik, de a különféle billenőkörök (pl. TTL) zavarjeleinek ide átszűrődése igen hatásosan csökken az RC tagok által. A szűrőkondenzátorok elkóival párhuzamosan kötött kerámiakondenzátorok az elkók nagyfrekvenciásan szegélyes szűrőhatását ellensúlyozzák. Értékük meglehetősen közömbös (10 ... 100 nF), de a kerámiakondi nem helyettesíthető csere esetén tekerceselt, műanyag szigetelésűvel, mert az szinte semmit nem szűr ezen a helyen, ugyanis szintén jelentős induktív komponenssel rendelkezik.

A duál-FET-ek szórása a tapasztalatok szerint igen nagy. Számtalanszor találkoztunk olyan példánnyal, amelyik a kapcsolási rajz szerinti beállításban 50 mV, más példánynál 4 V  $U_{GS}$  feszültséggel állt be a kellő munkapontba. Tipikus értéknek a 2 V körüli érték tekinthető, tehát a TR202-TR203 emitterkövetők bázisán ekkora nyugalmi potenciálra számítsunk.

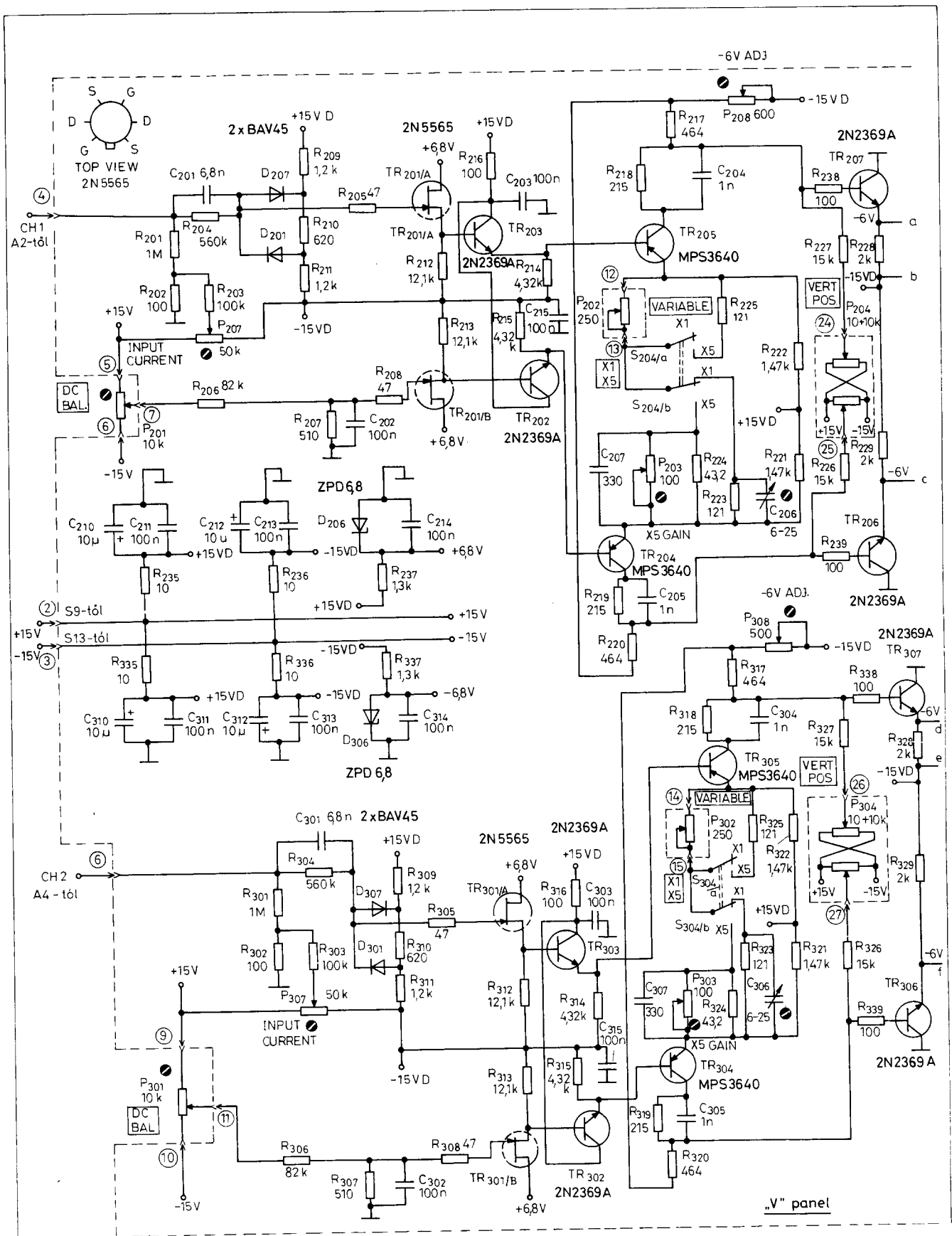
Az emitterkövetőkről a jel a TR204-TR205 ún. „hosszúfarkú” differenciálerősítőre, ellenütemű fázisfordító fokozatra kerül. (A két kollektoron már viszonylag jó szimmetriájú, ellenütemű jel jelenik meg.) A fokozat szerepe döntő és meg kell magyaráznunk. A bemeneti elemek (főleg a FET) szórása olyan helyzeteket teremthet, amikor a vertikális erősítő vezérlés közben vagy anélkül is (pl. a szokásos bemelegedés) hatására, alkatrészszórás folytán üzemelési határhelyzetre kerül, pl. valamely fokozat  $U_{CE}$  feszültsége vagy kollektorárama „elfogy”. A bemenetre kapcsolt vizsgálandó jel csakis az egyik erősítőfélen halad át (TR201/A

- TR203 - TR205) és a TR205 kollektorán jelenik meg. Igen ám, de a másik (jel nélküli, hideg) erősítőfélen is van vezérlőfeszültség, csak igen alattomos módon: ez a bemeneti duál-FET szórása. Ez a feszültség közös módusúlag jelenik meg, azaz értéke mindkét csatornáfélen azonos, így szinte láthatatlan: egyszerre lesz a TR203 és a TR202 két emittere sokkal pozitívabb, vagy sokkal negatívabb. Hasonlítsuk össze a két jelet ahhoz, hogy a probléma súlyát érzékelhessük: a bemenetre kapcsolt 40-50 mV<sub>cs-cs</sub> nagyságú jel szép nagy, fél ernyőnyi képet eredményez; a duál-FET szórása viszont akár 4 V is lehet, de a vezérlés a két csatornában azonos (közös módusú!), így a képernyőn nem látszik. Csupán a TR204-TR205 tranzisztor munkapontja ment el úgy, hogy esetleg teljesen alkalmatlan lesz feladatának betöltésére.

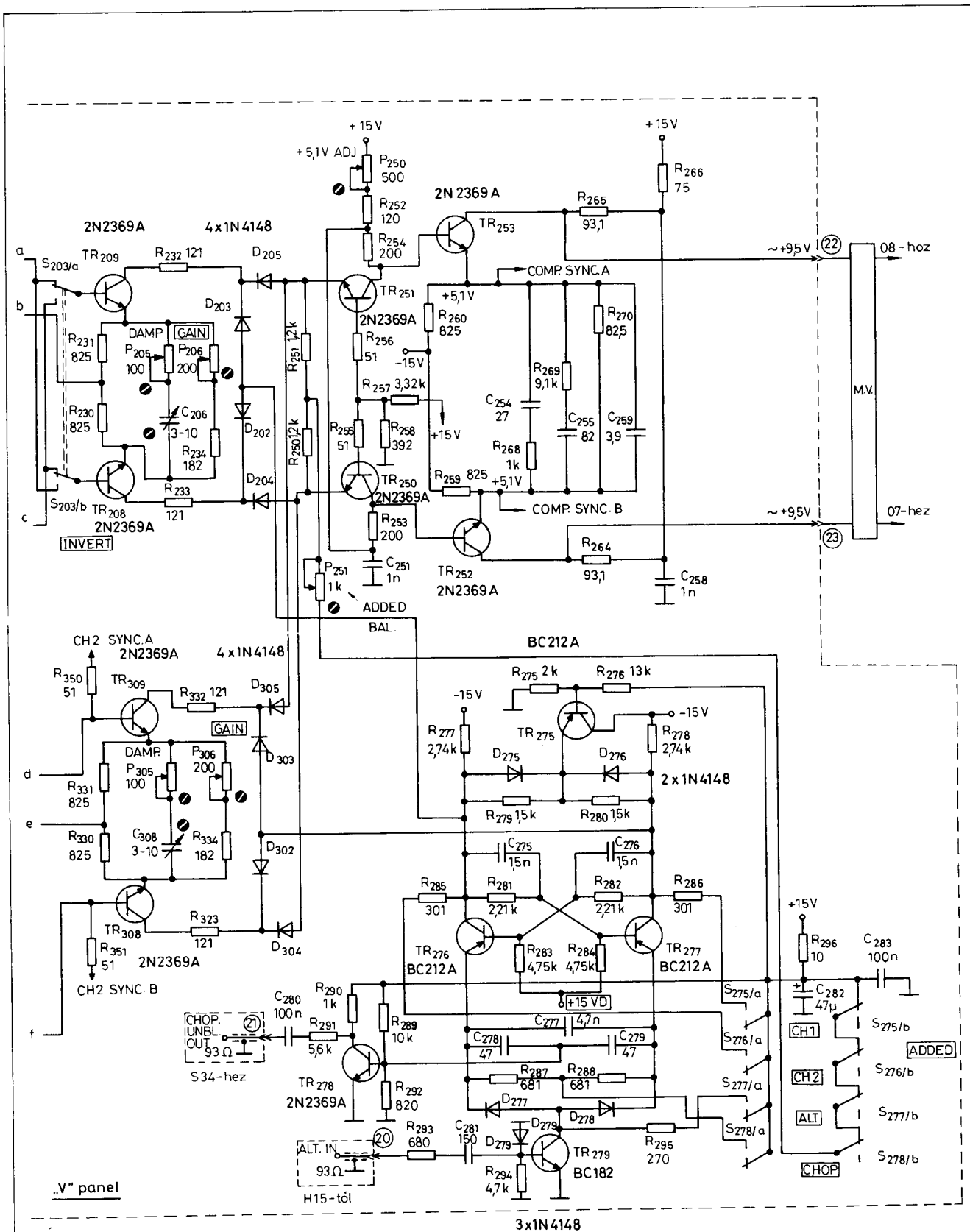
Az alkalmazott ún. „hosszúfarkú” beállítás azt jelenti, hogy a fokozat sokkal nagyobb, szokatlanul nagy közös emitterellenállással rendelkezik, mint az éppen alkalmazott kollektor munkaellenállás. A közös módusú jelekre nézve a fokozat a kollektor-emitter ellenállások viszonya szerint erősít (most tehát éppen hogy csökkenti a jelet, gyengíti), miközben a TR205 bázisára érkező, ellenüteműnek tekintendő, bemeneti vizsgált jel erősítése zavartalan. A közös módusú zavaró jel – ami nem is jel, hanem voltaképp alkatrész-szórásból eredő szélsőséges munkapont-beállítás – mintegy „lenyelhető”, nagysága jelentősen csökkenthető.

Az avatatlank számára talán szórásalhasogatásnak tűnhet a probléma ilyen mértékű taglalása. Sajnos, nem az. A gyártó- és szervizgyakorlat azt mutatta, hogy nem is ritkán (!) olyan szélsőséges helyzetek jönnek létre, hogy a jel egyszerűen nem megy át (vagy csak vágással) a TR204-TR205 fokozaton. Általában a duál-FET szórása a bűnös, mert a bemeneti kollégák a szerzőnek mutattak már egy 8 V-os  $U_{GS}$  feszültségű példányt is, mint csodabogarat. Ezzel az erősítő egyáltalán nem működik!

A tapasztalatok szerint az olyan bizonyult, számos fokozatot és funkciót tartalmazó erősítők, mint pl. ez a vertikális erősítő, olcsó alkatrészek (pl. 5%-os ellenállások stb.) használata esetén könnyen kerülnek szélsőséges üzemállapotba kizárólag alkatrész-szórás miatt. Nem kerülhető meg a kritikus helyen levő félvezetők előírt  $\beta$ -tartományra,  $U_{BE}$  feszültségre és/vagy párba válogatása, a szórásokat némileg ellensúlyozó beállítási lehetőség (munkapontkorrigálás potival) stb. Jobb cégeknél az ilyen áramköröket



4.a ábra. A vertikális előerősítő bemeneti része: a bemeneti feszültségvédelem, duál-FET fokozat, a „hosszúfarkú” differenciálerősítő, a közbelső emitterkövető, valamint a kiegészítő tápfeszültségszűrés



4.b ábra.

A vertikális előerősítő kimeneti része: a közbenső kaszkóerősítő a kapcsolódióda-nyolccsal, a művonalmeghajtó erősítő a művonallal, valamint az elektronkapcsoló multivibrátora

számítógéppel alkatrész-szórásra elemzik (ún. érzékenységvizsgálat) és a felderített kritikus pozíciókba nem haboznak pl. 0,2 ... 0,5%-os ellenállást sem beépíteni! Az 1-2%-os ellenállások alkalmazása pedig kifejezetten széles körű (munkaellenállás, emitterellenállás, visszacsatolás, bázisosztó), stabilitási okokból. A meglehetősen számítástechnika-igényes vizsgálat költséges és minden módosítás után megismételendő; jellemző, hogy egy-egy félvezető mintegy legkevesebb 60-70 (nem publikált!) paraméterrel jellemzett a számítás során. Ehhez képest a bétamérés – mint pl. valahol az egyetlen lehetőség – kissé szerénynek tűnik, pedig amatőr szinten néha ez sem megoldott...

A fokozat kimenetét a már szimmetrikus jelet emitterkövető-páros fogadják. A bázisokra csatlakoztatott R226 és R227 ellenállásokon keresztül egy duál potenciométerről ellenütemben módosíthatjuk a kollektorköri nyugalmi munkaponti feszültséget csekély áram bekényszerítésével. Ez a munkapont finom, kézi módosítását, valójában a képernyőn a fényvonal függőleges eltolását teszi lehetővé (VERT. POS. kezelőszerv).

A „hosszúfarkú” differenciálerősítő közös módusú tulajdonságai (a munkapont és így a kimeneti nyugalmi potenciál) beállíthatók a közös kollektorvezetékben elhelyezett P208 potenciométerrel. A fokozat helyes beállítása egy esetleges szerviz, alkatrészcsere esetén a következő. A fokozatot követő emitterkövető-páros két emitter közé kapcsoljunk multimétert és állítsuk be a VERT. POS. potenciométert úgy, hogy a TR206 és TR207 emitterfeszültsége azonos legyen (ekkor közel zérus értéket mutat a műszer). Ezután állítsuk be P208-at úgy, hogy az emitterek feszültsége  $-6\text{ V}$  legyen. A műveletet esetleg meg kell ismételni a finomítás érdekében.

Az évek során megbizonyosodott, hogy ez a fokozat az erősítő egyik Achilles-sarka. Ezen a fokozaton nem lehet takarékoskodni. Így kisvártatva a munkaponti stabilitás javítása céljából bekerültek a jóval (pl. tízszer) drágább, de egyúttal jóval stabilabb 1%-os ellenállások a kritikus pozíciókba és a megspórolt félvezetőválogatás is napirendre került. Így a kellően át nem gondolt koncepció azt eredményezte, hogy a készülékekkel aránytalanul sokat kellett utólag a fejlesztésben foglalkozni.

A „hosszúfarkú” differenciálerősítő fokozat erősítését a két emitter között lévő áthidaló tagok állítják be. A tagok kapcsolóval választhatók ki. Normál esetben (1x-es erősítés) a két emittert az

R223 - C206 tagok kötik össze. Az így kialakuló erősítő frekvenciamenetét – többek közt – a kollektorköri R218 - C204 valamint R219 - C205 mellett elsősorban az emitterkörben található C206 trimmer határozza meg. (Az erősítő átvitelének beállítása kifogástalan, gyors négyszögjellel, szép jelalakra történik.) A fokozat  $\times 1$ -es állásban néhányszorosat erősít, a névleges frekvenciamenet követelményeit teljesítve. Az erősítés mértékét azonban megnövelhetjük a  $\times 5$  jelű kapcsoló segítségével. Ekkor a két emitter közé egyrészt az erősítést ötszörösére növelő, a korábbinál kisebb értékű ellenálláshálózat csatlakozik, másrészt a döntő módon megváltozott frekvenciamenet korrigálására új RC-tag szolgál. Az új helyzetben az erősítő sávjáról közel állandó marad, ami azt jelenti, hogy megnövelt feszültségerősítéshez lecsökkent átviteli sáv szélesség tartozik.

Ötszörösre növelt ( $2\text{ mV/cm}$ ) legnagyobb érzékenység mellett ez a fokozat határozza meg a teljes vertikális erősítő sáv szélességét, amely az összes 1568-as típusban ekkor  $15\text{ MHz}$  ( $0 \dots -3\text{ dB}$ ). A jelalak optimalizálására a korábbinál jóval nagyobb időállandójú RC-tag szolgál (a  $25\text{ pF}$ -os trimmer helyett  $330\text{ pF}$ -os kondenzátor).

Mindkét esetben lehetőség van a fokozat erősítésének finomszabályozására, ami  $0 \dots -2,5$ -szeres erősítéscsökkenést jelent. Beállítása az előlapra kivezetett P202 „VARIABLE” potenciométerrel lehetséges. A névleges (hiteles) erősítés a potenciométer arretált véghelyzetében (rövidzár) tapasztalható. Az előerősítő eddig tárgyalt részében tapasztalható csekély áramköri aszimmetriák azt eredményezik, hogy az erősítést a „VARIABLE” potenciométerrel állítva az előerősítő – és vele a fényvonal helyzete a képernyőn – kissé elmozdul, különösen azon időszakban, amíg a műszer fel nem veszi az üzemi hőmérsékletet (a bekapcsolást követő 10-20 percben). A hőegyensúlyi állapot beállta után az erősítő munkapontja szimmetrizálható az előlapra kivezetett „DC BAL.” (balansz) csavarhúzó állítású kezelőszerv segítségével. Beállítása úgy történik, hogy a „VARIABLE” gomb teljes átforgatása mellett a „DC BAL.” potit finoman állítjuk úgy, hogy az ernyőn a fényvonal elmozdulása minimális (nulla) legyen. Előfordulhat, hogy alkatrészcsere, nagyon lehűlt készülék esetén a művelet közben a fényvonal már kihalad a képernyőről. Ekkor a „VERT POS.” gombbal visszaállítjuk azt az ernyő közepére és folytatjuk a szimmetrizálás beállítását. További egy-két óra

múlva még esetleg újabb, de lényegesen kisebb korrekcióra szükség lehet. (A „DC BAL.” kezelőszerv megfelelő beállítása elsősorban csak a kezelési komfortot növeli meg.)

Eddig a pontig a CH1 és a CH2 bemeneti csatorna kapcsolása, működése teljesen azonos. Miután azonban bármely kétszatornás oszcilloszkópban a két bemeneti erősítő segítségével – mindössze egyetlen kapcsoló beiktatásával – differenciális mérésekre is van lehetőség, a tervezők ezt az üzemmódot is lehetővé tették. Így a TR206 - TR207 emittervezetéke az S203/a-b „INVERT” kapcsolóra csatlakozik, amely invertált üzemmódban egyszerűen felcseréli egymás között a két emittervezeték további útját, így a jel polaritását.

A következő fokozatban egy megfelelően kialakított elektronikus kapcsolórendszer gondoskodik a kivonás matematikai műveletének végrehajtásáról.

Az előerősítő első, a FET után következő két fokozatának tranzisztor-párjai kis közös műanyag sapkákaptak, hogy termikus állapotok együftfutása lehetőleg szűk határok között azonos legyen.

## Elektronkapcsoló rendszer

Szűkebb értelemben ide esetünkben egy kéttranzisztoros, több üzemmódú multivibrátor tartozik, de működése teljességgel elválaszthatatlan a dióda rendszerrel kapcsolt két erősítőcsatornától, így a teljes rendszert együtt, komplex egészként kell tárgyalnunk (*4.b ábra*).

A CH1 és CH2 bemeneti előerősítő csatornák jele egy-egy differenciálerősítőre jut (TR208 - TR209, illetve TR308 - TR309). A két fokozat tulajdonképpen egy kaszkód erősítő alsó tagja. A felső, TR250 - TR251 földelt bázisú erősítő már közös. Az alsó erősítőtagok  $2 \times 4$  (munkaponti nyitófeszültségre válogatott oktet) diódán keresztül, az emittervezetékben vezérlik a felső erősítőfelet. A diódayolcascból  $2 - 2$  áteresztőirányban, a jel útjában van, míg  $2 - 2$  az elektronkapcsoló multivibrátorának egyik, illetve másik kollektorára csatlakozik.

A multivibrátor üzemmódja egy „CH1 - CH2 - ALT. - CHOP.” feliratú kapcsolórendszerrel kívülről állítható be. A működés vizsgálatát kezdjük a legegyszerűbb esettel. Nyomjuk be a CH1 jelű nyomógombot. Ekkor a TR276 - TR277 multivibrátor bal oldali tagjának (TR276) bázisát a  $+15\text{ V}$  irányába kényszerítjük, miáltal a pnp típusú tranzisztor lezár, és kollektorán valamely alacsony potenciálú szint jön létre. Nagysága ab-

ban az értelemben érdekes csupán, hogy alkalmas lesz a CH1 fokozatban levő D202 - D203 diódák anódjainak a katódoknál negatívabb potenciál irányába vezérlésére, miáltal a két dióda tartósan lezárt állapotba kerül. A multi jobb oldali tranzistorának (TR277) kollektora éppen ellenkező értelemben vezérli a CH2 csatornában található D302 -D303 diódákat. Itt a diódák a beérkező erősen pozitív potenciál folytán kinyitnak, magukkal rántják a D304 - D305 diódák katódvezetékeit a pozitívabb potenciál irányába, így a soros két dióda lezár. A CH2 nyomógombot benyomva a CH1 gomb kiváltódik és a működés ellenkező polarításra vált át, értelemszerűen megcserélve a diódák és az erősítők beállítását, szerepét.

A nyolc dióda tehát ebben az üzemmódban egyfajta alternatív kapcsolóként működtethető: vagy az egyik, vagy a másik csatorna differenciálerősítője alkothatja a kaszkód erősítő alsó tagját, így a bemenetek közül vagy az egyik, vagy a másik él. A soros diódák az erősítő működésére számottevő hatást nem gyakorolnak, a lezárt diódák pedig a kis impedanciájú áramkör miatt szintén jelentéktelen kapacitív terhelést jelentenek. A TR250 - TR251 tranzisztorpárosnak pedig voltaképp mindegy, honnan is ered az emittervezetéken befolyó vezérlőáram.

A „CH1” és „CH2” feliratú nyomógombbal tehát kiválaszthatjuk azt az erősítőcsatornát, amelynek jelét a képernyőn meg kívánjuk szemlélni. A két kapcsoló kifejezetten kényszeríti a multivibrátort az egyik vagy a másik félrebillent helyzetbe. Ha ezt a kényszert megszüntetjük és magára hagyjuk a TR276 - TR277 tranzisztort, de a közös emittervezetékbe iktatott TR279 földelt emitteres vezérlő fokozatunk keresztül az időeltérítő generátor kapujelével vezérelni kezdjük, J-K flip-flop-szerű működést kapunk, ahol az átbillenés mindig egy időalapjel-lefutás után történik meg. A képernyőn a két csatorna jele felváltva látható. Ha az időeltérítés futását lassúra állítjuk be, az ilyenkor egyébként is ritka jel még ritkább lesz, mert felváltva hol az egyik csatorna jelét látjuk, hol a másikét. Az így ugráló, villogó jel azt mutatja, hogy készülékünk jól működik ugyan, de helytelen mérési módszert választottunk.

A fentebb leírt váltakozó, alternáló, „ALT” üzemmód ugyanis a gyors jelek összehasonlító stb. vizsgálatára szolgál. Gyors jelekhez az időeltérítő generátor futását is gyorsabbra kell állítanunk, így a villódzás természetszerűleg szűnik meg. Ezt az üzemmódot tehát közepes és

a nagy sebességű két jel együttes vizsgálatához használhatjuk.

Ha benyomjuk a „CHOP” (chopped, szaggatott) nyomógombot, a kapcsoló multivibrátort végképp magára hagyjuk úgy, hogy közben lehetővé tesszük az önrezgő állapotot. Ebben az üzemmódban a TR276 - TR277 szabadonfutó állapotban, hozzávetőlegesen 250 kHz (nem lényeges értékű) frekvenciával billegni kezd, szaporán kapcsolgatva a diódanyolcast. Ennek hatására a két csatorna jele sűrű egymásutánban felváltva halad tovább, miáltal lehetőség nyílik a leglassabb jelek esetén is a zavar- és villogásmentes vizsgálatra. A képernyőn a két csatorna jele szaggatottan bár, de olyan sűrű egymásutánban váltakozva jelenik meg, hogy egyrészt a rendkívül rövid átkapcsolási idők miatt, másrészt a vizsgált jel nem túl nagy sebessége folytán a mérés komfortja a kis és közepes frekvenciatarományban kiváló. Most viszont a nagyfrekvenciás jelekkel van gond, ugyanis a két bemeneti csatorna jele voltaképp ellenütemben szaggatva látható. Amikor gyors jelet vizsgálunk és fokozatosan megnöveljük az időeltérítés sebességét, lesz egy határsebesség, amikor az átkapcsolás szaggatott vonal képében már látszik. Tovább növelve az időeltérítés sebességét, a 250 kHz körüli szaggatás, átkapcsolás már durva, kiértékelhetetlen emyőképet ad. A helyzetben az sem segít, hogy a tényleges átkapcsolási folyamat alatt a képernyő ki van oltva (ha nem lenne, akkor ronda, vonagló tüskéket látnánk az átkapcsolási időtartam alatt), de ez az idő – annak ellenére, hogy nagysága nem számottevő – végül is kioltás, néhány százaléknyi szünetképében mégiscsak hiányzik a képernyőről. Ha ilyen képet tapasztalunk, az megint arra utal, hogy helytelen mérési módszert választottunk (még nem értünk eléggé készülékünk kezeléséhez...). A szaggatott, „csopi”-nak is becézett üzemmód ugyanis a lassú és a közepes sebességű jelek vizsgálatára szolgál. Ha vizsgálandó jeleink valamely közepes frekvenciatarományba tartoznak (pl. kHz-es stb. frekvenciájú a jel), akkor teljesen mindegy, hogy szaggatott (CHOP), vagy váltakozó (ALT) üzemmódban vizsgáljuk azokat.

Belátható, hogy a két vertikális bemeneti erősítőnek eléggé egyformának kell lennie ahhoz, hogy az ilyesforma működésben zavarok ne jelentkezzenek. Szerencsére ez a feltétel nem is túl nehezen teljesíthető, sőt, eléggé stabil alkatrész-készlettel (zömmel 1%, nagy stabilitású ellenállások használatával, párba válogatott félvezetőkkel, összeválogatott dióda-

nyolccsal) már évtizedek óta lehetséges meglehetősen azonos viselkedésű erősítőcsatornákat építeni, sorozatban gyártani. Ez adta az ötletet ahhoz, hogy az erősítőcsatornákat egyszerű matematikai műveletek végzésére is fel lehessen használni. A kapcsoló multivibrátort ugyanis megerősítve olyan üzemmódban is be lehet állítani, hogy mindkét fele vezetésbe billenjen. Ez az üzemmódkapcsoló nyomógombsor valamennyi gombjának kiengedésével állítható be (ADDED, összeadó üzemmód).

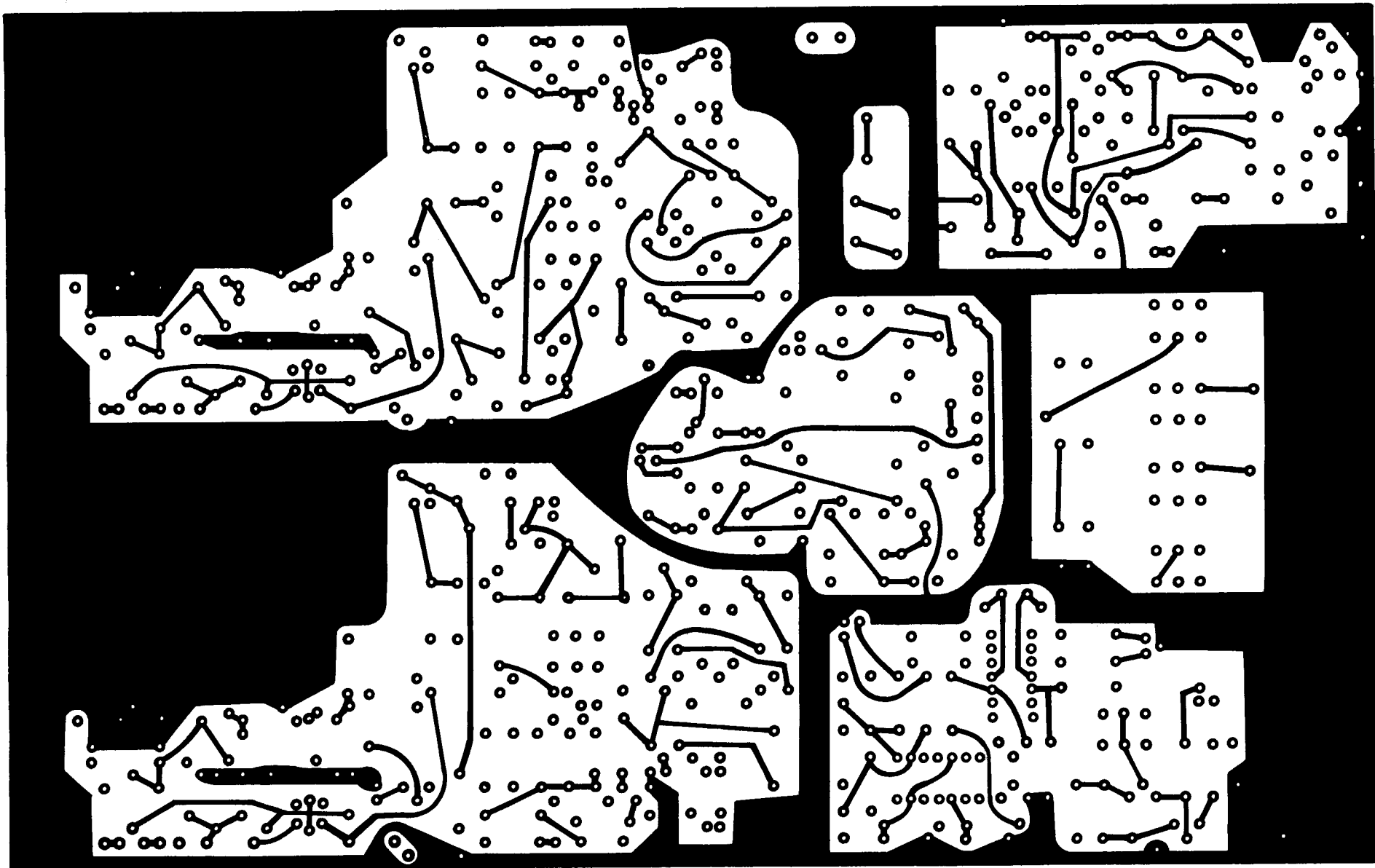
Ebben az üzemmódban mindkét csatorna soros diódái vezetnek, a multivibrátorra csatlakozók pedig egységesen zárva maradnak. Ezáltal a TR250 - TR251 (a kaszkód fokozat felső, földelt bázisú párosa) immár  $2 \times 2$  (alsó) meghajtó tranzisztorról kap vezérlést. Ennek hatására jelentősen meg is változtatná nyugalmi munkapontját, ha a P251 (ADDED. BAL, balansz) potenciométer irányából érkező árammal nem történne meg a szükséges korrekció, amely pont csakis ebben a kapcsolóállásban aktív. A kapcsolási rajzon az üzemmódkapcsoló éppen az ADDED állapotba kapcsolva van ábrázolva.

Ha összeadó (ADDED) üzemmódot használunk, a képernyőn a CH1 és CH2 csatornára kapcsolt jelek egyszerű matematikai összege ( $u_1 + u_2$ ) látható, feszültségben, polarításban és az időtartományban helyesen összegezve. Ha viszont az 1. csatorna erősítőjének polarítását az „INVERT” kapcsolóval megfordítjuk, a két csatorna jelének különbsége ( $u_2 - u_1$ ) látható a képernyőn. Ezen utóbbi üzemmód akkor rendkívül hasznos, ha valamely nagy jelen ülé kis jel vizsgálata a célunk és lehetőség van a nagy jel hatásának kiejtésére kivonás által. Ilyen helyzet pl. egy jel torzításának, fázistolásának stb. mérésekor állhat elő: az egyik csatornára pl. az eredeti, nagy, torzítatlan jelet, a másikra a kimeneti, szintén nagy, torzított jelet bocsátjuk. A két jelet kivonva egymásból, csak a torzítási komponens látszik a képernyőn, illetve jól látszik a fázistolás.

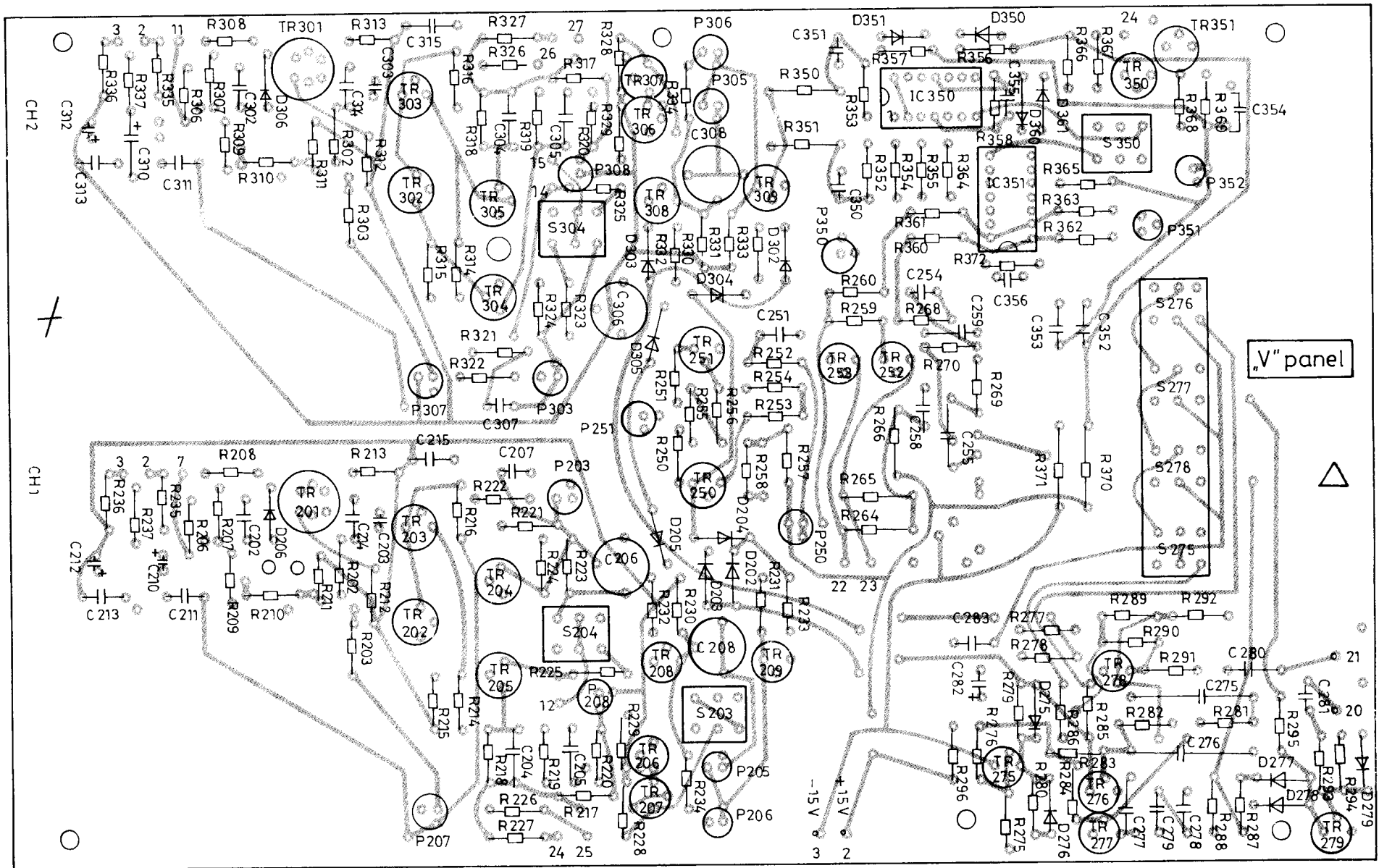
A két erősítőfél nagyfrekvenciás együttfutása nincs specifikálva; ez a legmagasabb árkatóriánál is ritkán fordul elő, mert nagyon nehéz sorozatgyártásnál frekvenciára, fázisra együttfutó erősítőket építeni. Ha ez mégis sikerül, akkor ezt a vevőnek alaposan meg kell fizetnie.

Az elektronkapcsoló multivibrátorának alapvetően két üzemmódja van, ha billeg. Ha a TR279 tranzistoron keresztül vezérlő impulzusokat kap, akkor vezérelt üzemmódban, az időeltérítő generátor-





5. ábra. A vertikális előerősítő nyomtatott áramköri rajza (forrasztási oldal)



6. ábra. A vertikális előerősítő nyomtatási rajza (alkatrészoldal)

hoz szinkronizáltnan (ALT) működik. Ha viszont a szabadonfutó (CHOP) üzemmódot állítjuk be, akkor önálló életet él, viszont a képernyő kioltása az átkapcsolási időtartamok alatt a multivibrátor kimeneti jelével történik. Erre a célra a két emitterből elvezetett jelet használja fel a TR278 inverter, amely a kioltás céljára szolgáló impulzussorozatot állítja elő a kioltóerősítő számára.

Az elektronikus kapcsoló működése tehát egy meglehetősen összetett folyamat, amelynek ráadásul még öt különféle önálló üzemmódja is van. Az áramkör mindezek mellett igen jól működik, ha teljesítjük a megkívánt feltételeket. Ez összevágatott félvezetők és kistűrésű, stabil ellenállások alkalmazását jelenti. Ha tönkremegy a diódanyolcas egy tagja, legtöbbször bizony nyolc diódát kell cserélnünk. A kaszkóderősítő első négy tagját is össze kell válogatni. Ez meglehetősen munkaigényes és drága eljárás (szériagyártás esetén igen sok félvezető kezelését igényli), szerencsétlen esetben alaposan beleszólhat az előállítási árba. A válogatásból kiesett kifogástalan példányok még bármely alárendeltebb pozícióban használhatók, vagy: irány az amatőrbotolt valamelyike...

A kaszkóderősítő első tagjainak emitterkörében igen fontos RC-tagok találhatóak. Amíg a  $\times 5$  állásban az erősítést a „hosszúfarkú” fokozatban lehetett állítani, a normál üzemmóddhoz tartozó erősítés itt állítható be a TR208 - TR209 emitterei között található P206, előlapra kivezetett állítószerv segítségével. Az állíthatóság mértéke 2,5-szörös; az erősítést csökkentheti. A hiteles erősítés az arretált állásban tapasztalható.

Amíg a „hosszúfarkú” fokozatban a legnagyobb frekvenciák környezetében lehetséges a frekvenciamenet kisebb korrekciója, beállítása, addig a TR208 - TR209 emitterkörében található P205 - C208 soros RC-tag a közepes és a nagyobb frekvenciák tartományában fejti ki hatását, de különleges módon. Az itt létrehozható hatással a beállítások során igencsak csínján kell bánni. Az a korrekció, ami itt létre jön, a teljes erősítő fázismentére jelentős hatást gyakorol. Ennek jól látható jele a négy szögjeles mérésnél van, amikor is a magasabb frekvenciák felé fokozva az erősítést, a négy szögjel elején látható kis kiemelés durva túllövésbe és határozott, erőteljes lecsengetésbe vált át. Ugyanakkor az erősítő felületi sebessége rendkívüli mértékben megnövekszik. Belátható, hogy a beállításnak lesz egy optimuma a túllövés, csengés minimalizálása és az ugyanakkor

tapasztalható jelentős sebességnövekedés mellett. A C208 trimmerrel elsősorban talán a sebesség, a P205 (DAMP., damping, csillapítás) potenciométerrel inkább talán a hullámosság állítható be, de a két beállítószerv egymásra hatása igen nagy és látványos. Kifogástalan beállításukhoz némi érzék és tapasztalat is szükséges; helytelen beállításnál az erősítő durván nem teljesíti a specifikációt (hiányzik a sáv szélességből 5-10 MHz) és négy szögjele elfogadhatatlan.

## Művonalmeghajtás

A következő erősítő fokozat feladata a beépített művonal meghajtása a névleges  $93 \Omega$ -os impedancia mellett. Ezt a TR252 - TR 253 jelű tranzisztorokkal felépített, viszonylag nagy áramú munkapontban dolgozó differenciálerősítő fokozat végzi. Feszültség erősítése csekély, ezt az emitterek közé iktatott R270 ellenállás állítja be. Általában az oszcilloszkóp vertikális erősítőkre az jellemző, hogy az erősítő elején lévő fokozatok kis (gyakorlatilag egységnyi, vagy attól kevéssé különböző, néhány szoros) feszültség erősítés és jelentős sáv szélesség mellett üzemelnek. (A végfokozatok esetében pedig éppen fordított a helyzet.)

A frekvenciamenet legösszetettebb korrigálására ebben a fokozatban kerül sor. A két emitter közé iktatott RC-tagok az alsóbb régiók mellett a középső és nagyobb frekvenciák tartományában is végeznek korrekciót, meglehetősen összetett módon. Előfordulhat, hogy a tranzisztorkészlet változása (típus, beszerzési forrás) függvényében egészen más értékű, esetleg egyedi RC tagokat találunk itt, néha még többet is, mint a kapcsolási rajzon. Ezek a gyári bemérés/hitelesítés során kerültek a készülékbe és lehetőleg ne cseréljessük ezeket. Alkalmatlan értékek mellett a vertikális erősítő átvitele beállíthatatlan, már 1 MHz körül is rossz.

A beállítást, a végső eredményt olyan tényezők befolyásolják, amelyekre pl. a konstruktőrnek semmilyen hatása nincs és előre nem is lehet figyelembe venni. Erre két egyszerű példát hozunk fel, amelyből már érezni lehet azt is, hogy hol kezdődik és miért az amatőrök örök problémája: a leközlött kapcsolás nem, vagy nem úgy működik ...

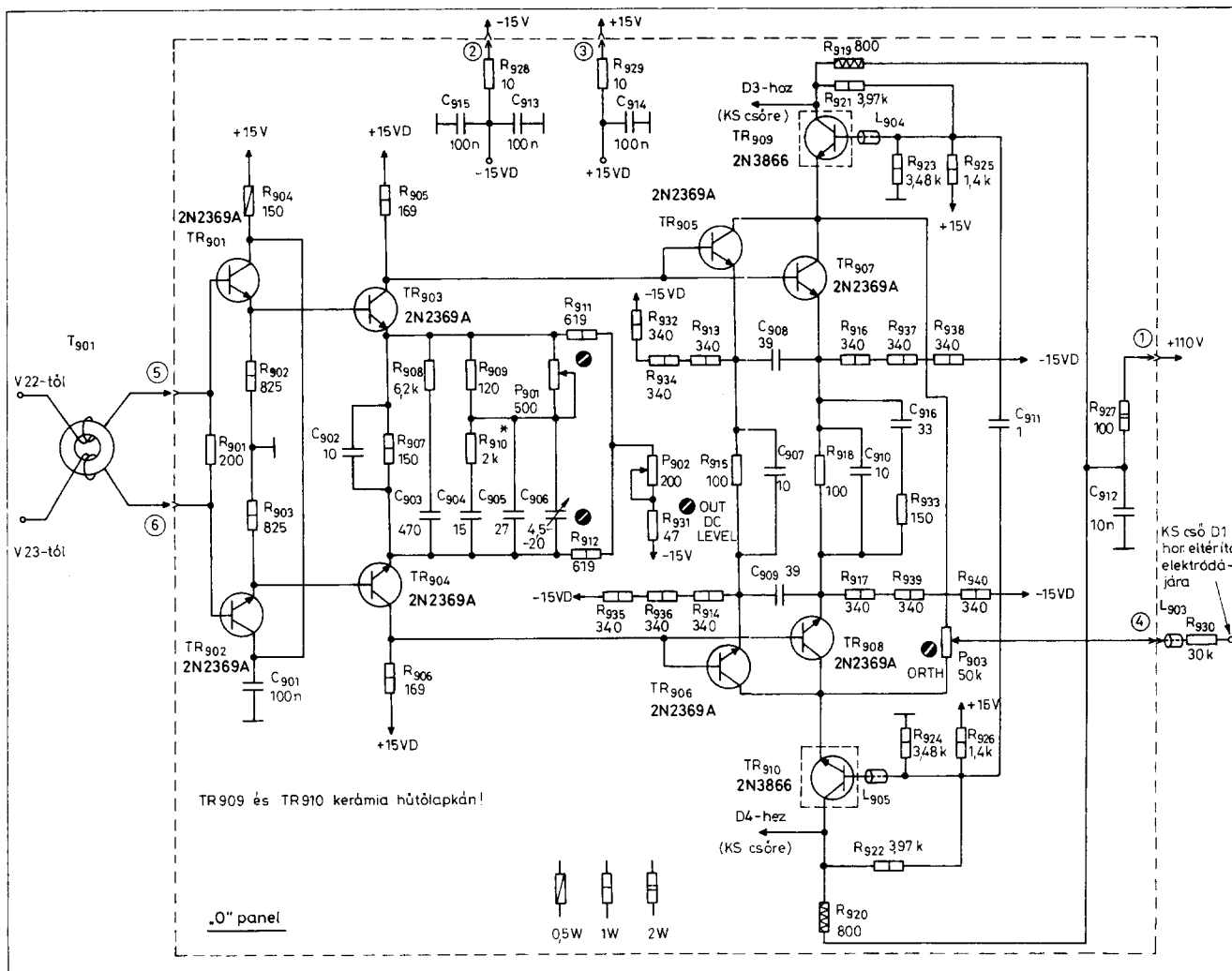
A különféle műszerek gyártása során a cég százezres tételben szerezte be az egyes félvezetőket, pl. a 2N2369A, vagy a 2N3055 típust. Ez utóbbinál az volt a számos probléma közül az egyik, hogy volt gyártó, amely az Ft értékét 80 kHz-

ben, és volt amely 4 MHz-ben specifikálta. Természetesen a két tranzisztor viselkedése elképesztően különbözött egymástól. A 2N2369A típust tömegesen alkalmaztuk oszcilloszkópok vertikális erősítőiben. Vásároltunk is vagy 6-8 féle helyről, mikor honnan lehetett, attól függően, hol volt jó az ár, vagy egyéb körülmény. Nos egy idő múlva kiderült, hogy négyféle csoportba sorolhatók a tranzisztorok. Az első csoportból feltranzisztorozva a készüléket, az gyors és ideális jelalakú lesz. A második csoportnál a készülék gyors lesz, de a jelről a túllövés szinte alig lehet leoperálni. A harmadik csoportnál a készülék „eladhatatlan” a MEO-nak, MERT-nek, mert durván túllövéses, míg a negyedik csoportban a lassúság mellett az az előny mutatkozik, hogy nincs is túllövés, csak úgy, ahogy van, az egész nem jó.

Ilyen körülmények között bűvészkedni kellett a félvezetőkkal, hogy melyik fokozatba milyen gyártást tegyenek a bemérés során. Miután a félvezetők bemérés közbeni sűrű csereberélgetése forrasztás mellett megoldhatatlan (a harmadik menetben már lehet nyák-ot is cserélni...), így sokak hangos tiltakozása mellett (mégis) belekerültek ebbe az oszcilloszkópba is a tranzisztorfoglatok. Bemérés közben pedig – a szalagon – ilyeneket lehetett hallani: elcserélném a képhasú tranzisztort páromat fehérhasúra, adok négy Fairchild-ot négy Tungstram-ért stb. A magyar félvezetők többnyire nem vizsgáztak rosszul!

S ekkor még nem esett szó magáról a nyák-lemezről (5. és 6. ábra), amelynek anyaga – műszerek esetében szinte mindig – tüvegyszálás poliészter (egykesetűleges áramköröknél teflon). A jó minőségű lemezek között találtunk olyat, amely (egy más, régóta gyártott készüléktípusnál) egy egész szériát tett szinte tönkre: a lemez veszteségei sokkal nagyobbak voltak 50 MHz tágabb környezetében, mint elődeié, s így a specifikációt váratlanul lehetetlen volt teljesíteni a nyák veszteségei miatt, történetesen a 8. széria gyártásakor.

Sajnálatos, hogy ezekről és egyéb ilyen dolgokról nem hogy a tankönyvekben, de a legrészletesebb gyári katalógusokban sem találunk semmi érdemlegeset. Nem beszélve arról, hogy az így egyszer kitapasztalt tulajdonságok állandóságára azután semmilyen garancia sincs, mivel a gyártón számonkérhető specifikációja sincs. Ehhez és hasonlóhoz mindössze egy gyár (mit egy gyár, egy egész iparág!) néhány évtizedes tapasztalata volt szükséges, amivel most



7. ábra. A vertikális végfokozat kapcsolási rajza

ügy, ahogy van, elmehetünk a sóhivatalba. A kézirat írásának idején a cég maradványa éppen olcsó holland bútorokat árusított ...

### Vertikális végfokozat

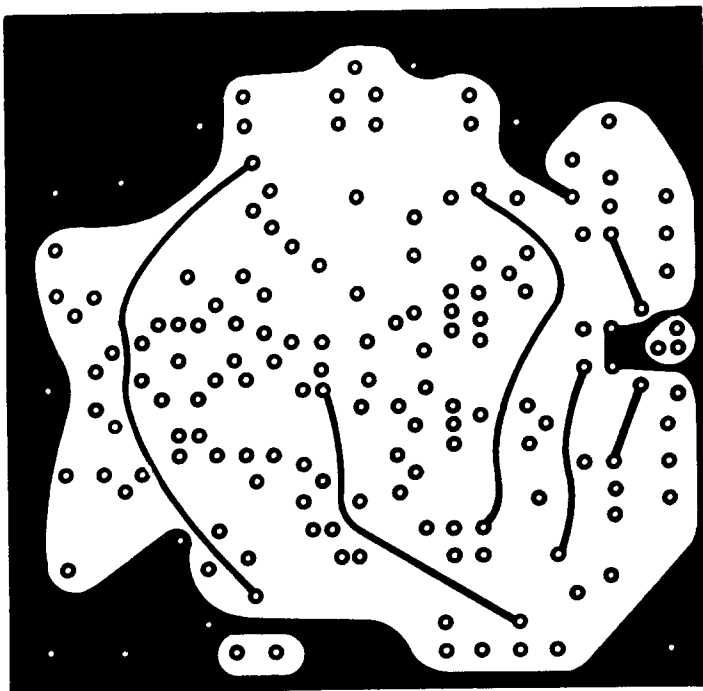
A vertikális végfokozat az idők során több változatban is készült. A 7. ábrán a legutóbbi kivitel látható. Lényegében három erősítőfokozat állítja elő a katódsugárcső eltérítő lemezpárja számára szükséges, nagy amplitúdójú, nagy sávzélességű és jellemkedési-sebességű meghajtó-feszültséget. A három jellemző egyidejű teljesítése meglehetősen nehéz feladat, ha csekély költséggel kívánjuk ezt a célt elérni. Nem nehéz ugyanis kisfrekvencián nagy kivezérlehetőségű erősítőt készíteni, továbbá a nagy sávzélességű erősítő előállítására sem túl nagy feladat. Nehéz azonban olyan erősítő építése, amely a lemezpárt nagyfrekvenciás és egyúttal nagy értékű

jellel hajtja meg. Ha ez nem teljesül, akkor a jelenség a következő. A vertikális erősítőre bocsátott néhány MHz-es jellel még nincs probléma, a teljes képernyő kivezérlehető. Lesz azonban egy olyan frekvenciaérték, amely fölött a teljes képernyőnyi jel elkezd torzulni és határolódnia.

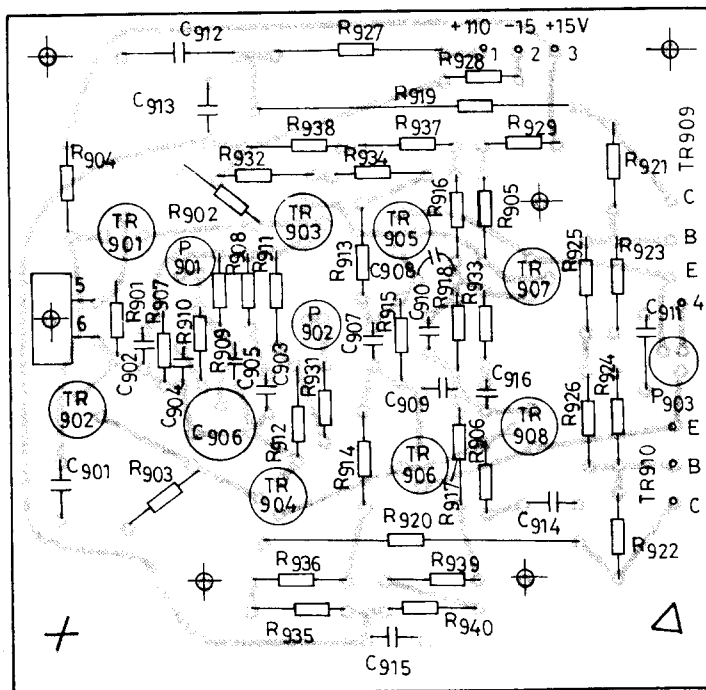
Ez egy 50 MHz-es erősítő esetén akár már 15 ... 20 MHz-nél is bekövetkezhet. Pl. szinuszes vizsgálatnál a képernyőn a – kifogástalan – mérőjel előbb kezd kissé kihegyesedni, háromszögesedni, majd a frekvencia további növekedésével a háromszögesedés határozott lesz, és a jel oldalmeredeksége már nem növekszik tovább, megállapodik a max. slew-rate, futási meredekség értéknél. Ez azzal a sajnálatos következménnyel jár, hogy a frekvencia további növelése során a „háromszögjel” amplitúdója rohamosan csökken és pl. az adott erősítőre bármekkora jelet vezetve is, a képernyőn a kivezérlelés mértéke nem növekszik tovább, a

jel továbbra is háromszögjel marad, esetleg a képernyő a specifikációban rögzített frekvenciasáv végén csak néhány (pl. 4-5) cm-re vezérlehető ki a teljes 8 cm-es amplitúdó helyett. Kis, pl. 0,5 cm-es jellel mérve az erősítő kisjelű sávzélességével nincs gond.

Belátható, hogy egy mérőműszer ilyen jellemzőkkel nem adható el, sőt, a jel kisebb torzulása is kerülendő. Mivel egy adott erősítő (ráfordítás) esetében a feladat mindig nehezen teljesíthető, így a gyártó cégek – bármely kontinensen és cégnél! – meghatározzák, hogy a sávzélességmérést (hitelesítéskor, átvételkor stb.) pl. 8 cm-es erőtérmetnél 4 cm-es kivezérlelésnél kell mérni bármely mérőfrekvencián. Ezzel a költségek még észszerű határok között tarthatók, a nagy jel kisebb torzulásával járó vásárlói reklamációk elkerülhetők. A (leg)jobb cégek arról ismerhetők fel, hogy a sávhatáron az erősítőben több a tartalék, kevesebb az észlelhető jeltorzulás.



8. ábra. A vertikális végfokozat nyomtatott áramköri rajza (forrasztási oldal)



9. ábra. A vertikális végfokozat nyomtatott áramköri rajza (alkatrészoldal)

Noha a vertikális végfokozat valamennyi – szériánként egymástól jócskán eltérő – kivitele teljesítette az előírt jellemzőket, a tisztesség okáért tovább gondozott fokozat ezen legutóbbi változata oldotta meg a (nehéz) feladatot kellő tartalmak mellett.

A fokozat meghajtása a szimmetrikus késleltető művonalon keresztül történik. A művonal helyes lezárását egy szimmetrizáló transzformátor (ferritgyűrű néhány menettel) és az R901-es ellenállás végzi. A jel ezután TR901 - TR902 emitterkő-

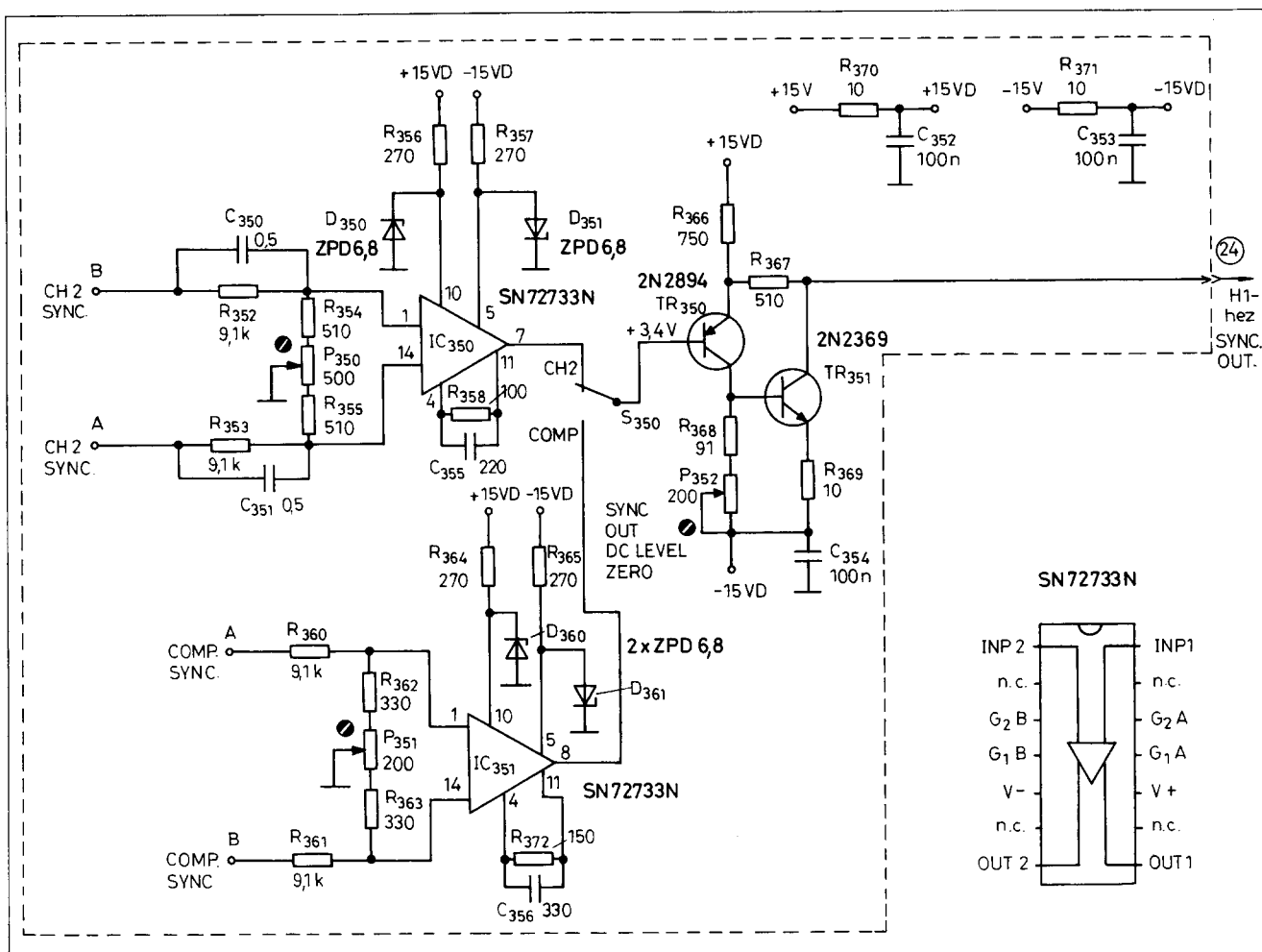
vető párra kerül. Az emitterekről a jel a TR903 - TR904 frekvenciakompenzált differenciálerősítőre kerül. A (differenciális) feszültség-erősítés nem lényegesen különbözik az egységnyitől, viszont a közös módusú jelekre értelmezhető erősítés (hozzávetőlegesen értéke pl. az R905-R911 hányadosából becsülhető) lényegesen kisebb az egységnyinél, tehát a beállítás „hosszúfarkú” és elősegíti a közös jelek elnyomását. Ez azért is szükséges ismét és ismét, mert a kaszkód végfokozat közös módusú vezérlése mindenképpen el-

kerülendő; utóbbi szerencsétlen esetben felesleges disszipáció növekedést és/vagy kivezérelhetőség-csökkenést okozhatna. A megfelelő nagyfrekvenciás tulajdonságok elérése érdekében a végfokozat beállítása optimalizált, de munkapont-szórásai tartaléka éppen ezért nem túl sok. A kritikus, sokat változott kaszkód végfokozatot hat tranzisztor alkotja. (A 30 MHz-es Type 1568 és 1568/2 végfokozata jóval egyszerűbb felépítésű, összesen csak 4 tranzisztorot tartalmazó kaszkóderősítő, a kollektorvezetékekben kompenzálótekerccsekkel. A továbbfejlesztés ebből indult ki.) A nagyáramú „felső”, azaz földelt bázisú TR909-TR910 pár szimmetriára válogatott, igen jól bevált 2N3866 típus. Az emitterek kellő nagy árammal történő vezérlését párhuzamosan kapcsolt gyors tranzisztorok végzik. A párhuzamos kapcsolás csak a kollektorokban létesül (elkerülendő GHz-es oszcillátor beépítését a végfokozatba...). A munkaellenállás a korábbi kiviteleknel 5%-os, 2 W-os fémrétegellenállás volt, amely megoldás megkövetelte a kollektorköri vasmaggal beállítható (2 db) kompenzálótekerccs használatát. Ennek alkalmazása tovább növelte a hitelesítésnél helytelenül beállítható trimelő elemek (és így a viták, nézeteltérések) számát. A legutóbbi (a rajz szerinti) kivitelbe végezettül belekerült a cégnél (is) évtizedek óta használt speciális, de eléggé drága és kis tűrésű, indukciómentes munkaellenállás. Ez kb. 25 x 100 mm-es csillámlapon, házi gyártással készül, bifiláris tekerccseléssel, meglehetősen vékony manganin huzalból, a lapka két végén és középtű vastag, forrszemhez rögzített, ózított huzalkivezetéssel. Noha a huzallellenállás vékonyka védőlakkot is kap az előállítás során, egy gondatlan, óvatlan kezelés során a vékony huzalpár könnyen elszakadhat.

Ami elszakadhat, az el is szakad (lásd Murphy), így ez a megoldás meglehetősen költségessé tud válni, mind a gyártás, mind a szerviz során. Javítása – legvégső esetben – forrasztással történhet, de ez igen kritikus művelet és a végeredmény – nagyfrekvencián – már messze nem lesz az eredetivel megegyező.

A végfokozat is frekvenciakompenzált, de csak módjával. A munkapontot és a nagyfrekvenciás viselkedést bázisosztó és negatív visszacsatolás stabilizálja.

A kapcsolat érdekessége egy speciális, költségkímélő megoldás R930 révén. Ismeretes, hogy a katódsugárcsővek két eltérítő lemezpárját ritkán sikerül éppen 90°-os szögben rögzíteni a cső gyártása során. Az eltérés (hiba) abban nyilvánul



10. ábra. A szinkronerősítő kapcsolási rajza

meg, hogy az így kiadódó vízszintes/függőleges eltérítés egymáshoz képest nem derékszögű, hanem a képernyőn a jel kissé jobbra vagy balra dől. A hiba 6-8 százalékos is lehet, ami a belső raszterhálóval ellátott, nagy képernyőn különösen jól látható és roppant zavaró. A korrekcióra – külön rendelhető vagy a csőre ráépített – eltérítőkercs készlet szolgálhat, melyen kis egyenáramot átfolytatva csekély korrekciós, másodlagos mágneses eltérítés létesíthető. Az eltérítés (korrekció) mértéke az átfolyó áram potenciométeres beállításával szabályozható.

A megoldás ismert, régóta használt és költséges. A tekercsekkel együtt szállított KS-cső sokkal drágább, mint az egyszerű cső. A tekercsek házi gyártása is költséges, nem minden részletében megoldott. Viszont a vízszintes eltérítő áramkörből (jelen esetben az eltérítő lemezpár egyik feléről) vett jel éppen alkalmas a kis korrekció létrehozására, csak ennek polaritását és mértékét kell beállítani. A gyártás közbeni beállításra szolgál az R930 ellenállás és a P903 potenciométer.

A vízszintes eltérítő jel parányi hányada vezérli beállítható polaritás és nagyság szerint a vert. végfokozatot is, így a képernyőn az ortogonalitás (a két eltérítés egymáshoz képest derékszögű volta, a képcső koordináta-rendszerének 90°-os-sága) könnyedén és főképp igen olcsón beállítható.

Egy esetleges szerviz során a félvezetőket a névleges áram környezetében bétára stb. párba kell választani. Erre a gyártás során karakterisztikarajzolókat használtak, mert így felderíthető volt minden olyan anomália, amelyre pl. az amatőr-gyakorlatban soha fény nem derül. A félvezetők ugyanis rakoncátlan eszközök, igen változatos karakterisztikákkal, sok esetben hibátlan, ámde használhatatlan példányokkal. (Ezek mentek és mennek az amatőrökbe...)

Sok esetben az egyes példányok között rendkívül nagy eltérés adódik a kivezérlési tartomány szélein, míg egy közbelső ponton – pl. bétamérővel mérve – a pár szimmetriája tökéletesnek tűnhet. Gond volt még az egyes példányok line-

aritásával, túl nagy vagy túl kis bétájával stb.

A javítás során – amennyiben az még egyáltalán lehetséges – ügyeljünk a nyáklemezek (8. ábra és 9. ábra) tisztaságára. Denaturált szesszel vagy izopropil-alkohollal mossuk le a lemeztől és az alkatrészekről a gyantamaradványokat és egyéb (pl. a készülékbe belefolyt kávé, tojáslikőr stb.) szennyeződést. Szükség esetén a bő lemosást többször ismételjük meg. A vertikális erősítő nagyfrekvenciás viselkedését igen nagy mértékben befolyásolhatja a por, az elszennyeződés.

### Szinkronerősítő

A vízszintes eltérítőrendszer indítására három jelforrás áll rendelkezésre. A valamely külső jelforrás mellett lehetőség van a közös (tehát a CH1 és a CH2) csatorna egyfajta kompozit (összeg-) jeléből vett jelmintából az indítóimpulzus előállítására, továbbá más esetekben lehetőség van kizárólag a CH2 csatorna jeléből vett jellel történő szinkronizálásra

is. A felhasználó döntheti el az alkalmazás mikéntjét.

A „közös” szinkronjel kicsatolása a művonalmeghajtó fokozat emittereiből történik. A „CH2 ONLY” szinkronállapothoz a 2. erősítőcsatornában található TR306 -TR307 tranzisztorok emittereiből történik a jel elvezetése. Mindkét vezetékpár szimmetrikus jel feszültséget továbbít a 733-as típusú (ún. video-) erősítő IC-k felé (10. ábra). Sajnálatos, hogy a félvezetőgyártók nemigen gondoltak az oszcilloszkópokra az új eszközök tervezése során. Mindössze néhány olyan IC van a piacon, amelynek impulzus-jellemzői nem katasztrofálisan rosszak; a keve-

sek egyike a 733-as videoerősítő is. Itt jegyezzük meg, hogy a készülékek korábbi (30 MHz-es) változatai tranzisztoros, igen egyszerű felépítésű szinkronerősítőket tartalmaznak. A két szinkronjel az azonos kapcsolástechnikájú, IC350 és IC351 erősítőfokozatra jut. A DC-szimmetriáról a P350 és P351-es potenciométerek útján gondoskodhatunk.

A belsőleg szimmetrikus felépítésű IC a 7. ill. a 8. lábán azonos, de ellentétes fázisú kimeneti jelet szolgáltat. Az azonos jelpolaritás érdekében a kompozit jelet az egyik, a CH2 jelet a másik kimenetről vezetjük el, ugyanis a közös csatornában egy erősítőfokozattal több van, mint

csak a CH2 csatornában, így a jel fázisa ott megfordul. Az két kimenet teljesen egyenrangú, ugyanis ez az IC meglehetősen szimmetrikus felépítésű (és gyors) eszköz.

A kimeneti kisimpedanciás (93  $\Omega$ -os) meghajtóerősítőt TR350 - TR351 visszacsatolt npn-pnp erősítőfokozat képezi. A nyugalmi kimeneti nulla szint P352-vel állítható be. A szinkronjel 93  $\Omega$ -os koax kábelben keresztül jut el az elmúlt évi évkönyvben ismertetett trigger fokozathoz.

A készülék további áramköri részeit a következő évkönyvünkben mutatjuk be.

*Rendelje meg!*

## ÉVKÖNYVEINK

közül a szerkesztőségben  
még megvásárolhatók a

'88, '89, '90, '91, '92, '93 és '94-es  
kötetek, illetve azokat postán is  
elküldjük kedves megrendelőinknek.

Régebbi

## RÁDIÓTECHNIKA

lappéldányok, illetve a HE '91, '92, '93 és '94-es számainak *nyák-filmjei* is  
beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

Budapest IX., Lónyay u. 44. V. em. 54.  
Személyesen hétköznap 9-14 óra között.

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

Utazás előtt érdemes telefonon érdeklődni: 217-0262!

hobby  
**elektronika**

Az „RF-kapcsolások innen-onnan” c. cikk befejezése. (Folytatás a 112. oldalról)

egyik esetben 1  $\mu$ V, míg a másikban 1 mV. A gyakorlatban a dB  $\mu$ V megadási mód terjedt el a nagyszintű erősítőkészülékek kivételhetőségének (max. kimeneti szint) jellemzésére. Ez a jellemző paraméter a nagyszintű erősítőknél mindig a 60 dB-es intermodulációs torzításra vonatkoztatva értendő.

Ezek szerint:

0 dB  $\mu$ V = 20 lg 1  $\mu$ V, illetve

0 dBmV = 20 lg 1 mV.

Az erősítő 15 V-os tápfeszültségen 20 dB-t, tízszerest erősít. A tápfeszültség

3 V-os változása  $\pm 2$  dB-es erősítés-változást eredményez. Műszerezettség hiányában csak az egyenáramú adatok ellenőrzésére és a gerjedés kontrolljára nyílik lehetőség. Gerjedés esetén a voltmérőn kijelzett érték lényegesen eltér a stabil működéshez tartozó értéktől, továbbá a mérési eredmény állandóan változik.

Vobulátor hiányában az L<sub>1</sub> és az L<sub>2</sub> tekercsek meneteit teljesen húzzuk szét úgy, hogy a nyák felületén legyenek. Az erősítőnek a dobozos konstrukciót választottuk. A keretrajz a 37., a fedél rajza

a 38., míg a talplemez rajza a 39. ábrán látható.

E téma befejezéseként röviden az erősítő gyakorlati alkalmazásáról. Az UHF-sávban használhatjuk, mint nagyszintű erősítő, műholdas tv-vételnél előerősítőnek. A hipersonder-sávú kábel-tévé hálózatban meghajtó erősítőnek a végfokozat számára.

### Felhasznált irodalom:

1. Ham Radio, August 1983., 50 ... 58. oldal
2. Funkschau, Heft 9/1978., 396. oldal
3. Dr. Kása: Mikrohullámú integrált áramkörök. Műszaki Könyvkiadó 1978
4. Gordos: Melléklet - Példatár a Lineáris hálózatok c. jegyzet II. részéhez. Tankönyvkiadó 1966



Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök és Kelemen László okl. autógépész üzemmérnök

Az idén ismét jelentkezünk az autósoknak szóló összeállításunkkal. Az autóelektronika ízig-vérig gyakorlati, alkalmazott elektronika, ezért az itt ismertetettek egyéb területeken is alkalmazást nyerhetnek. A jól használható és továbbfejleszhető gondolatok, valamint az autóelektronikai készülékek elkészítéséhez, s azok használatához szerkesztőségünk is sok sikert kíván.

## 1. Érzékelők a gépkocsiban

A gépkocsival szemben támasztott gazdaságossági és környezetvédelmi követelmények egyre szigorúbbá válnak. Ezek kielégítése mindinkább szükségessé teszi az elektronika széleskörű alkalmazását a gépkocsiban. Az elektronikai egységek vezérléséhez pedig a legkülönbözőbb mennyiségek érzékelésére alkalmas – a gépkocsiban uralkodó extrém klimatikus viszonyok között is megbízhatóan működő – és elfogadható áron forgalomba hozott érzékelők szükségesegek.

Az elektronikai egységeknek (elsősorban a különféle érzékelőknek) olyan környezetben is működőképesnek kell maradniuk, amelyet különféle olajtermékek, mint pl. motorolaj, sebességváltóolaj, fékfolyadék, ablakmosószer és tisztítószer, gőz és talán még maró akkumulátorgázok is szennyeznek. Ezeket a feltételeket szem előtt kell tartani, amikor a gépkocsiba valamilyen elektromos, ill. elektronikus érzékelőt vagy más elektronikus egységet tervezünk beépíteni.

További tényező, amelyet figyelembe kell venni, a tápfeszültség. Névleges 12 V feszültség esetén maximálisan 16 V és minimálisan 10 V feszültséggel kell számolni. Végezetül számolni kell azzal, hogy a környezetet széles hőmérséklet-tartomány, szennyezett atmoszféra, valamint erős ütések és rezgések jellemzik.

A fentiekből is látható, hogy az autóelektronikai egységeknek olyan szí-

gorúak a működési kritériumai, melyeket a hadiipari termékek követelményének színvonalával.

A gépkocsiban általában a következő feladatok ellátására alkalmazhatunk érzékelőket:

- út és szögelfordulás,
- fordulatszám,
- nyomás,
- hőmérséklet,
- átfolyás,
- gyorsulás,
- erő és forgatónyomaték,
- parciális nyomások,
- nedvesség.

Az érzékelők kimenetén a hagyományos megoldással az érzékelt mennyiséggel arányos analóg jel (feszültség vagy áram) jelenik meg. Az analóg jelet a korszerű elektronikus rendszerekben való további feldolgozáshoz analóg-digitális átalakító (A/D átalakító) segítségével digitális jellé kell átalakítani. A legcélszerűbb volna olyan érzékelők alkalmazása, melyek az A/D átalakítót is magukban foglal-

ják és megfelelő zavarvédelmi kódok segítségével a jelek továbbítását igen nagy biztonsággal teszik lehetővé még a gépkocsi sok elektromos zavart mutató belső terében is. Ilyen érzékelők már megjelentek ugyan, de általában még inkább a hagyományos megoldásokkal kell számolni.

Az érzékelők mérési adatait feldolgozó mikroprocesszorok gyakran az A/D átalakítót is tartalmazzák, sőt ugyancsak integrált multiplex kapcsolás segítségével ennek több jelbemenethez való felhasználását is lehetővé teszik.

Az érzékelők felhasználhatóságát elsősorban azok jelleggörbéi határozzák meg. A lehetséges érzékelő jelleggörbéket az 1. ábrán mutatjuk be. Az egyes jelleggörbe típusok főleg a következő célokra használhatók:

– folyamatos, lineáris jelleggörbe. Főleg olyan folyamatos mérőrendszerekben használható, amelyek széles szabályozási- vagy kijelzési tartományban működnek. Ebben a tartományban egyenletes mérési érzékenység szükséges.

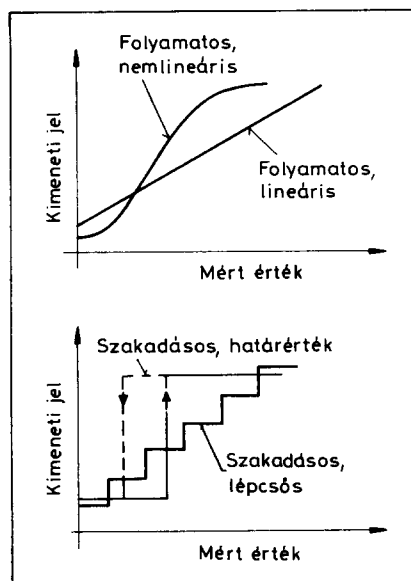
– folyamatos, nemlineáris jelleggörbe. Főleg olyan, folyamatos mérőrendszerekben használható, amelyek szűk szabályozási- vagy mérési tartományban működnek. A mérési tartományban nagy mérési érzékenység szükséges.

– szakadós, határérték jelleggörbe: komplex rendszerek állapotfüggő programváltoztatására. (Pl. határértékek figyelésére stb.) használható

– szakadós, lépcsős jelleggörbe: kopásnak kitett alkatrészek állapotának felügyeletére, kijelzésére használható (pl. fékbetét kopása stb.).

Az érzékelőket érő lényegesebb környezeti befolyásoló tényezőket és azok kihatásait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Bár valamennyi gépkocsiban használt érzékelővel szemben igen magas követelményeket kell támasztani, fon-



1. ábra. Lehetséges érzékelő-jelleggörbék



1. táblázat. Az érzékelőket érő lényegesebb környezeti befolyásoló tényezők és azok kihatásai

Befolyásoló tényező	Jellegzetes kihatása
Hőmérséklet/hőmérséklet változás	öregedés, megkeményedés, kifáradás repedezés
Légnedvesség (harmat és köd)	rövidzárok, felületek és kontaktusok korróziója
Csapadék (eső, hó, jég, dér)	elektrolízis, felpúposodás
Nyomás (levegő, víz)	az érzékelő működésének megváltozása
Homok, por	rövidzárok
Napsugárzás	öregedés, repedezés
Agresszív anyagok (NaCl, SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	felületek, érintkezők korróziója
Penész	rövidzárok
Sós víz, sósvizes köd (tengerpart, sózott út)	elektrolízis, érintkezők és felületek korróziója
Kéndioxid (ipari klíma)	felületek korróziója
Ammóniák	kristályok közötti korrózió (sárgaréz stb.)
Nedvesség, vízpára lecsapódás	küszáki utak keletkezése, a szigetelési ellenállás csökkenése
Üzemanyag és gőzei	felületi korrózió, felpúposodás
Fékfolyadék	felületi korrózió, felpúposodás
Akkumulátorsav	felületek és érintkezők korróziója
Motorolaj	felpúposodás

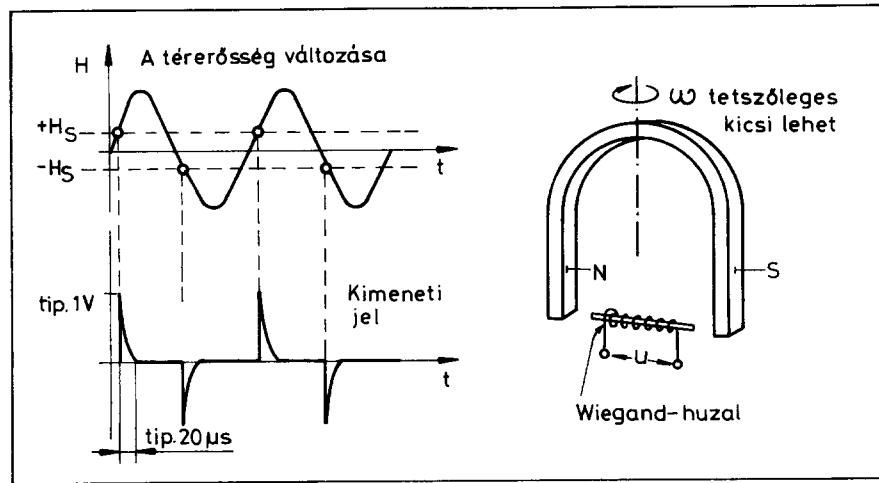
tosságuktól függően ezek az érzékelők mégis a következők szerint osztályozhatók:

- biztonsági feladatokat ellátó érzékelők,
- a kocsi haladásával kapcsolatos érzékelők,
- diagnosztikai és felügyeleti célokat ellátó érzékelők,
- információs célokra használt érzékelők.

A legjellegzetesebb érzékelő típusok a következők:

### Fordulatszám érzékelők

A régebbi típusok induktív elven működtek. Újabban egyre inkább a galvanomágneses hatás elvén működő tí-



2. ábra. Wiegand-érzékelő

pusokra térnek át. Ezekhez tartoznak a Hall-IC-k, valamint speciális anyagokból készült magnetorezisztív vékonyréteg érzékelők.

A felfedezőjéről Wiegand-hatásnak nevezett elven működő érzékelő működése is független a szögsebességtől. Ez a hatás vékony (általában 0,2 mm átmérőjű) huzalokban lép fel előzetes mechanikus kezelés után. Mivel ezekben az érzékelőkben nincsenek érzékeny anyagok és az említett hatás a környezeti befolyásoló tényezők ellenére is igen stabilnak bizonyul, a Wiegand érzékelők (2. ábra) gépkocsiban való használatra különösen alkalmasok.

### Útszög érzékelők

Az úterzékelők és a szögérzékelők szorosan kötődnek a mérési tartományukhoz. Itt a fejlesztés nem annyira a miniatürizálásra irányult, hanem inkább robusztus, kopásálló, a hőmérsékletre és a külső zavarokra érzéketlen, elfogadható árfekvésű érzékelők létrehozása volt a cél. Ezeknek az érzékelőknek nagy felbontóképességűeknek és jó visszaállási pontosságúaknak kell lenniük és lehetőleg csak minimálisan szabad túllépniük a mérendő útszakasz hosszát. A Bosch cég ilyen célokra a rövidrezárt gyűrűvel és a rövidrezárt tárcsával működő érzékelőt hozta forgalomba. Ezek jól megfelelnek a gépkocsiban fennálló szigorú környezeti hatások közötti működés követelményeinek. A rövidrezárt gyűrűvel működő érzékelőt a 3. ábrán mutatjuk be. Működési elve azon alapszik, hogy a

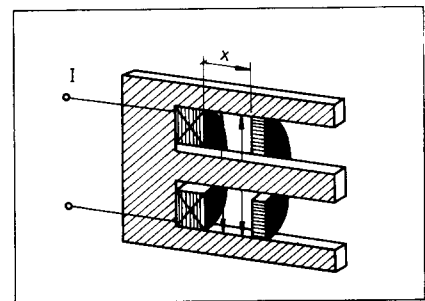
rövidrezárt gyűrű a váltakozó mágneses teret befolyásolja.

### Hőmérséklet érzékelők

A hőmérséklet érzékelésére az NTK ellenállások mellett egyre inkább olyan vékonyréteg-hőmérséklet érzékelőket alkalmaznak, melyeknél a vezetőképességnek a hőmérséklet függvényében való változását használják ki. Ezek előnyei egyrészt a szigorúan lineáris karakterisztikában, másrészt pedig hibridkapcsolások kialakíthatóságában rejlenek.

### Nyomásérzékelők

A gépkocsi elektronikus vezérlési rendszerében a nyomásérzékelők központi szerepet játszanak. A motor szívócsövében uralkodó nyomás érzékelése alapján működnek (pl. a motor terhelését figyelembe vevő elektronikus gyújtási rendszerek). Erre a célra leginkább a félvezetős érzékelőket használ-



3. ábra. Rövidrezárt gyűrűvel működő érzékelő

ják. Sajnos ár szempontjából ezek még igen drágák. Az utóbbi időben szóba jött a kerámialemezen elhelyezett piezorezisztív vastagréteg ellenállások nyomásérzékelőként való alkalmazása. A vastagréteges érzékelők ugyanúgy használhatók, mint a félvezetősek, a hőmérsékletre azonban érzéketlenebbek.

### Egyéb érzékelők

Az említetteken kívül az elektronika használatának terjedése a gépkocsiban újabb érzékelők kifejlesztését teszi szükségessé. Ilyenek pl. az utasvédelmi rendszerekben, vagy a gépkocsilopás elleni rendszerekben használt érzékelők. Ezek közül pl. megemlíthető a Bosch-cég által kifejlesztett gyorsulásérzékelő. A szóban forgó érzékelőt a légzsákos (Air Bag) utasvédelmi rendszerben használják az ütközés pillanatában az utas előtt elhelyezkedő légzsák felfúvásának indítására. Ennél az érzékelőnél igen fontos, hogy a fékezések során fellépő, az előírt határértéket túllépő negatív gyorsulási értékeknek indítójelzést ne adjon ki. A határérték feletti gyorsulási értékeknek meghatározott ideig kell fennállniuk ahhoz, hogy a rendszer indítása megtörténjen. Az érzékelőt úgy oldották meg, hogy az egyoldalt befogott háromszög alakú laprugó csúcsán elhelyezett súly elmozdulásának hatására a rugó meghajlításakor keletkező feszültséget nyúlásmérő csikkal detektálják.

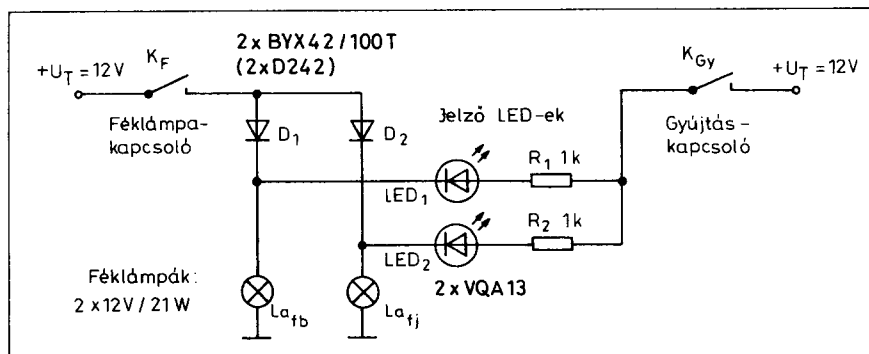
A gépkocsi elektronikus rendszereiben alkalmazható érzékelők egyre több területre terjednek ki, és a jövőben újabb érzékelő típusok megjelenésével kell számolnunk.

## 2. Működést visszajelző berendezések

### Autóféklámpa hibajelző

Hakiégett féklámpaizzókkal közlekedünk, szabálysértést követünk el és a balesetveszélyes helyzetek egész sorát idézhetjük elő. Tény, hogy a féklámpák működését menet közben ellenőrizni nem tudjuk, azok működésképtelenségére (vagy az egyik oldali féklámpa működésre) általában a mögöttünk jövő autóstárs hívja fel figyelmünket. Célszerű ezért féklámpáink állapotát, működését a műszerfalon is kijelezni.

A sokféle megoldási lehetőség közül a legegyszerűbbnek s a legcélsze-



4. ábra. A gépkocsi féklámpáinak hibátlan működését jelző kapcsolás

rűbbnek a 4. ábrán látható kapcsolás tűnik. A féklámpák működésének ellenőrzésére egy-egy LED-et használunk, melyeket egy-egy előtétellenálláson ( $R_1$ , ill.  $R_2$ ) keresztül a gyújtáskapcsolóról látjuk el tápfeszültséggel. Hibátlan féklámpák esetén a gyújtás bekapcsolásakor a LED-ek világítani kezdenek, áramuk a féklámpák izzószálain folyik keresztül. (Ez a minimális áram természetesen nem gyújtja ki a féklámpákat.) A fékezés időtartama alatt a LED-ek elalszanak, jelezve a féklámpák hibátlan működését. Ha rosszul érintkezik vagy kiég valamelyik féklámpaizzó, a megfelelő LED menetközben folyamatosan fénye kialszik és ezzel hibát jelez. Abban az esetben, amikor valamelyik LED a fékezéskor nem alszik el, akkor a hiba a féklámpa vezetékének folytonosságában keresendő. Amennyiben mindkét LED folyamatosan világít a fékezés időtartama alatt is, a hiba a féklámpa kapcsolónál (fékgombánál) van.

A kapcsolásban LED-ként bármely ismert típus használható. A féklámpákkal sorbakötött diódákon ( $D_1$  és  $D_2$ ) a megfelelő izzó árama folyik át. A diódák terhelhetőségének akkorának kell lenniük, hogy az azon átfolyó izzóáramot elbírják (12 V/21 W-os izzók esetén min. 2 A). A diódákon eső néhány tized voltos nyitófeszültség a lámpák fényerejét némileg befolyásolja ugyan, de ez a hatás (12 V-os akkumulátorfeszültség mellett) alig vehető észre.

A kis készüléket nyomtatott áramköri lapra építhetjük meg (5. ábra). A világító diódákat (ill. a kisméretű nyomtatott áramköri lapot) a műszerfal megfelelő részén kell elhelyeznünk úgy, hogy a LED-ek fénye jól látható legyen.

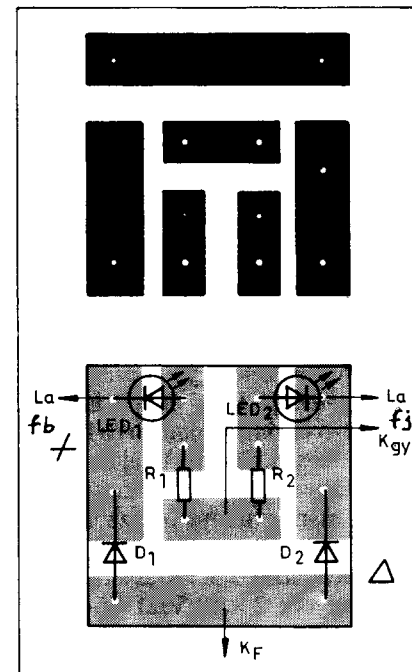
Az áramkör csak bekapcsolt gyújtás esetén működőképes, így a gépkocsi

csi parkoló helyzetében a LED-ek nem világítanak s így áramfelvétel sincs.

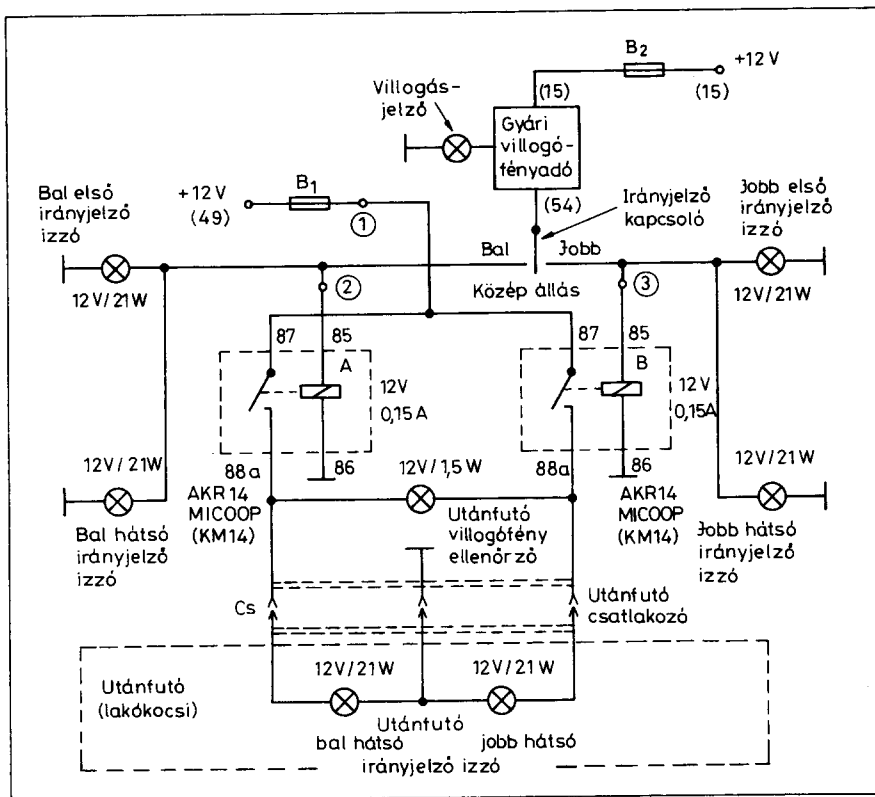
A LED-ek helyett kisteljesítményű izzólámpákat is használhatunk, ekkor a jelzőfény erősebb lesz. Nagyobb teljesítményű izzólámpáknál azonban hátrányos lehet, hogy (a  $K_{gy}$  gyújtáskapcsoló kikapcsolása és egyidejű fékezés mellett) a gyújtás áramköre a jelzőizzókon keresztül továbbra is tápfeszültséget kap; ez egyes esetekben zavarokhoz vezethet.

### Utánfutó irányjelző ellenőrző

A 6. ábrán látható kapcsolás gépkocsival vontatott utánfutón, lakóocsin elhelyezett, villogó fényt adó



5. ábra. Nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajz a 4. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)



6. ábra. Gépkocsi utánfutó irányjelzőjének hibátlan működését jelző kapcsolás

irányjelző izzók működésének menetközbeni ellenőrzésére alkalmas. Az anyagszükséglet mindössze két darab kürtrelé, egy darab 12 V/1,5 W-os utánfutó kontroll-lámpa és kb. 1,5 m hosszúságú vezeték.

Amikor a gépkocsivezető pl. jobbra jelez, akkor az utánfutó kontroll lámpa csak akkor gyullad ki, ha az utánfutó bal hátsó irányjelző izzójának áramkörre hibátlan. Az utánfutó kontroll lámpán átfolyó áram olyan csekély, hogy az nem tudja az ellenkező oldali irányjelző izzót meggyújtani. Ez természetesen fordítva is fennáll.

Ha valahol megszakad az áramkör, az utánfutó kontroll lámpa sötét marad. A gépkocsivezető így kocsiban ülve megállapíthatja, hogy melyik utánfutó irányjelző izzó (ill. áramkör) a hibás.

Különösen előnyös tulajdonsága a kapcsolásnak, hogy az utánfutó rákapcsolása után az irányjelző izzók villogási üteme nem változik meg. A gyári villogófényadó kb. 3,5 A-es terhelőáramát (melyet a 2 × 12 V/21 W-os izzó ad az A, illetve a B jelfogó csak kb. 0,1 A-rel növeli meg. Az utánfutó hátsó irányjelző izzói az A, ill. B jelfogó munkaerintkezésén keresztül kapnak tápfeszültséget, ezek villogását a gyári villogófényadó által szaggatottan gerjesz-

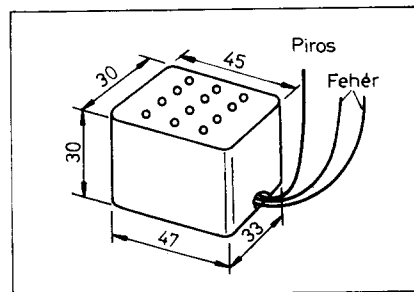
tett jelfogók (A, ill. B) segítségével érjük el.

A megépített kapcsolás csatlakoztatása a gépkocsi eredeti elektromos rendszeréhez az 1., 2., 3. és a test jelű pontokon át történik. Megjegyezzük, hogy ugyanezen feladatot ellátó – bonyolultabb kialakítású – kapcsolást az RT 1984/11. számának 12. oldalán is fellelhetünk.

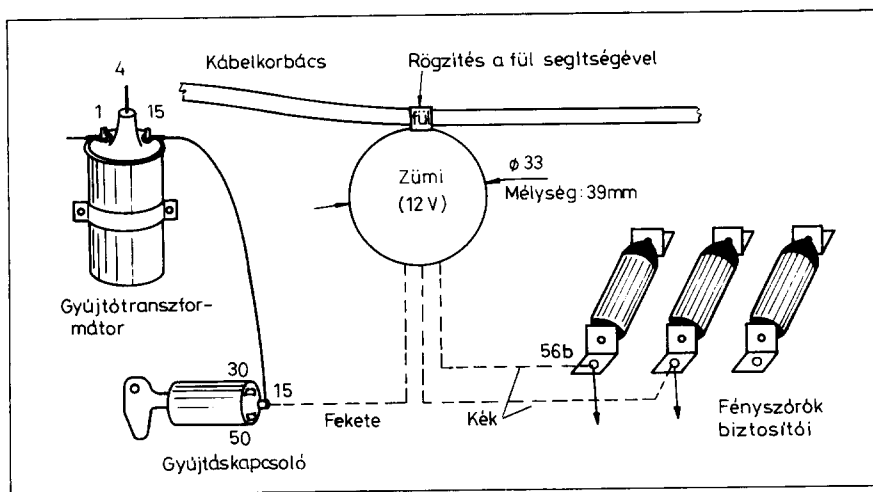
### 3. Autófényörök

„Hála a KRESZ módosításnak”, napjainkban már nemcsak a borús őszi, téli hónapokban, hanem nyáron is egyre több égve felejtett világítással parkoló autót láthatunk. A tompított fényszóróval várakozó gépkocsi akkumulátora néhány óra alatt kimerülhet. A feledékenység ára, hogy jobb esetben ilyenkor már csak az erre megnyerhető járókelők segítségével, megtolással tudjuk a lemerült akkumulátorú autó motorját beindítani. A bosszúság elkerülése céljából különböző megoldású, „égve felejtett világítást jelző” áramkört készíthetünk. Erre láthatunk példákat az 1994. évi *Rádiótechnika Évkönyv* 244. oldalán.

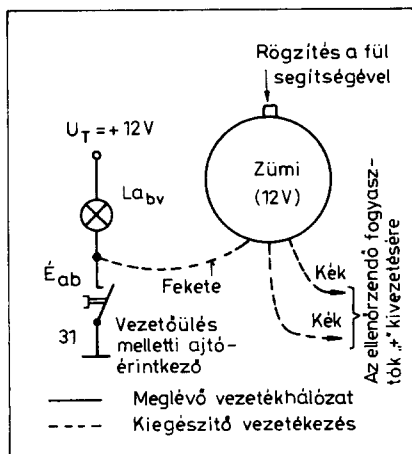
Azoknak, akik nem óhajtanak építéssel foglalkozni, az autósboltokban kapható gyári készülékek közül választhatnak. Jelenleg négy különböző típus kapható (áruk 600 ... 1200 Ft közötti).



7. ábra. Az autósboltokban kapható, feledékeny autósoknak készült „Super Vilex” autófényör körvonalrajza



8. ábra. Az autósboltokban kapható, „Super Zümi”, ill. „Fénystop” autófényör bekötése a gépkocsi elektromos hálózatába. A hangjelzés a gyújtáskapcsoló kikapcsolásakor jön létre a bekapcsolva felejtett világítás esetén



9. ábra. Az autósboltokban kapható „Szuper Zümi”, ill. „Fénystop” autófénycső bekötése a gépkocsi villamos hálózatába. A figyelmeztető hangjelzés a vezetékülés melletti ajtónyitáskor jön létre a bekapcsolva felejtett világítás esetén

Az autósboltokban kapható „Super Vilex autófénycső” a gépkocsi motorjának leállítása után folyamatos hangjelzést ad, ha a világítást bekapcsolva hagytuk (7. ábra). Segítségével két különböző (pl. tompított fényszóró, országúti fényszóró) ellenőrizhető. A fehér vezetékeket a figyelni kívánt fogyasztókra, a piros vezetéket pedig a generátor biztosítótartójára kell kötni. E módon, járó motor és a védelembe bevont, bekapcsolt világítás(ok) esetén az autófénycső vezetékai pozitív potenciálon vannak a gyújtáskapcsoló kikapcsolásának pillanatáig.

A „Szuper Zümi” és a „Fénystop” elnevezésű autófénycsőrök ugyancsak folyamatos hangjelzést adnak, ha parkoláskor a tompított vagy az országúti fényszórókat égve hagyjuk. Mindkét típus bekötése az autó elektromos hálózatába azonos (8., illetve 9. ábra).

Mindkét készülékben egy kis 12 V-os nyáklapba ültetett jelfogó van, mely a bontóérintkezőjén keresztül kap tápfeszültséget, s így azok zümmögőként működnek. A két figyelő bemenet egy-egy diódán át csatlakozik a „zümmögőre”.

#### 4. Hálózatpótlók autósoknak

12 V/220 V, max. 30 W-os hálózatpótló

Autós túráknál, kempingezésnél és minden olyan helyen, ahol nem áll ren-

delkezésre a 220 V-os hálózati feszültség, igen jó szolgálatot tehet a gépkocsi akkumulátoráról működő szükségáramforrás. Az itt bemutatásra kerülő készülék 220 V-os, max. 30 W-os teljesítményű fogyasztók (pl. villanyborotva, 220 V-os forrasztópáka, 20 W-os fénycső stb.) tápfeszültség ellátására alkalmas.

A 10. ábrán látható hálózatpótló 100 Hz-es órafrekvenciáját az 555 típusú integrált áramkör állítja elő a P<sub>1</sub> beállító potenciométer az R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> és C<sub>3</sub> frekvenciameghatározó elemek segítségével. A 100 Hz-es órajel frekvenciáját a 4013 típusú IC felére osztja le. Így ezen IC 1-es és 2-es kimenetén ellenfázisban lévő 50 Hz-es négyzögfeszültség a T<sub>1</sub> és T<sub>3</sub>, valamint T<sub>2</sub> és T<sub>4</sub> Darlington kapcsolású tranzisztorokon keresztül felváltva kapcsolja a Tr transzformátor két primer tekercsére a 12 V-os feszültséget. A transzformátor szekunder tekercsén 220 V-os, 50 Hz-es négyzögfeszültség jelenik meg. A kapcsolásban levő C<sub>4</sub> – R<sub>8</sub> soros tag a kimeneti feszültségre üldöző impulzus-tüskék csökkentésére szolgál.

A kimenő teljesítmény a felhasznált transzformátorától függően (15 VA ... 35 VA) 10 ... 30 VA-ig terjedhet.

A T<sub>3</sub> és T<sub>4</sub> tranzisztort a 30 VA-es kivitel esetében kb. 40 cm<sup>2</sup>-es felületű hűtőbordával kell ellátni.

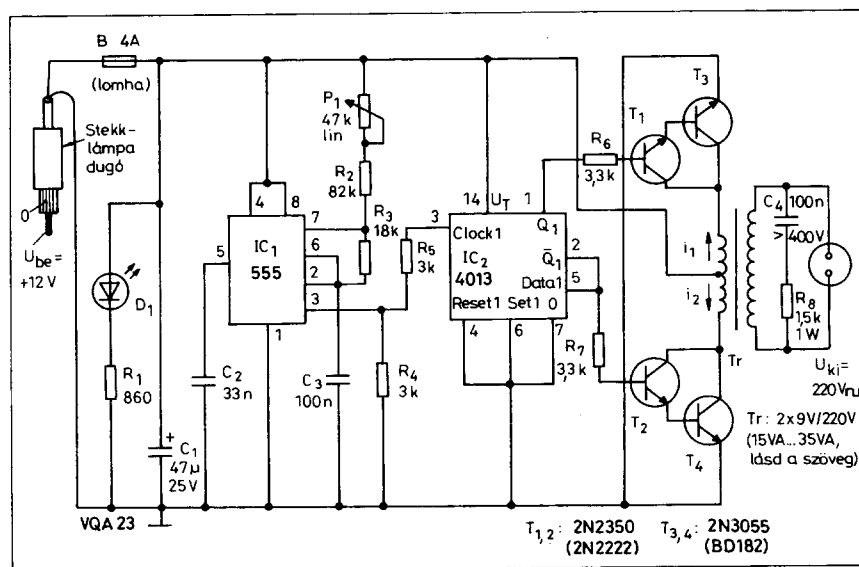
A kapcsolás nyomtatott áramköri rajzát a 11., az alkatrészek beültetési módját pedig a 12. ábrán tüntettük fel.

12 V/220 V, max. 120 W-os hálózatpótló

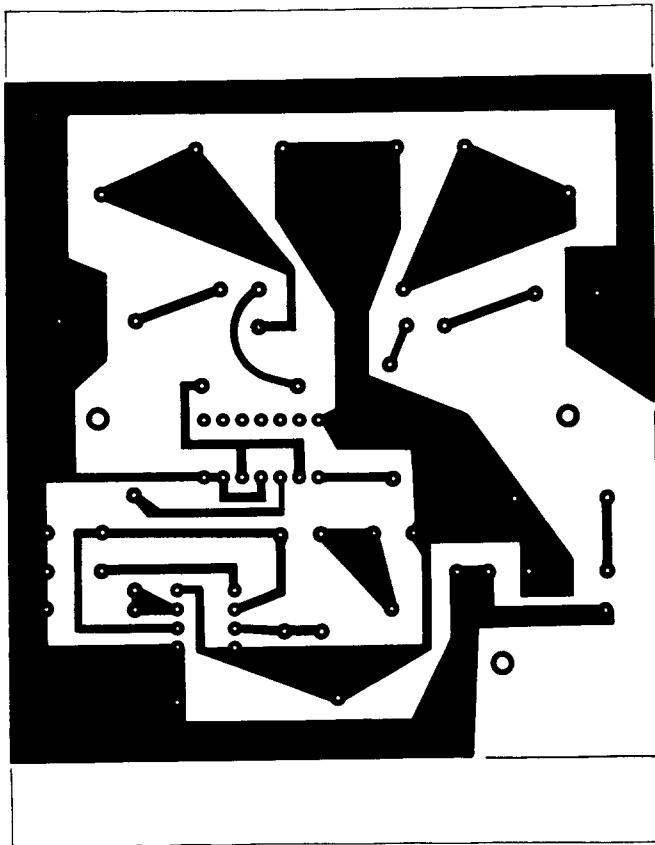
A 13. ábrán látható kapcsolás a 12 V-os akkumulátorfeszültségből 220 V-os váltakozófeszültséget állít elő, mely gépkocsiban, vagy csónakban, kempingben, lakókocsiban stb. egyaránt jól használható a hálózati feszültségre működő eszközök (pl. fűrógép, forrasztópáka, hűtőgép, fénycső, kisebb motoros fogyasztók stb.) üzemeltetésére.

A kapcsolásban a T<sub>1</sub> és T<sub>2</sub> tranzisztorral működő astabil multivibrátor 50 Hz-es négyzögfeszültséget állít elő. Mivel T<sub>1</sub> és T<sub>2</sub> felváltva kerül vezetési állapotba, a rájuk csatlakozó, T<sub>3</sub> és T<sub>4</sub> teljesítménytranzisztorok is ugyanúgy viselkednek. Amikor T<sub>1</sub> vezető állapotban van, akkor a T<sub>4</sub> tranzisztoron is áram folyik. Ez kivezéri a T<sub>6</sub> tranzisztort, amely a 250 V-os szekunder tekercssel ellátott transzformátor középkivezetésű primer tekercsének egyik végét leföldeli. A primer tekercs középkivezetése a +12 V-os tápfeszültségre csatlakozik. A négyzögfeszültség másik félperiódusában a T<sub>5</sub> tranzisztor hasonló folyamat eredményeként a transzformátor primer tekercsének másik végpontját földeli le.

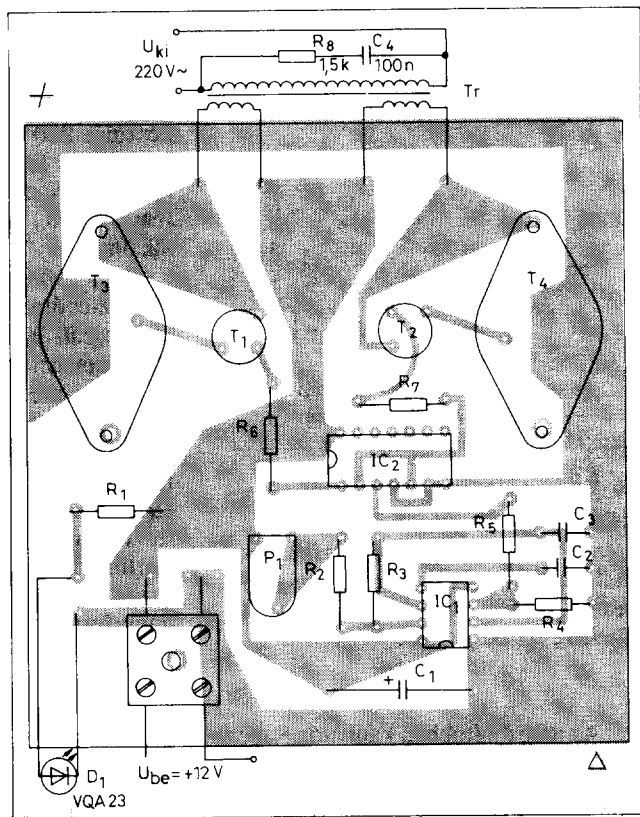
T<sub>5</sub> és T<sub>6</sub> helyén 40411 (RCA) típusú tranzisztorokat használva, az általuk kapcsolt áram meghaladhatja a 10 A-es értéket, ami a transzformátor szekunder oldalán mintegy 120 W kimenő



10. ábra. 12 V/220 V névleges feszültségű, 10 ... 30 VA terhelhetőségű, gépjárműakkumulátorról működő stabilizálatlan kimeneti feszültségű hálózatpótló berendezés elvi kapcsolási rajza



11. ábra. Nyomatott áramköri rajz a 10. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)



12. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 10. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

teljesítményt tesz lehetővé. A 2N3055 típusú tranzisztorokkal e teljesítménynek kb. a fele valósítható meg.

Tekintettel arra, hogy a teljesítménytranzisztorok kivezérlése a telítésig történik, ezeken viszonylag kis veszteségi teljesítmény lép fel és működésükhöz aránylag kis méretű hűtőbordák elegendők. (Vastag bordás, profilos alumínium hűtőtömbből 100 mm hosszú darabokat használjunk.)

A transzformátort toroid alakú vas-magon megvalósítva igen kedvező méretek adódnak a készülék kivitelezése során. A transzformátort kb. 120 ... 140 W teljesítményre méretezzük, a primer tekercset pedig  $2 \times 9 \text{ V}/10 \text{ A}$ -re.

Az egyszerű felépítés ára az, hogy a kapcsolás mindennemű szabályozás nélkül, négyszögfeszültséggel működik és üresjárású kimeneti feszültsége lényegesen magasabb a 220 V-os névleges értéknél. Ez az egyszerűbb készülékeknel különösebb problémát nem okoz. A fényerőszabályozó kapcsolások és a szabályozható fordulatszámú fűrógépek működése azonban már nem biztosítható, mivel a fázishasításos szabályozás csak szinuszos, illetve meg-

közeltítőleg szinuszos feszültséggel működik kielégítően.

Semmi esetre sem tanácsos e hálózatpótló kimenetére olyan, nagy értékű hálózati fogyasztók rákapcsolása, mint pl. a színes tv vevőkészülék, a videorekorder, vagy Hi-Fi berendezés.

### Fénycsővilágítás akkumulátorról

A szabad terepen, kempingekben, sátorozásnál többnyire nincs lehetőség a 220 V-os hálózati feszültség használatára. A sötétedés beálltakor a világítás ilyen esetekben komoly problémát jelent. Megoldást találhatunk a gépkocsi akkumulátoráról 15 ... 21 W-os izzólámpa használatával. Célszerűbb azonban fénycsővilágítást alkalmazni. A kereskedelemben kapható 18 W-os energiatakarékos TUNGSRAM fénycsővel kb. 220 V-os 75 W-os hagyományos izzófényerejének megfelelő megvilágítást érhetünk el. A tápfeszültség ellátást a 10. és a 13. ábrán bemutatott hálózatpótló feszültségátalakítóról biztosíthatjuk.

Sokkal célszerűbb azonban az OTH 205 514 számú magyar szabadalom

alapján kifejlesztett AKVIL megnevezésű elektronikus fénycsőelőtét-rendszer alkalmazása (MIXIGNAL Kft., 1078 Nefelejcs u. 44. T.: 142-5929). E rendszer igen nagy energia megtakarítást tesz lehetővé neon- illetve kompaktcsöves világításnál. Lehetőséget teremt ezen kívül az említett világítások alkalmazására bármilyen nagyságú (12 V és 220 V között) és fajtájú (egyen vagy váltó) tápfeszültség esetén.

Az izzólámpás világításhoz képest a hagyományos módon kivitelezett neon- vagy kompaktcsöves világítás is energiatakarékos, de nem olyan mértékben, mint az a köztudatban szerepel. Ennek oka az, hogy a hagyományos megoldásnál szükség van fojtóra, amely a hálózatból felvett energia felét-kétharmadát „elemészt”. Példaként említjük, hogy egy 11 W-os kompaktcső fénye megfelel egy 75 W-os izzóéna (220 V-os típus esetében!). A reklám szerint az energiamegtakarítás több mint 70%. Ezzel szemben a fojtó miatt a valóságosan felvett teljesítmény 34,1 W, amelyből csak 11 W hasznosul fény formájában és 23,1 W a veszteség, vagyis a felvett energia két-

harmada még mindig veszteség és a valóságos megtakarítás is csak 54%.

Az AKVIL elektronikus fénycső-élőt alkalmazása hálózati világítás esetén szükségtelessé teszi a fojtót és ezáltal valóban elérhető 80% energia megtakarítás, mert a felvett teljesítménynek csak 3...5%-a nem hasznosul fény formájában. További előnyök a kisebb helyigény, kisebb súly, s a kisebb melegedés.

Az AKVIL elektronikus fénycső-élőt rendkívül előnyös törpefeszültségű világítás kialakítására, mert

- egyaránt működik egyen- és váltakozófeszültségről,
- ott is kialakítható neon- vagy kompaktcsöves világítás, ahol egyébként csak izzólampás megoldás lenne lehetséges, ezáltal 70% körüli energiamegtakarítás érhető el,
- nincs szükség központi inverterre, vagyis hálózatpótlóra, ezáltal olcsóbb a világítási hálózat kialakítása és elmaradnak a központi inverter járulékos problémái, nagyobb az üzembiztonság.

A különböző világítási rendszerek összehasonlítását a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az összehasonlításból látható, hogy már 1 éves időtartamra is az AKVIL-kompakt rendszer a leggazdaságosabb és a megtakarítás a rendszer nagyságával és üzemidejével egyenes arányban nő, mert minimális a javítási költség.

Az AKVIL termékek négy nagy csoportra oszlanak.

A legismertebb az AKVIL-LP komplett lámpatest 12 V, vagy 24 V, valamint 220 V-ra, polaritásfüggetlen egyen- és váltakozóáramhoz 7, 9, 11 és 18 W-os kompaktcsővel falra szerelhető és álmennyezetbe süllyeszthető kivitelben. Alkalmazható törpefeszültségű hálózatokhoz (fürdőszoba, gyerekszoba), vészvilágításhoz, lakókocsiba, hajóba, kempingezésnél, pincékben stb. (A 11 W-os típus ÁFA-s ára: 2200 Ft.) A 220 V-os típus alkalmazható hálózati világításhoz, főleg nagy igénybevételű, nehezen elérhető helyekre.

A másik legismertebb az AKVIL-MOBIL készülék. Hordozható dobozban 12 V-os zselés-savas akkumulátorral, automata töltővel egybeépített 7, 9 W-os kompaktcsöves lámpa (ára: 4800 Ft ÁFA-val). Alkalmazható: kempingben, horgászáshoz, kültéri árusító helyekhez stb.

## 2. táblázat. Különböző világítási rendszerek összehasonlítása

	220 V	Törpefeszültség	Üzemóra	Energia megtakarítás %	Telepítési költség-többlet %	Költségmegtakarítás %	
						1 év	3 év
izzólámpa	x	x	800	0	-	-	-
Halogén izzó	-	x	1500	15	15	0	10
Hagyományos neon	x	-	1500	25	10	0	20
AKVIL neon	x	x	1500	60	20	10	55
Hagyományos kompakt	x	-	8000	55	25	0	40
AKVIL kompakt	x	x	8000	75	30	10	70

## 5. Tirisztoros gyűjtőáramkör

Napjainkban már csak a régebbi gyártású autók rendelkeznek hagyományos (megszakító) gyűjtőberendezéssel. A környezetvédelmi és a gazdaságos üzemeltetési követelmények biztosítása elengedhetetlenül szükségessé teszi a régebbi típusok elektronikus gyűjtásra való átalakítását.

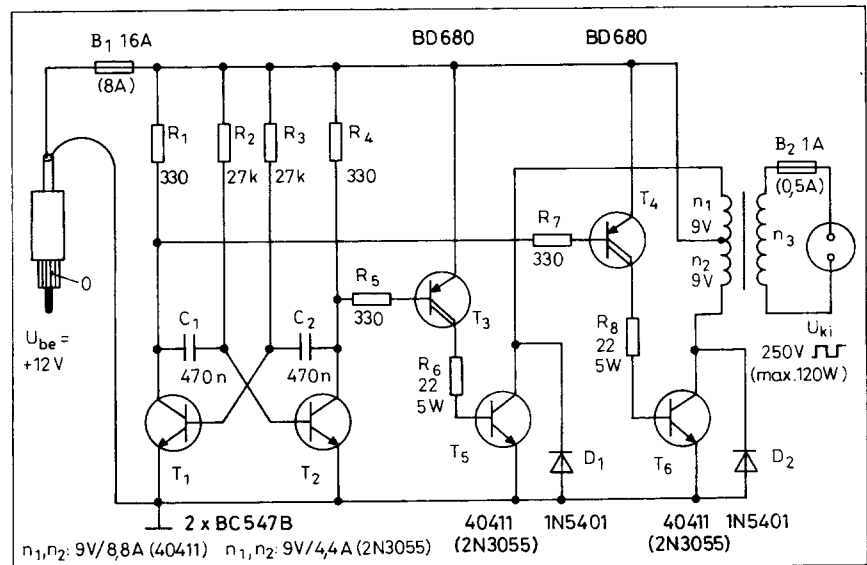
Az elektronikus gyűjtőberendezés hosszabb időre garantálja a motor előírt teljesítőképességét, s a CO kibocsátás alacsony szinten tartását.

Itt most nem bocsátkozunk az elektronikus gyűjtőberendezés-típusok részletes ismertetésére és azok előnyös tulajdonságainak bemutatására, mivel

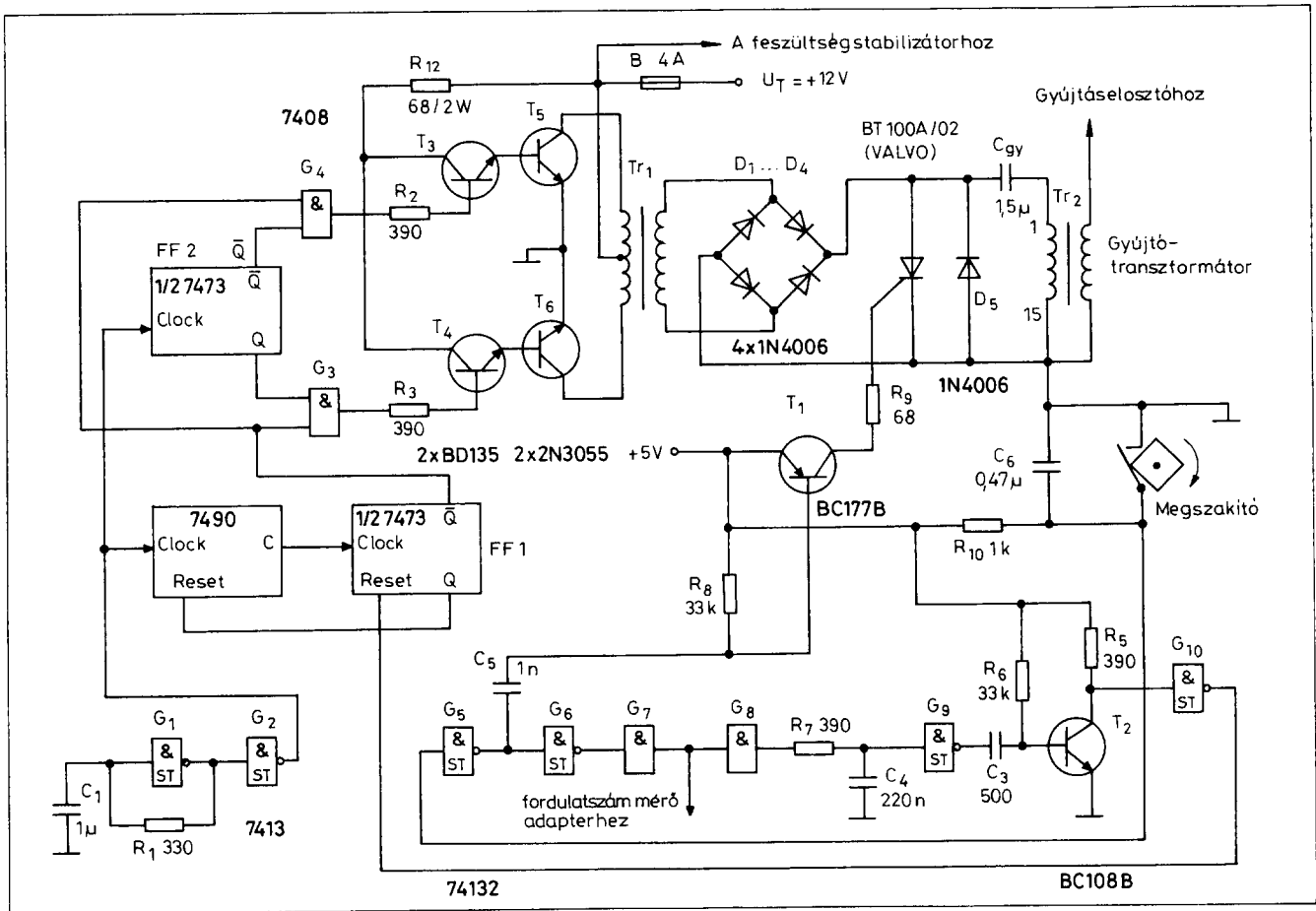
az az RT ÉK '93 221. ... 228. oldalán megtalálható.

A 14. ábrán egy tirisztoros gyűjtőáramkör elvi kapcsolási rajzát láthatjuk. Ezen digitális vezérlésű tirisztoros gyűjtőáramkört a már meglévő megszakító vezérli. A kapcsolásban levő IC-k 5 V-os tápfeszültségét a 15. ábrán látható módon egyszerű tranzisztoros áramkörrel stabilizáljuk. A 16. ábrán egy, a fordulatszám-mérőhöz szükséges vezérlő áramkör látható.

A tirisztoros gyűjtés a nevét onnan kapta, hogy egy meghatározott feszültségre feltöltött kondenzátort ( $C_{gy}$ ) a gyűjtés időpontjában a tirisztor segítségével a gyűjtőtranszformátoron keresztül sűjtjük ki. Így a kondenzátor töltésé-



13. ábra. 12 V/220 V névleges feszültségű, 120 VA terhelhetőségű, gépjárműakkumulátorról működő, (stabilizálatlan kimeneti feszültségű) hálózatpótló berendezés elvi kapcsolási rajza



14. ábra. A digitális vezérlésű tirisztoros gyújtóáramkör elvi kapcsolási rajza

től függő energiájú impulzus keletkezik. A szükséges mintegy 350 V-os feszültséget a vezérelt feszültségátalakító állítja elő.

Az átalakító és a logika vezérléséhez a  $G_1$  és a  $G_2$  kapukat tartalmazó ütemgenerátor kb. 2,3 kHz frekvenciájú ütemjelet állít elő. E jel a decimális számlálóra (7490) kerül, s a számláló C kimenete a nyolcadik ütem után az FF1 flipflop-ot (1/2 7473) billenti. Most az FF1 kimenete lezárja a  $G_3$  és  $G_4$  kapukat. Így tehát az FF2-nél meglevő

ütemjel nem juthat el a  $T_3$  és a  $T_4$  meghajtó tranzisztorokhoz,  $T_5$  és  $T_6$  sem vezet. Az átalakító transzformátorának primer tekercsére tehát csak nyolc (négy teljes rezgésnek megfelelő) ütem kerül. A  $Tr_1$  szekunder tekercsben létrejövő feszültséget a  $D_1 \dots D_4$  diódák egyenirányítják s töltik a  $C_{gy}$  gyűjtőkondenzátort. A gyűjtési időpontban (amikor nyit a megszakító érintkező) a tirisztor a gyűjtőtranszformátorra (az 1-15' pontra) kapcsolja a  $C_{gy}$  gyűjtőkondenzátort.

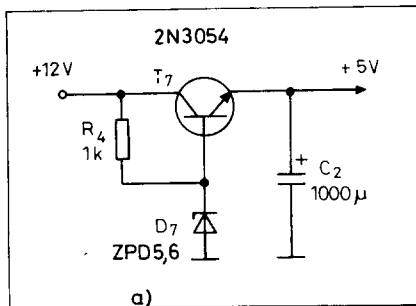
A bemutatott folyamatok mindegyike (töltés és gyűjtés) meghatározott időt igényel. Ennek az időnek a két gyűjtési folyamat között kell eltelnie. A tirisztor gyűjtéséhez és a gyűjtőkondenzátor kisütéséhez megfelelő biztonsággal 50  $\mu$ s időtartammal kell számolni. A töltési folyamat legkorábban ezen idő lefutása után kezdődhet. Szükség van tehát a megszakító érintkezőtől érkező jelnek legalább ennyivel történő késleltetésre. A késleltetést a  $G_8$  kapu után található RC tag ( $R_7$ - $C_4$ ) végzi. Ezekkel az értékekkel 63  $\mu$ s késleltési idő adódik.

A kapcsolási rajzban megadott alkatélem értékek esetén egy négyhengeres motornál 8400 ford/min, míg egy hathengeres motornál 5600 ford/min a megengedett max. fordulatszám.

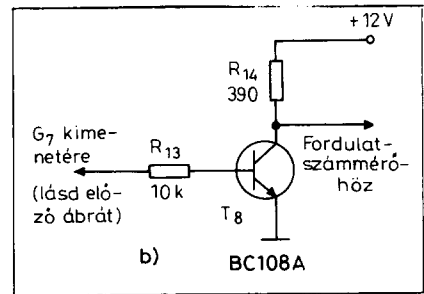
A megépített készülék áramfelvétele 5000 ford/min esetén 1,7 A.

A kapcsolás nyomtatott áramkörtáblájának a fóliarajzát a 17., a beültetés módját pedig a 18. ábrán tüntettük fel.

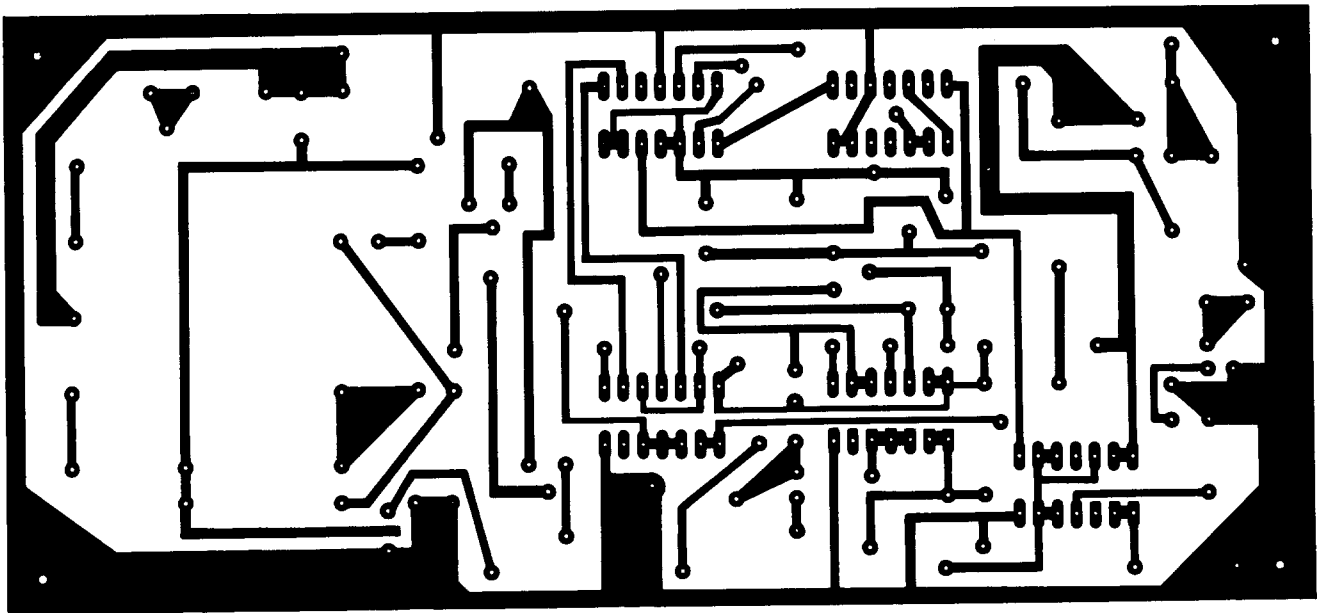
A  $T_3 \dots T_6$  tranzisztorokat alumínium lemezre szereljük (szigetelten!). A  $Tr_1$  transzformátor adatai a következő



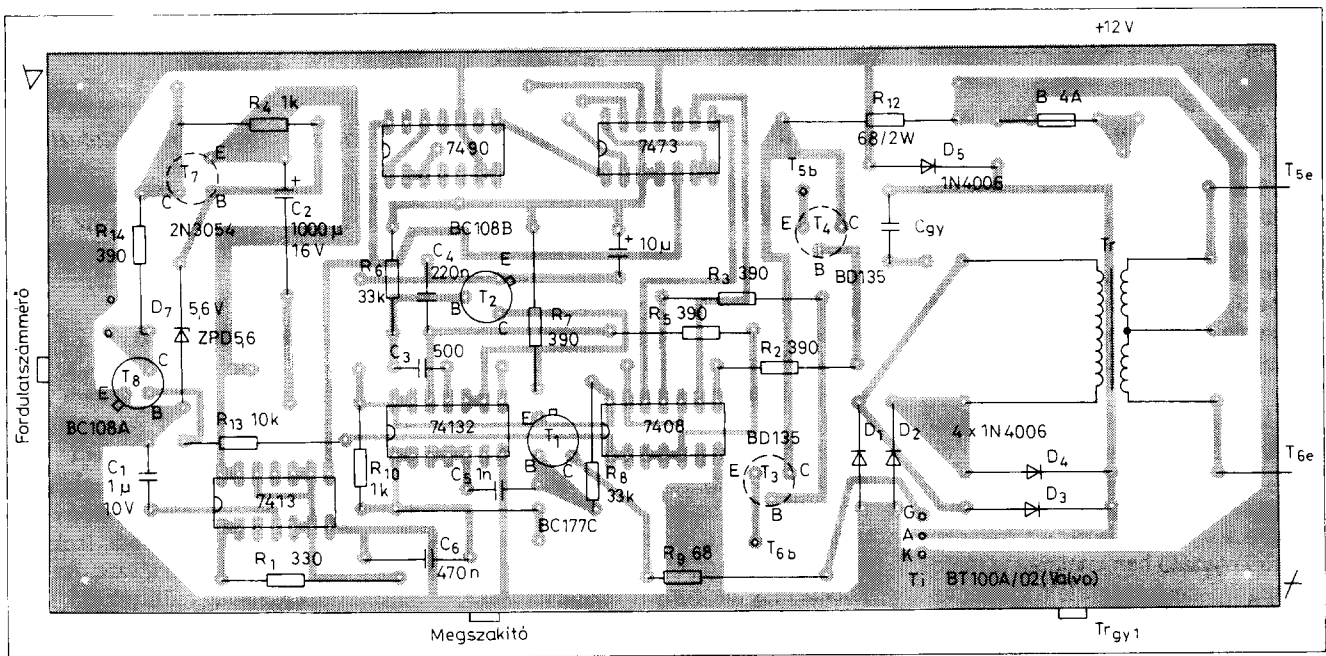
15. ábra. Az IC-k tápfeszültségét előállító áramkör



16. ábra. A fordulatszámérő vezérlő áramköre



17. ábra. Nyomatott áramköri rajz a 14. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)



18. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 14. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

zók: mag: PM 47; 0,35 Armco lemez; csévetest M42; primer  $2 \times 18$  menet, 0,38 CuL; szekunder 620 menet, 0,15 CuL.

A megszakító érintkezőn 5 mA körüli „tisztító” áram folyik ( $R_{10} = 1 \text{ k}\Omega$ ). A fordulatszámérő vezérlő áramköre a G<sub>7</sub> kapu kimenetére csatlakozik (lásd 14. és 16. ábra). Amennyiben a fordulatszámérő ennek kimenetén „nem szólalna meg”, úgy azt egy 6,8 k $\Omega$ -os ellenálláson keresztül a gyújtótranszformátor 1-es kapására kell kötni.

A kapcsolásban csak „gyors tirisztorok” használhatók. Ennek megfelelően a Valvo cég BT 100 A/02 típusú tirisztorát választottuk, melynek gyújtási ideje 1,3  $\mu$ s.

Az elkészített készüléket a gépkocsiban megfelelő helyre kell elhelyezni. Jó, ha az egység hűtést kap, a fröccsenő víztől azonban védeni kell. A kész áramkört kiönthetjük műgyantával, egy jól záró doboz azonban ugyanolyan jó szolgálatot tehet.

A szerkesztőség címe:

**Budapest IX.,  
Lónyay u. 44.**

**Tel./fax: 217-0262**

**Tel.: 215-1011**

Postacím:

**1374 Budapest, Pf. 603.**



# bevezető kapcsolások

Kőhegyi József és Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

## Műveleti erősítő EXOR, ill. EXNOR kapu

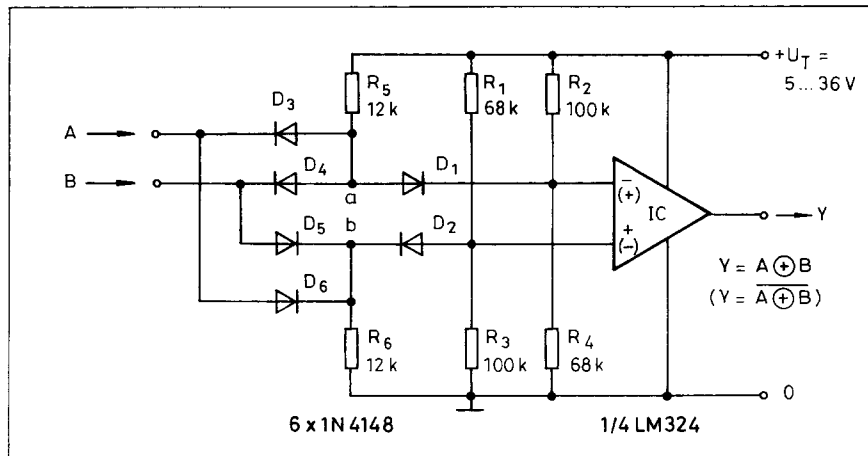
Analog áramkörökben is szükségessé válhat a logikai funkciók megvalósítása. A EXOR, ill. EXNOR kapuk sok esetben előfordulnak analog kapcsolásokban. Ilyenkor nehézséget okozhat, hogy esetleg olyan IC-t kell használni, mely csak 5 V tápfeszültséggel működtethető, ugyanakkor azonban a kapcsolás többi része például  $\pm 15$  V-os tápfeszültség használatát teszi szükségessé. Ilyen esetekben célszerű a műveleti erősítőket logikai kapuként való kapcsolását alkalmazni.

A EXOR-kapu úgy működik, hogy kimenetén csak akkor jelenik meg logikai 1 szint, ha az egyik s csakis egy bemenetére 1 szintet adunk. Különösen alkalmas e funkció megvalósítására a 324 típusú négyes műveleti erősítő, mivel ez a típus aszimmetrikus tápfeszültség esetén a „0” kimenetet csaknem 0 V kimeneti feszültséggel valósítja meg.

A kapcsolás működése a következő (1. ábra.): Amikor az A és B bemenet logikai alacsony szinten van, úgy az a ponton is alacsony szint lép fel. Ennek hatására a D<sub>1</sub> dióda lezár s a műveleti erősítő invertáló bemenete az U<sub>T</sub> tápfeszültség 1/3-ának megfelelő szintet vesz fel. A b pont feszültsége 0 V, mivel a D<sub>5</sub> és a D<sub>6</sub> dióda egyaránt lezárt állapotban van. Ennek következtében az invertáló bemenet potenciálja nagyobb a neminvertáló bemenet potenciáljánál. Így a műveleti erősítő kimenetén alacsony szint jelenik meg.

Hasonló megfontolások alapján belátható, hogy az A és B bemenetekre egyidejűleg adott 1 szintek esetén a kimeneten ugyanígy alacsony szint jelenik meg.

Ha azonban például az A bemenetre logikai magas szintet adunk (és eközben a B bemenetet logikai alacsony szinten tartjuk, akkor a műveleti erősítő kimenetén magas szint lép fel. Ebben az esetben ugyanis az a pont alacsony



1. ábra. EXOR, ill. EXNOR kapcsolás megvalósítása műveleti erősítővel

szinten van és az invertáló bemeneten U<sub>T</sub>/3 körüli feszültség szint lép fel, míg a b pont magas szintje következtében a neminvertáló bemenetre 2U<sub>T</sub>/3 körüli feszültség szint hat. Így, mivel a neminvertáló bemenet szintje nagyobb az invertáló bemenet szintjénél, a műveleti erősítő kimenetén magas szint jelenik meg.

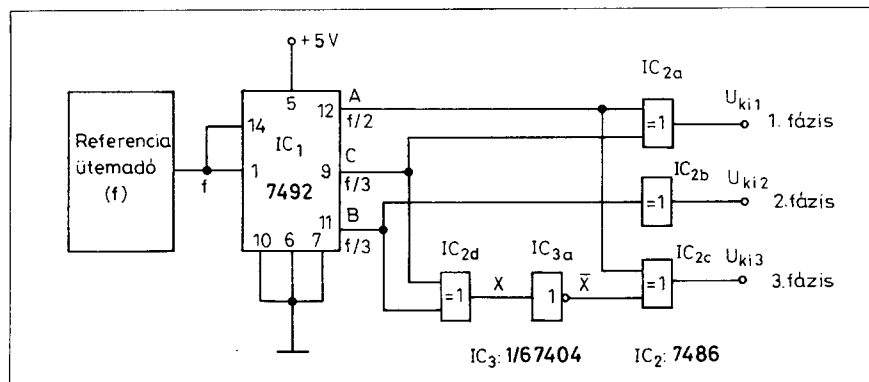
EXNOR-kapu megvalósítása esetén a kapcsolásban az invertáló- és a neminvertáló bemenet bekötését egymással fel kell cserélni. Ebben az esetben a műveleti erősítő kimenetén akkor jelenik meg alacsony (0) szint, ha csakis egy bemenetre hat logikai magas (1)

szint. Az áramkör két változatára érvényes logikai függvényeket az ábrán tüntettük fel. (Zárójelben: EXOR).

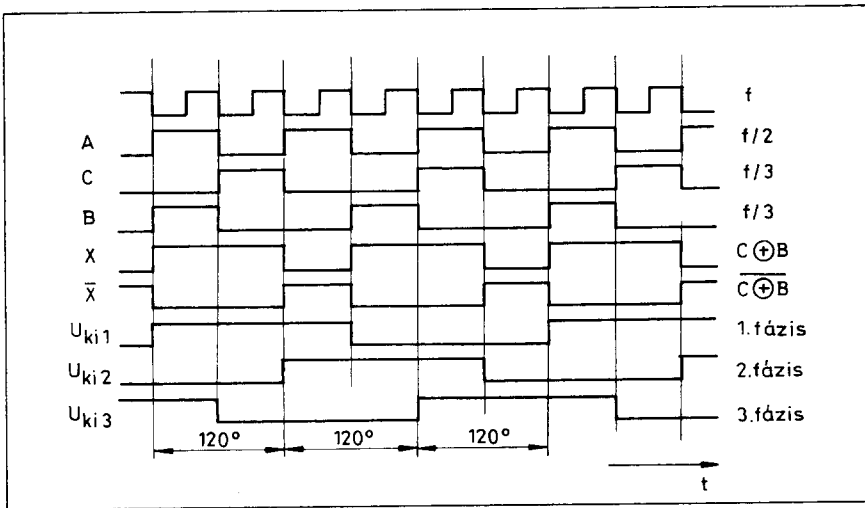
## Háromfázisú ütemadó

Háromfázisú ütemadót igen egyszerűen készíthetünk a 2. ábrán látható áramköri kialakítás segítségével.

7492 típusú integrált áramkör két kimenetét arra használjuk, hogy felosztjuk a referencia-ütemadó frekvenciáját két, illetve három részre. Az első és második fázist úgy állítjuk elő, hogy kombináljuk az f/2 jelet (12-es kiveze-



2. ábra. A háromfázisú ütemadó elvi kapcsolási rajza



3. ábra. A háromfázisú ütemadó főbb pontjain megjelenő jelalakok

tés) az EXOR- (kizáró- vagy) kapuáramkörben a C és B f/3 jelekkel (9-es és 11-es kivezetések). A harmadik fázist úgy kapjuk meg, hogy az f/2 jelet kombináljuk egy EXOR- kapuáramkörben (IC<sub>2c</sub>) a B és C kombinációjából (IC<sub>2d</sub>) eredő  $\bar{X}$  (x negált) jellel.

Az ütemadó főbb pontjain megjelenő jelalakokat a 3. ábrán láthatjuk.

### Fényerőstabilizáló automatika

A fényerőstabilizáló automatikák igen hasznos, célszerű- és sok esetben elengedhetetlen segédeszközök.

Az íróasztal állandó fényerejű megvilágítása kíméli a szemet és jobb közérzetet biztosít. Mivel nálunk elég gyakori a külső megvilágításnak az időjá-

rás viszonyok hatására történő gyors megváltozása, a fényerő kézzel történő vezérlése (dimmer) erre nem a legkényelmesebb megoldás.

A 4. ábrán bemutatott kapcsolás bizonyos határok között az állandó fényerejű megvilágítás automatikus beállítására alkalmas. A kapcsolás működési elve igen egyszerű. A munkaasztal átlagos megvilágításának erősségét egy érzékelő fogja fel. A környezeti megvilágítás erősségének megváltozása esetén ennek vezérlése alapján a munkaasztal megvilágítására használt fény erősségét a kapcsolás automatikusan az ellenkező irányban szabályozza mindaddig, míg az eredeti megvilágítási erősség helyre nem áll. A szenzor szerepét az OPL 100 típusú érzékelő tölti be. Ebben az IC-ben az érzékelőn kívül a szabályozáshoz szükséges elemek is megtalálhatók.

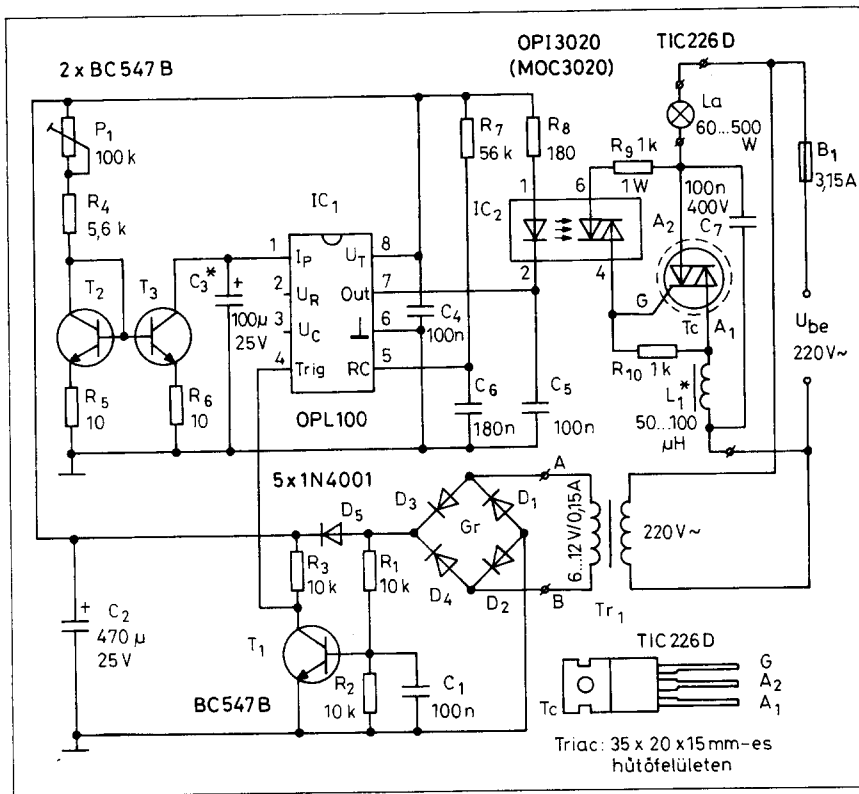
A T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, P<sub>1</sub> és az R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> elemek konstans áramforrást képeznek, melynek áramát az IC<sub>1</sub> által szolgáltatott, a megvilágítás erősségétől függő árammal hasonlítjuk össze. Amennyiben a két áram egymással nem egyenlő, úgy az IC<sub>1</sub>-nek a 7-es kivezetésen kibocsátott impulzus szélessége megváltozik. Ennek következtében megváltozik a triak gyújtási szöge és így triakkal kapcsolott lámpa (vagy lámpák) fényereje is. A változás mindaddig folyamatos, míg az érzékelő által vezérelt és a konstanstan tartott áram erőssége egyenlővé nem válik. Ekkor a munkaasztal megvilágítása ismét az eredeti értéknek felel meg.

A szabályozás menetét a C<sub>3</sub> kondenzátor határozza meg. A szabályozás annál gyorsabb, minél kisebb a C<sub>3</sub> kondenzátor kapacitása. A kapacitás minimálisan szükséges értéke 1 μF körül van.

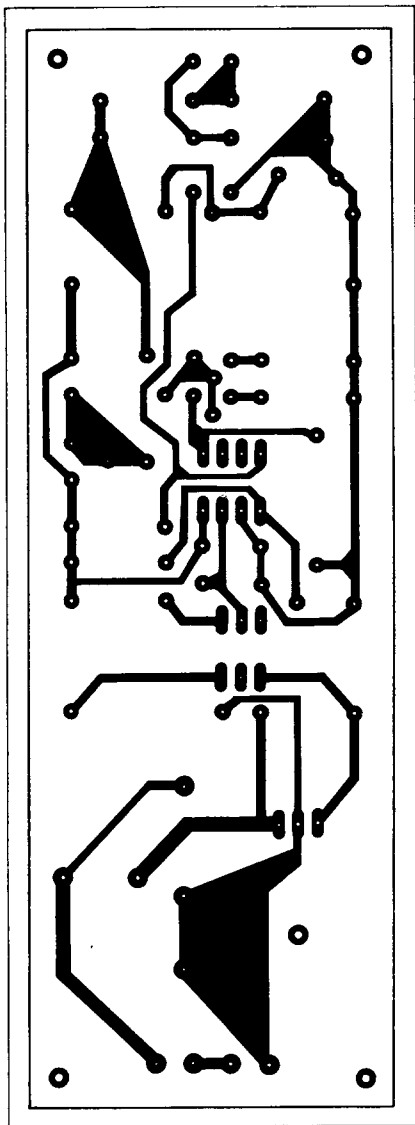
A kapcsolásnak a T<sub>1</sub> tranziszttal működő része az IC<sub>1</sub> számára szükséges hálózati szinkronizáló impulzusok előállítását végzi. Az IC<sub>2</sub> jelű optocsatoló a kapcsolásnak a hálózattól való galvanikus leválasztására szolgál.

Mivel a tápegység transzformátora a kapcsolás tápfeszültségét is galvanikusan leválasztja az erősáramú hálózatról, a szabályozóegység az erősáramú hálózattal kapcsolatos biztonsági előírásoknak eleget tesz.

Tiszta ohmos terhelés, azaz izzólámpák használata esetén a kapcsolás maximálisan 500 W-os teljesítmény szabályozására alkalmas. Ez lehetővé teszi, hogy a kapcsolást nemcsak író-



4. ábra. Az íróasztal állandó fényerejű megvilágítására szolgáló automatika elvi kapcsolási rajza



5. ábra. Az íróasztal állandó fényerejű megvilágítására szolgáló automata nyomtatott áramköri rajza

asztal-, hanem pl. munkaterem stb. állandó fényerejű megvilágításra is felhasználhassuk.

A készülék nyomtatott áramköri- és alkatrész-beültetési rajzát az 5. illetve a 6. ábrán adtuk meg.

### Fényerőszabályozós hordozható lámpa

A kereskedelemben különböző hordozható lámpák kaphatók. Különösen a nagyobb fényerőt biztosító, nagyobb teljesítményű lámpáknál nem

7. ábra. A szabályozható fényerőségű lámpa elvi kapcsolási rajza

mindig szükséges a lámpa teljes fényerejének a használata, mert az a szárazelem felesleges igénybevételét vonja maga után.

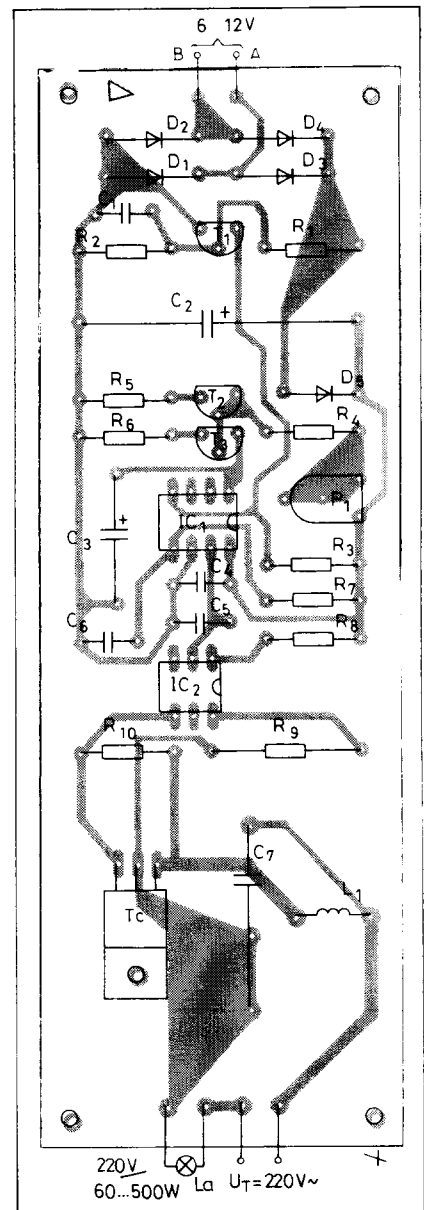
A megoldást – azaz a lámpa fényerőségének csaknem veszteségmentes szabályozását – a 7. ábra szerinti kapcsolás alkalmazása teszi lehetővé. Ebben a kapcsolásban a hordozható lámpa izzóját nem közvetlenül a szárazelemből nyert egyenfeszültséggel, hanem változtatható jel-szünet arányú négy- szögfeszültséggel működtetjük. Ha a jel-szünet arány nulla, akkor az izzó sötét marad, ha végtelen (a billentyűzési viszony: 1), akkor az izzó teljes fényerővel világít. A közbenső tartományban az izzó által felvett teljesítmény a kibocsátott fényerőséggel arányos.

A fényerőszabályozás lényege, mint az az ábrából is látható, az astabil multivibrátor kapcsolásban működő, 555 típusú integrált áramkör. Ennek impulzus jel-szünet aránya a  $P_1$  potenciométerrel változtatható. A  $D_2$ ,  $D_3$  és  $D_4$  diódák a kapcsolást a fordított polaritású telepfeszültség ellen védik. Fordított polaritással rákapcsolt telep esetén a kapcsolás nem működik és a lámpa teljes fényerővel világít.

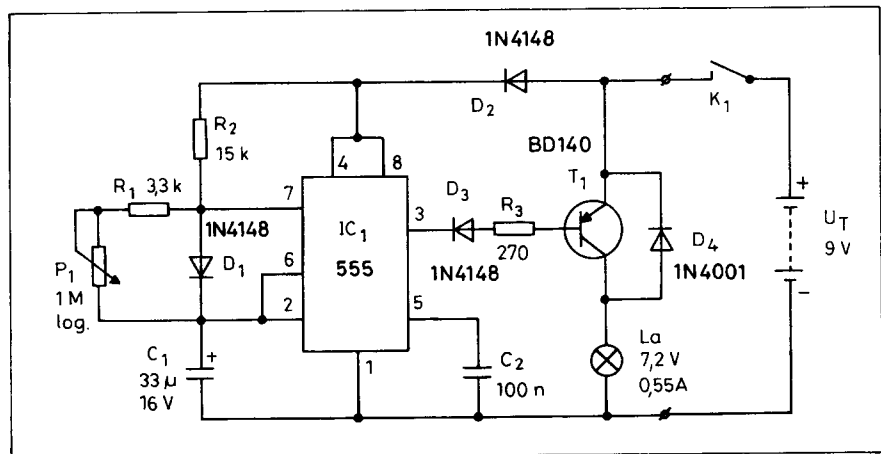
A viszonylag kis méretben elkészíthető kapcsolás a szükséges potencióméterrel együtt a nagyobb teljesítményű (9 V-os, pl. 6 db. góliát elemmel működő) hordozható lámpákba viszonylag könnyen beszerelhető.

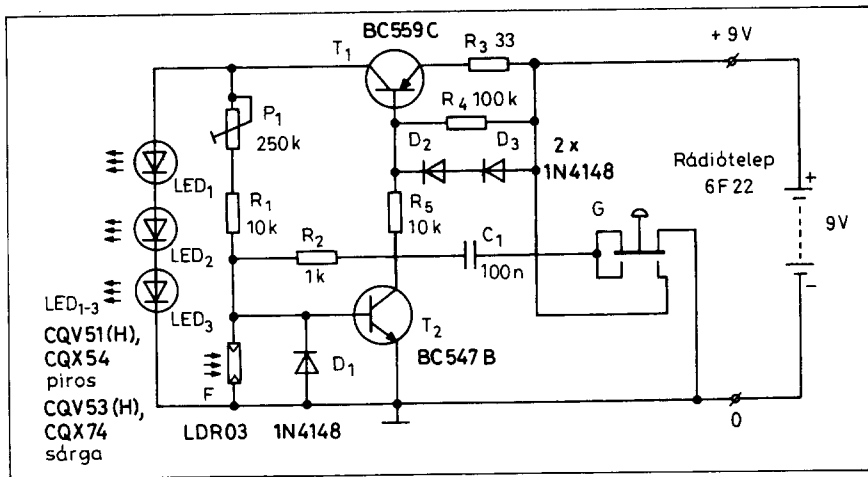
### Hordozható sötétkamra-lámpa

A fotolaboratóriumban végzett munkánk során előfordulhat, hogy leejtünk, vagy keresünk valamit és azt a sötét helyiségben kell megtalálnunk. Ilyen célra alkalmas a sötétkamra-



6. ábra. Alkatrész-beültetési rajz az 5. ábrán levő nyomtatott áramköri laphoz





8. ábra. A hordozható fotolabor-sötétkamralámpa elvi kapcsolási rajza

zseblámpa. Fényforrásul három piros vagy sárga LED szolgál, attól függően, hogy a fotolaboratóriumban folytatott munka melyik használatát teszi lehetővé. Külön érdekessége e hordozható lámpának az egyszerű takarékkapcsolás, mely a telep kímélése céljából a lámpát bizonyos erősségű külső megvilágítás esetén automatikusan kikapcsolja. (8. ábra.).

A G nyomógomb érintkezőinek záródásakor a T<sub>2</sub> tranzistor bázisáramot kap s vezetővé válik. Röviddel azután a T<sub>1</sub> tranzistor is vezet. Ez a tranzistor mintegy 20 mA konstans árammal táplálja a három LED-et. Mindaddig, míg a T<sub>1</sub> tranzistor vezet, a T<sub>2</sub> tranzistor a P<sub>1</sub> potencióméter és az R<sub>1</sub> ellenállás útján bázisáramot kap és így a két tranzistor „öntartásban” marad.

A kikapcsolás a G nyomógomb elengedésével történik. Ekkor a C<sub>1</sub> kondenzátoron át egy negatív impulzus jut a T<sub>2</sub> tranzistor bázisára, ami kiváltja a T<sub>1</sub> és a T<sub>2</sub> tranzistor lezárását. Így természetesen a LED-ek is kialszanak.

A takarékkapcsolás az F fényellenállás (LDR) beépítésével valósul meg. Amikor az LDR-re fény esik, annak ellenállása annyira lecsökken, hogy hatására a T<sub>2</sub> tranzistor lezár, ami az előbbiekhöz hasonlóan a T<sub>1</sub> tranzistor lezárását és így a LED-ek elsötétítését vonja maga után. Az LDR által kiváltott kikapcsoláshoz tartozó környezeti fényerősség szintjét a P<sub>1</sub> potencióméterrel határozhatjuk meg.

A lámpa fényereje az R<sub>3</sub> ellenállás (T<sub>1</sub> bázisárama) változtatásával állítható be a szükségnek megfelelően. A LED-eken átfolyó áram kb. 20 mA.

## 2 ... 60 V/10 mA ... 1 A-es tápegység

A legnépszerűbb és legbevéltabb univerzális feszültség szabályozó típus a 723-as, amelyet a lineáris integrált áramkörök előállító cégek döntő többsége gyárt. Bemeneti feszültsége: 9,5 V ... 40 V, míg kimeneti feszültsége: 2 V ... 37 V között lehet.

Sok esetben szükségünk lehet azonban ennél nagyobb kimeneti feszültséget adó, egyszerű felépítésű feszültség szabályozóra. Erre ad lehető-

séget az SGS-Ates L146 típusjelölésű – a 723 típusal kivezetés kompatibilis – integrált feszültség szabályozója.

Míg a 723-as típus maximális bemeneti feszültsége 40 V, addig az L146 típusé 80 V.

Az L146 típusal kialakítható stabilizált tápegységek lényegében megegyeznek a népszerű 723-as típus közismert kapcsolástechnikájával (I. r. 1. és 2.).

A 9. ábrán 2 V ... 60 V között szabályozható, stabil kimeneti feszültséget adó, 10 mA ... 1 A között beállítható áramhatárolással ellátott tápegység elvi kapcsolási rajzát tüntettük fel. A kimeneti feszültség a P<sub>2</sub>-, a kimeneti áram a P<sub>1</sub> potencióméterrel állítható.

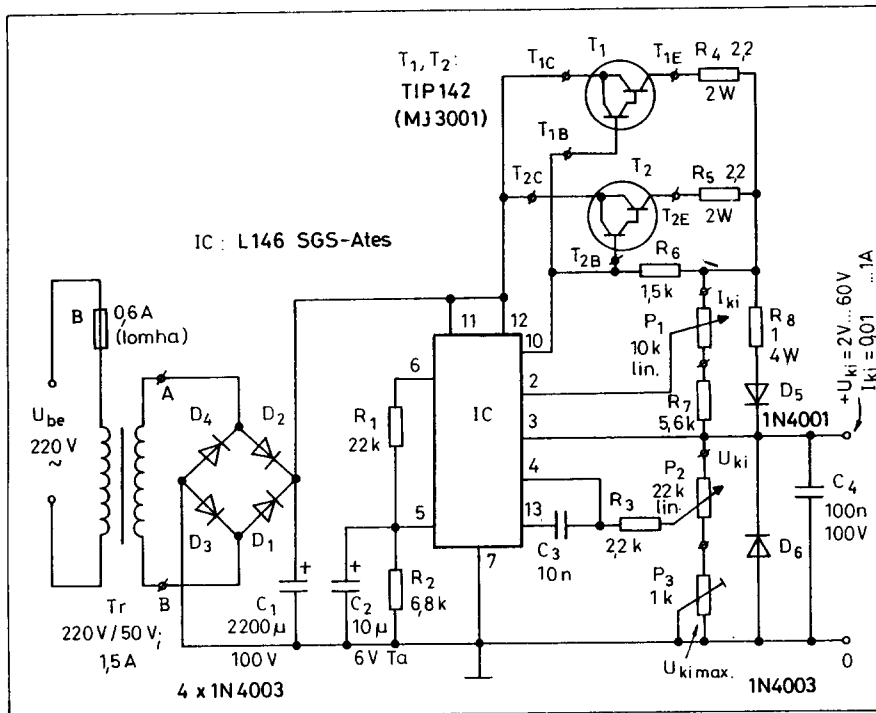
A Tr hálózati transzformátor 220 V/50 V; 1,5 A terhelhetőségű. A T<sub>1</sub> és T<sub>2</sub> tranzisztorokat megfelelő hűtőfelülettel kell ellátni.

A tápegység nyomtatott áramköri- és alkatrész-beültetési rajzát a 10., illetve a 11. ábrán adtuk meg.

## Elektronikus időmérő/Időkapcsoló

A következőkben bemutatunk egy időmérőként, illetve programozható időkapcsolóként működtethető készüléket.

A megépítésnél figyelembe vettük Olvasóink azon kérését, hogy a készü-



9. ábra. 2 V ... 60 V/10 mA ... 1 A terhelhetőségű stabilizált tápegység

# Olvassa a *hobby* elektronika -t?

Ha még nem, egy kis ízelítő a tartalomból:




Elektronika a lakásban  
Járműelektronika  
Elektroakusztika  
Műszerek  
Antennák  
Kapcsolási rajzok szervizhez  
Katalógus  
Rádió - TV - videó  
Hardver  
Játék, modell  
Zenei elektronika  
Műhelysarok  
Riasztók lakásba, járműbe  
Áramköri trükkök  
Rejtvénypályázat



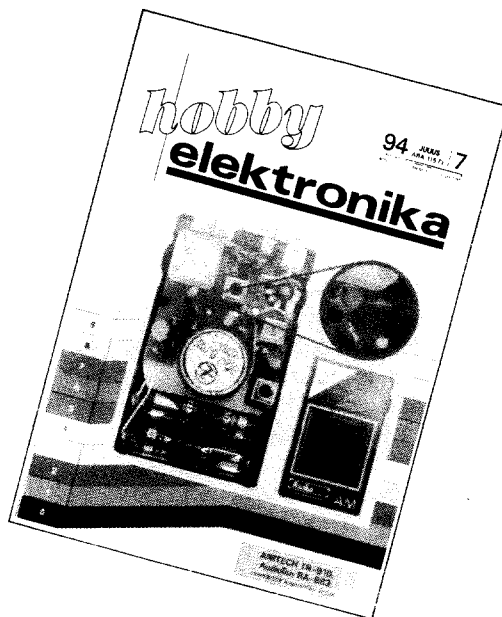
Minden hónapban sok kapcsolás, építési leírás!  
A nyomtatási rajzok filmjei a szerkesztőségben külön is kaphatók: 50 Ft/szám.

**Keresse havonta az újságárusoknál!**

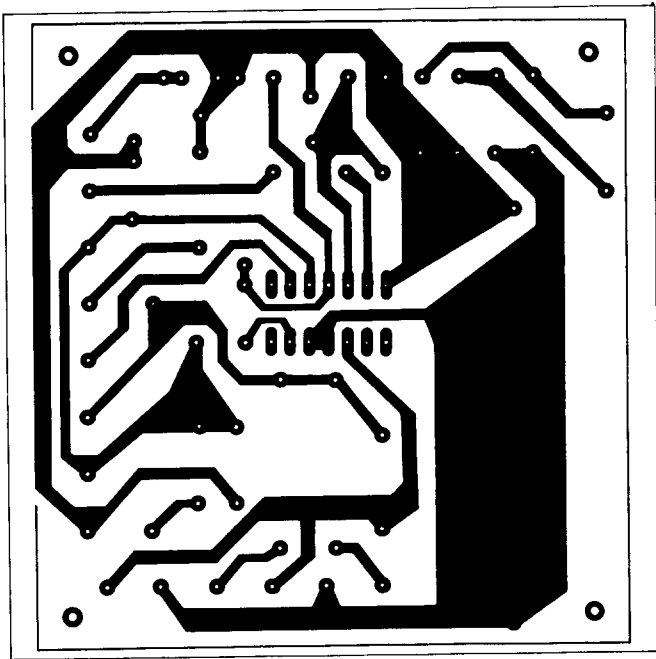
**De van egy jobb ötletünk:**

Fizessen elő a lapra  a szerkesztőségben, így a nyák-filmet ingyenesen kapja minden számhoz!

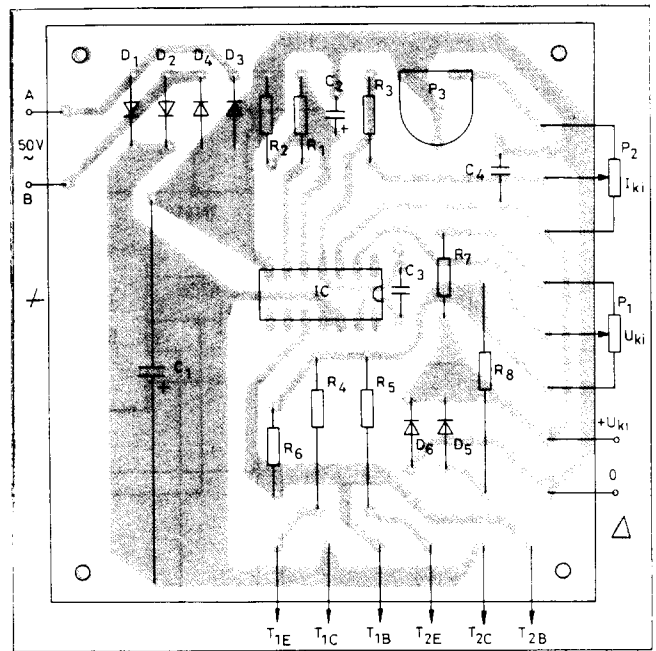
A szerkesztőség címe:  
Hobby Elektronika szerkesztősége  
Budapest IX., Lónyay u. 44. V. em.  
(1374 Budapest, Pf. 603.)  
Levélben vagy telefonon (217-0262) is megrendelheti a lapot!



# Olvassa a *hobby* elektronika -t!



10. ábra. Nyomatott áramkörti rajz a 9. ábrán látható kapcsoláshoz



11. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 9. ábrán látható kapcsoláshoz

lék hagyományos eszközökkel (a fiókjukban lapuló, fel nem használt alkatrészekkel) is felépíthető legyen. Ezért egyes áramkörök kialakításánál TTL logikai áramköröket is felhasználtunk, így egy elfogadható bonyolultságú- és költségkihatású készülékhez jutunk.

Az időzítő több egységből tevődik össze, melyek külön-külön is igen jól felhasználhatók egyéb kapcsolástechnikai megoldások részarámköreiként.

A részarámkörti egységek a következők:

- időjeladó,
- számláló- és perc/másodperc kiválasztó,
- hétszegmenses megjelenítővel felépített kétszámjegyű kijelző,
- stabilizált tápegység- és triak vezérlő,
- kezelőlap-áramkör.

Mint az a tömbvázlaton is látható (12. ábra), az elektronikus órának lelke az 1 Hz-es időjeladó, mely a  $G_1$  „Indítás” nyomógomb megnyomásakor indul, a  $G_2$  „Megállítás” nyomógomb lenyomásakor pedig megáll.

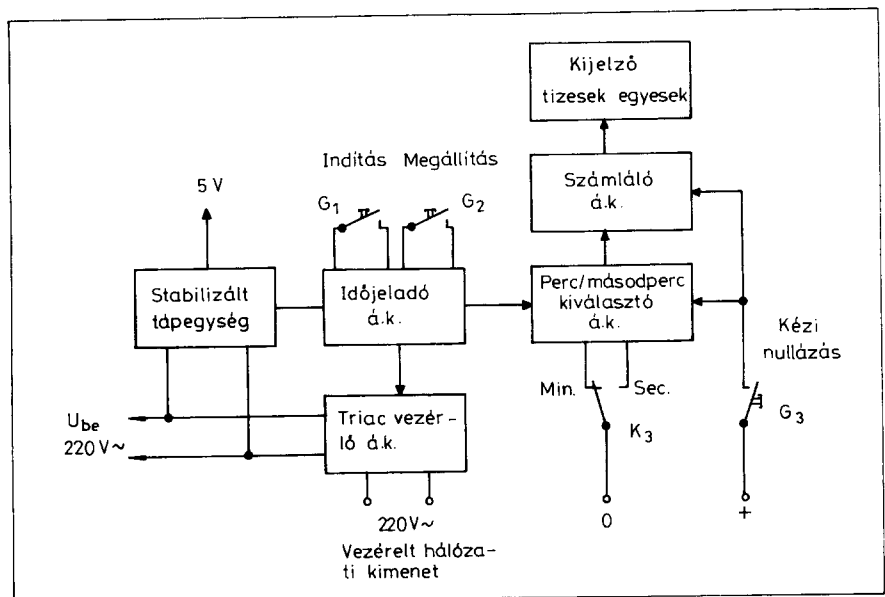
A vezérelt hálózati kimenetre a 220 V-os hálózati feszültség a triak-vezérlő áramkörön át jut a táplálandó fogyasztóra. Az 1 Hz-es frekvenciájú jel a perc/másodperc kiválasztó áramkörre jut. A jel innen a számláló áramkörre kerül. Ennek a feladata az, hogy a kétszámjegyű kijelző számára szolgáltat-

sa azokat a kódolt jeleket, amelyeknek alapján a számokkal megjeleníthető percben vagy másodpercben az az idő, amely az „Indítás” nyomógomb lenyomása óta eltelt (vagy pedig a halmozott idő, ha több művelet összeitartamát mértük).

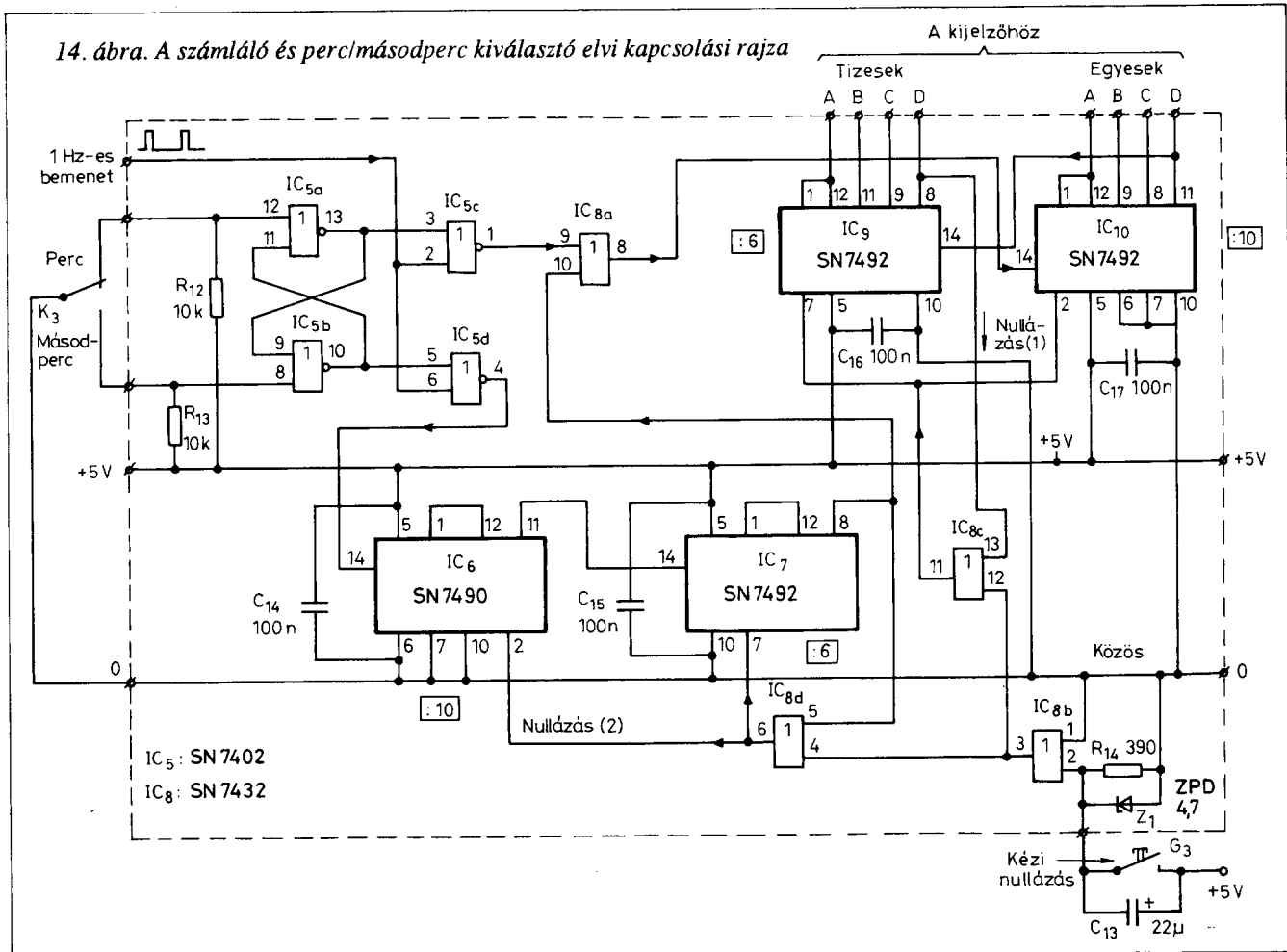
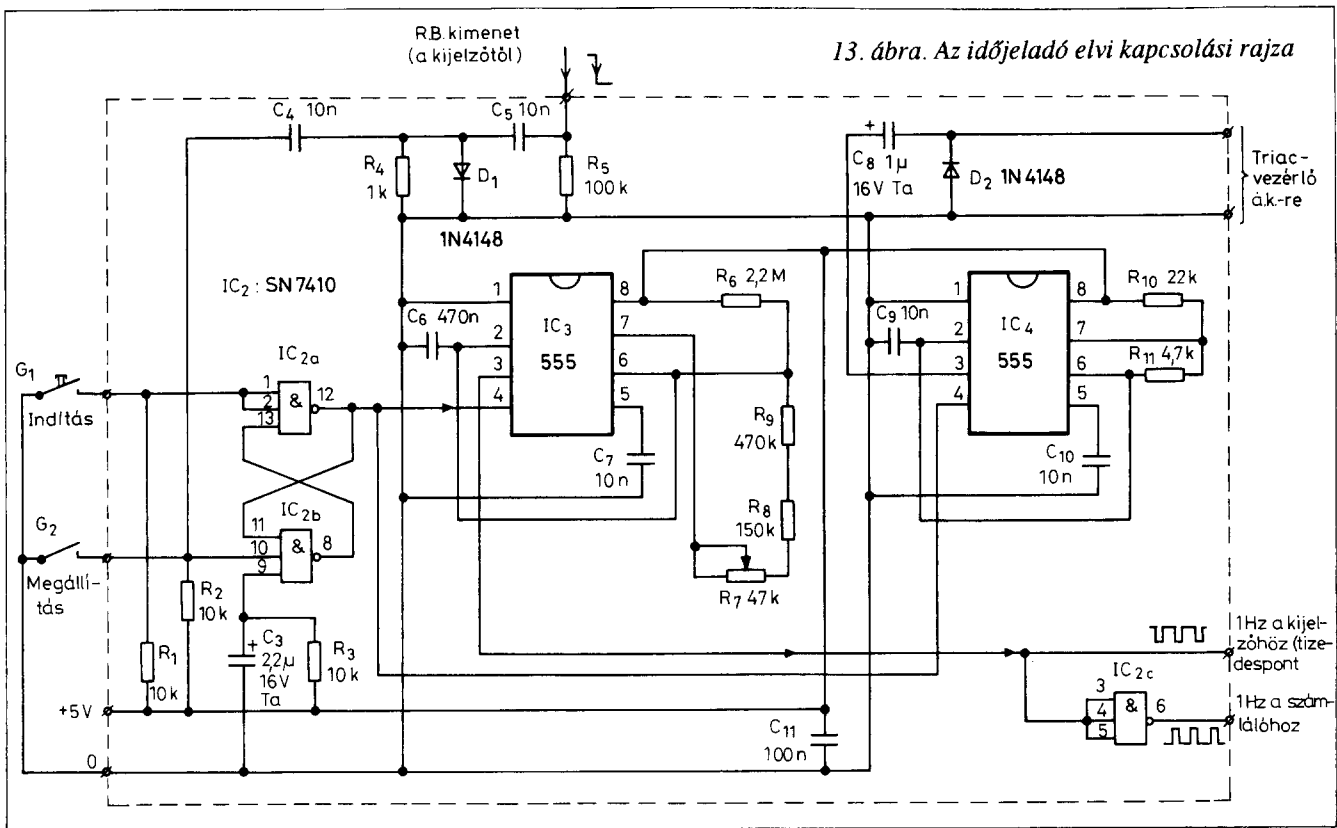
A  $G_2$  „Megállítás” nyomógomb lenyomása után egy nullázó nyomógomb (a  $G_3$  „Kézi nullázás”) segítségével nullára állíthatjuk a kétszámjegyű ki-

jelzőt, mielőtt új számlálást kezdünk. Ez a nullára való visszaállítás automatikusan megtörténik, ha a készüléket a hálózatra kapcsoljuk, vagy ha a megjelenített érték eléri a 60-at (percben, vagy másodpercben).

Az időjeladó részarámkör egység (13. ábra) egy-egy 555-ös időzítővel felépített vezérelt oszcillátorból áll. Az egyik (az  $IC_3$ ) az 1 Hz-es időalapjelet szolgáltatja, a másik ( $IC_4$ ) a triak vezérel-



12. ábra. Az elektronikus időmérő időkapcsoló tömbvázlata

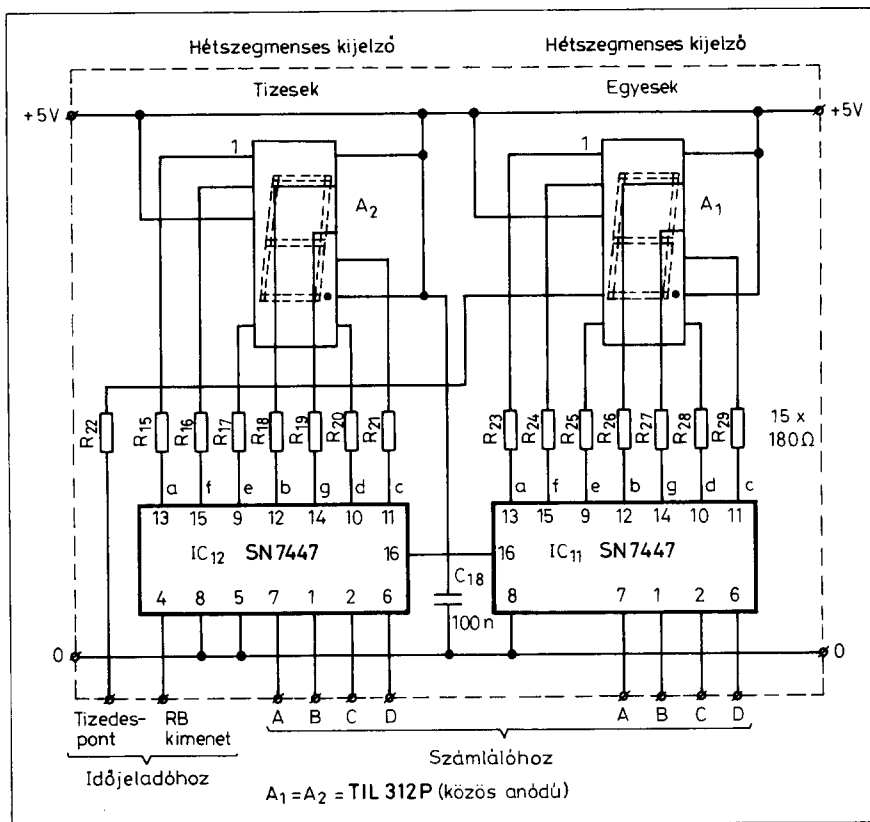


lésére kb. 5 kHz-es frekvenciájú jelet állít elő. A kapcsolásban a  $C_6$  1 Hz-es frekvenciameghatározó kondenzátornak jó minőségűnek kell lennie. A frekvencia beállítása az  $R_7$  beállító potenciométer segítségével történik. A sorbakapcsolt  $R_8$  és  $R_9$  ellenállások értéke módosítható, és ezzel állítható be az  $R_7$  potenciométer középhelyzetében az 1 Hz-es frekvencia. Az  $IC_3$  1 Hz-es oszcillátor vezérlése a 4-es csatlakozópontján keresztül történik: ha ennek feszültsége +5 V, azaz logikai 1 szinten van, akkor az oszcillátor működik, ha a jel-szint 0, akkor leáll. A kapcsolásban egy – a kontaktus pergés ellen védő – logikai billenőkörrel ( $IC_{2a}$  és  $IC_{2b}$ ) vezéreljük az  $IC_3$ -mal felépített oszcillátort. Az  $IC_{2a}$  kapu 12-es kimenete logikai 1 szintet vesz fel, ha az „Indítás” nyomógombot ( $G_1$ ) egyszer vagy többször egymás után megnyomjuk. A visszabilenés úgy megy végbe, hogy az  $IC_{2b}$  NAND kapu egyik bemenetét a  $G_2$  „Megállítás” nyomógomb segítségével vezéreljük.

Amikor a +5 V-os egyenfeszültség a készülék bekapcsolásakor megjelenik, az eredetileg kisütött állapotban levő  $C_3$  kondenzátor az  $R_3$  ellenálláson át töltődik. A töltés kezdetén  $IC_{2b}$  9-es bemenete 0 szinten, 8-as kimenete 1 szinten, ennek megfelelően az  $IC_{2a}$  kapu 12-es kimenete 0 szinten lesz. Ez az átmeneti jelenség nyilvánvalóan csak a  $C_3$  kondenzátor töltési időtartamáig tart. A készülék bekapcsolásakor tehát az  $IC_3$  oszcillátor nem működik. Az oszcilláció reteszelését érjük el akkor is, ha az RB kimeneti pontra lefutó jelhomlok érkezik (törlési jel, amely a kijelző egységből érkezik). Ez – amint majd látjuk – a számlálás 60. átmenetére történik meg, azaz a számlálási ciklus végén. Ezt a lefutó jelhomlokot a  $C_5$  és  $R_4$  differenciálja. A pozitív csúcsokat a  $D_1$  dióda vágja le, s így egy lefutó, nagyon keskeny impulzus-jelet kapunk, amelynek csúcsa kb. 3 V. Ez az impulzus az  $IC_{2a}$  és  $IC_{2b}$ -ből kialakított billenőkör 10-es bemenetére jut, amelynek következtében az oszcilláció leáll.

Az  $IC_3/3$  kimenetén megjelenő 1 Hz-es jel az  $IC_{2c}$  kapura jut és ezzel a pozitív impulzusokkal vezérelhetjük a számlálást. A közvetlen kimenő jel a kijelző egység tizedespontját vezérli.

Az  $IC_4$  oszcillátor 5 kHz-es impulzusokat állít elő. Ennek vezérlése az  $IC_3$ -mal azonos módon, a kontaktuspergés ellen védő billenőkör 12-es ki-

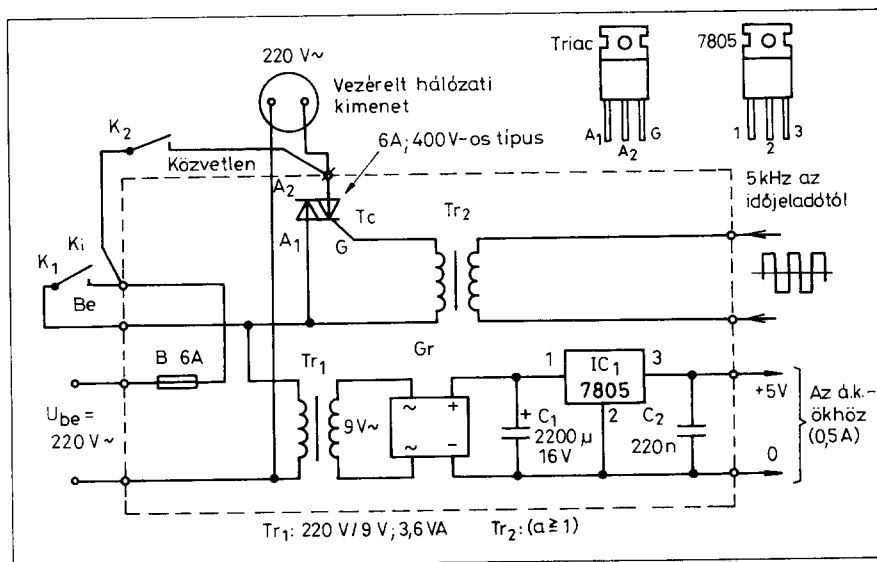


15. ábra. A két számjegyű kijelző egység elvi kapcsolási rajza

menetéről történik. A jel meglétekor a triak vezet, így a fogyasztóra 220 V-os feszültség kerül. Itt a  $C_8$  szerepe az egyenfeszültség leválasztása, a  $D_2$  pedig kiküszöböli a fordított irányú feszültséget, amely a dióda hiányában gerjesztené a triak induktív vezérlő áramkörét. A  $C_{11}$  kiszűri azokat a zava-

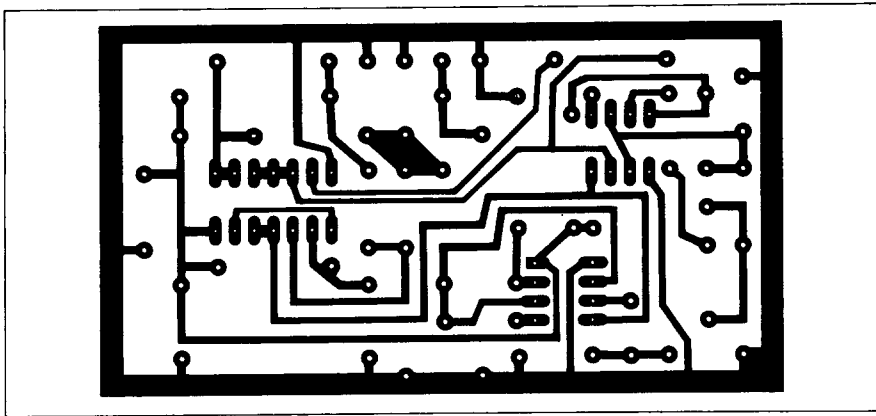
ró hatásokat, amelyek a hirtelen átmenetek pillanatában az időjeladó kártya és más kártyákon levő logikai áramkörök között fennálló csatlolás miatt lépnek fel.

Az 1 Hz-es impulzusok a számláló áramkörökre a kiválasztó áramkörtől jutnak, amelyeket egy perc/másodperc



16. ábra. A stabilizált tápegység és a triak-vezérlő egység elvi kapcsolási rajza





17. ábra. Az időjeladó egység nyomtatott áramköri rajza

kiválasztó logika vezérel. Az IC<sub>5a</sub> és IC<sub>5b</sub> NOR-kapuk képezik a kontaktuspergés ellen védő áramkört (14. ábra.) Aszerint, hogy a K<sub>3</sub> átkapcsoló perc vagy másodperc helyzetben van-e, az IC<sub>5</sub>-nek a 12-es, vagy a 8-as bemenete van nulla szinten. Ennek megfelelően a 13-as vagy a 10-es kimeneten jelenik meg a logikai 1 szint. Perc kapcsolóállásban az IC<sub>5c</sub> kapu 3-as bemenete logikai 1 szinten van. Ennek megfelelően annak kimenete mindenkor 0, míg az IC<sub>5d</sub> 5-ös bemenete logikai szinten van. Ilyen feltételek mellett ugyanis a 6-os láb egymást követő, 0-ról 1-re történő átmenetei invertálva jelentkeznek a kapu 4-es kimenetén. Ekkor az időjel-impulzusok az IC<sub>6</sub>-os osztó 14-es bemenetére jutnak.

Az IC<sub>6</sub> és IC<sub>7</sub> kaszkád frekvenciaosztót képez modulo 60 osztási aránnyal. Az első IC osztási aránya 10, a másodiké 6. Ezzel a kialakítással a kimeneten olyan impulzusokat kapunk, amelyeknek a periódusa 60-szor hosszabb, mint a bemeneti impulzusoké, azaz percnként 1 impulzus. Ezeknek az osztóknak a kimeneti jele az IC<sub>8a</sub> VAGY-kapu 10-es bemenetére jut, de a 8-as kimenetén is megjelenik és az elsővel azonos, 60-nal osztó másik számlálóláncre jut. (IC<sub>10</sub> 14-es láb). Ez a számlálólánc a 10-zel osztó IC<sub>10</sub> és a 6-tal osztó IC<sub>9</sub>-ből áll. Az IC-k kódolt kimeneti jelei kétszámjegyű kijelző egységre jutnak. Ilyen módon egy állapotváltozás esik minden percre az IC<sub>10</sub> esetében és minden 10 percre az IC<sub>9</sub> esetében.

Amennyiben a K<sub>3</sub> átkapcsoló másodperc állásban van, akkor az IC<sub>6</sub>/IC<sub>7</sub> előszámláló nem kap gerjesztést és az időjel-impulzusok közvetlenül a végső számlálóláncre jutnak az IC<sub>8a</sub> kapun keresztül. Ebben az esetben IC<sub>10</sub> szám-

láló ABCD kimeneteinek állapota minden másodpercben, az IC<sub>9</sub> állapotai pedig 10 másodpercenként változnak.

A számlálóknak több nullára állító áramköre van. Ezek úgy működnek, hogy az IC<sub>9</sub>/IC<sub>10</sub> és az IC<sub>6</sub>/IC<sub>7</sub> áramkör megfelelő kapcsaira – Nullázás (1), ill. Nullázás (2) – egy L-H impulzust, vagy logikai 1 szintet adnak, amely mindegyik osztót a kezdeti állapotába állítja vissza, ugyanakkor reteszeli az időjelet. Az első nullára állítás automatikus és a bekapcsoláskor következik be a C<sub>13</sub> kondenzátor segítségével. A C<sub>13</sub> és R<sub>14</sub> egy differenciáló áramkört képez úgy, hogy a készülék bekapcsolásakor a +5 V megjelenésekor egy rövid impulzus jelenik meg, amely az összes számlálót nullára állítja a Nullázás (1) és Nullázás (2) útján. A Z<sub>1</sub> Z-dióda védi a vezérlő kaput a túlfeszültség, vagy a fordított irányú feszültség ellen.

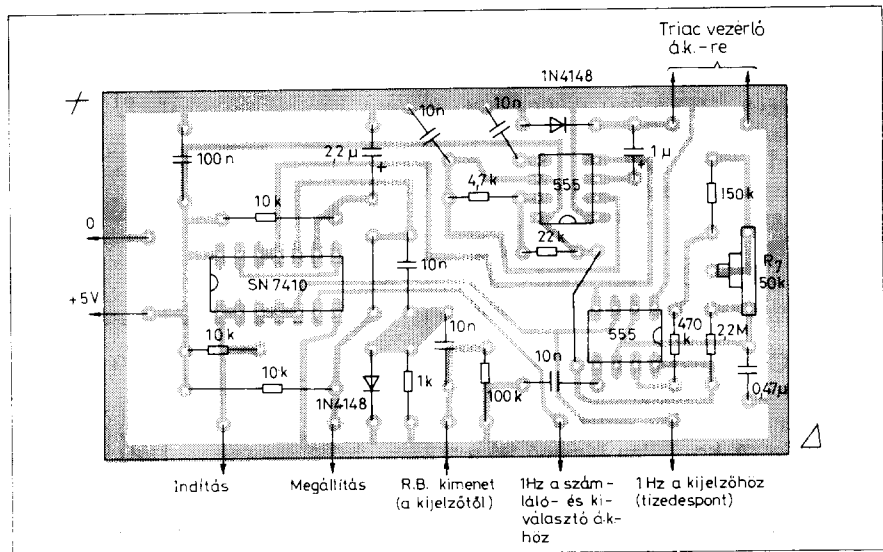
A visszaállítást a G<sub>3</sub> nyomógombbal is elvégezhetjük. Ennek hatása azonos a kezdeti automatikus nullára állítással.

A számlálás 60-ra történő korlátozása céljából az IC<sub>10</sub> és IC<sub>9</sub>-et az 59. impulzus beérkezése után nullázni kell. A 7492 áramkör (IC<sub>9</sub>) igazságtáblázatból látható, hogy a D kimenet a 6. átmenetre vált állapotot és logikai 1 szintre áll be. Ez a feszültség a Nullázás (1) vonalra jut az IC<sub>8</sub> kapun keresztül. Ugyanígy járunk el az IC<sub>6</sub>/IC<sub>7</sub> számláló láncsal kapcsolatban az IC<sub>8d</sub> kapu segítségével a Nullázás (2) vonal útján.

A nem kívánatos csatolások elkerülése céljából mindegyik számláló tápfeszültség-lábát külön-külön 100 nF-os kondenzátorral hidegítjük.

A kétszámjegyű kijelző egység (15. ábra) az IC<sub>11</sub> és IC<sub>12</sub> dekódoló/meghajtó IC-ből áll, amelyek a kódolt állapotjeleket (4 bites) az IC<sub>10</sub> ill. az IC<sub>9</sub> áramkörökről kapják. Kimenetük az A1 (egyesekek) és az A2 (tízesekek) csatlakozópontjaira vannak bekötve 180 Ω-os áramkorlátozó ellenállásokon keresztül. A megjelenítők hétszegmenses kijelzők (pl. TIL312P, közös anódú). A kijelzők anódja +5 V-ra csatlakozik. Az IC<sub>12</sub>-nél az 5-ös pontot leföldeltük. Ennek az a következménye, hogy megszűnik az A<sub>2</sub> kijelző tápellátása, ha jel nem érkezik. Így esztétikai, ill. energia-takarékossági célból pl. 08 kijelzésekor csak a 8-as számjegy jelenik meg (zero blanking).

Az IC<sub>12</sub> 4-es csatlakozópontja logikai 1 szintről 0 szintre vált át, valahány-



18. ábra. Alkatrész-beültetési rajz az időjeladó egységhez

szor a számlálás eléri a 60. átmenetet. Az ABCD kimenetek ekkor ismét egyidejűleg nullázódnak. Ezt a tulajdonságot arra használjuk fel, hogy letiltjuk az

időjelgenerátort a már ismertetett módon. Másrészt az 1 Hz-es időjel az „Egyesek” után elhelyezkedő tizedes-pontot vezérli. Amikor perceket szám-

lálunk, a tizedespont másodperces ütemű villogása jelzi, hogy az időjeladó jól működik.

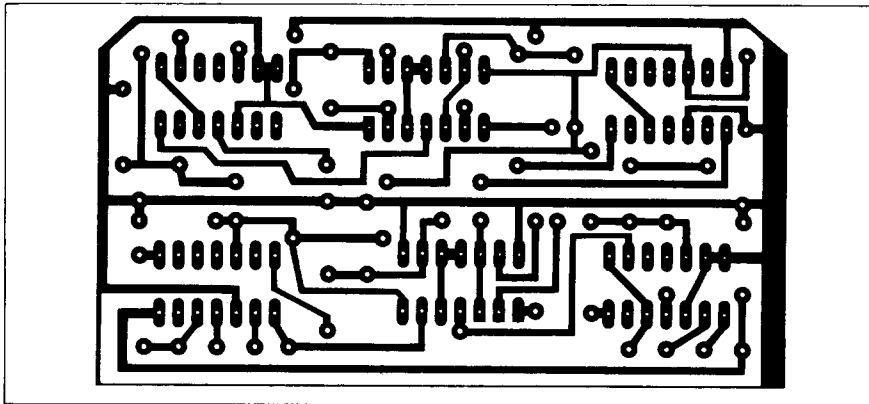
Az áramkörök tápfeszültségellátására 7805 IC-vel felépített +5 V-os tápegységet használunk (16. ábra). A vezérelt hálózati kimenetre a 220 V-os váltakozófeszültség a triakon keresztül jut el attól függően, hogy érkezik-e 5 kHz-es jel az időjeladóból vagy sem. A K<sub>2</sub> kapcsoló segítségével a triak rövidrezárható és így közvetlenül is táplálható a fogyasztó (pl. fényképszeti nagyító beállításakor).

A vezérelt hálózati kimenetet és a készülék összes áramkörét 6 A-es biztosító védi (B).

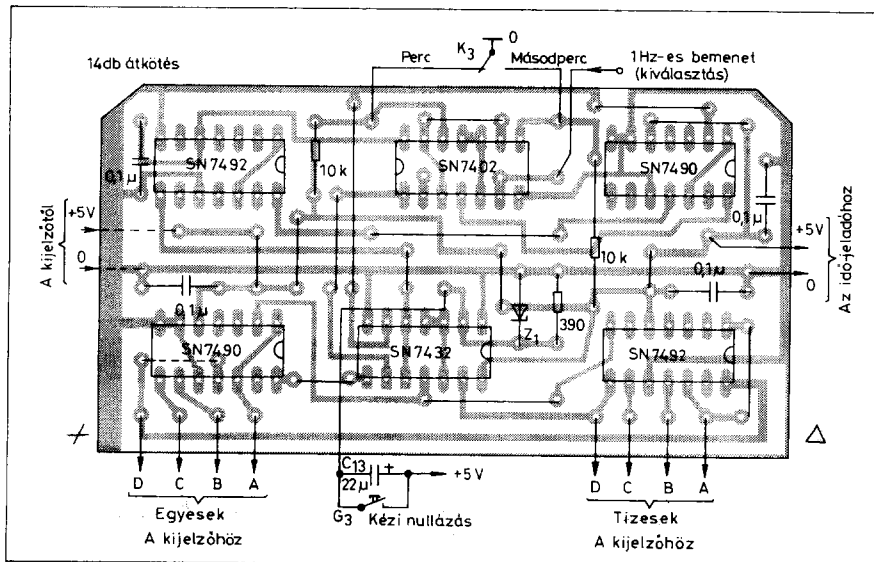
Az ismertetett, különféle feladatokat ellátó áramkörök négy nyomtatott áramköri kártyán helyezkednek el. Az időjeladó egység nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajzát a 17., illetve a 18. ábrán adtuk meg. A számláló és perc/másodperc kiválasztó egység nyomtatott áramköri lapjának fóliarajzát a 19. ábrán láthatjuk. Ez az egység hat integrált áramkört tartalmaz (20. ábra). Az alkatrészbeépítésnél feltétlenül ügyeljünk a 14 db átkötővezeték beforrasztására.

A kijelző egység nyomtatott áramköri rajzát a 21. ábrán, a beültetés módját pedig a 22. ábrán tüntettük fel. Itt a fóliaoldalon forrasztással felerősített anyák könnyítik meg a szerelést. A kijelzőket közvetlenül a nyák-lapra forrasztjuk. A nyáklapon egy kivágás látható, hogy adott esetben a K<sub>3</sub> kapcsolót itt helyezhessük el. A kezelőlapon helyezkedik el (23. ábra) a G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> és G<sub>3</sub> indító, megállító és kézi nullázónyomógomb, valamint a C<sub>12</sub> és C<sub>13</sub> kondenzátor. Nyomógombként bármilyen típusú, kisméretű nyomógomb megfelel, mivel azok a hibás működés megelőzése céljából kontaktus-pergés elleni védőáramkört működtetnek. A kezelőlap fóliarajzát a 24., a beültetés módját pedig a 25. ábrán tüntettük fel. Az előzőekhez hasonlóan erre a lemezre is anyákat forrasztunk fel, amelyek a szerelést is megkönnyítik.

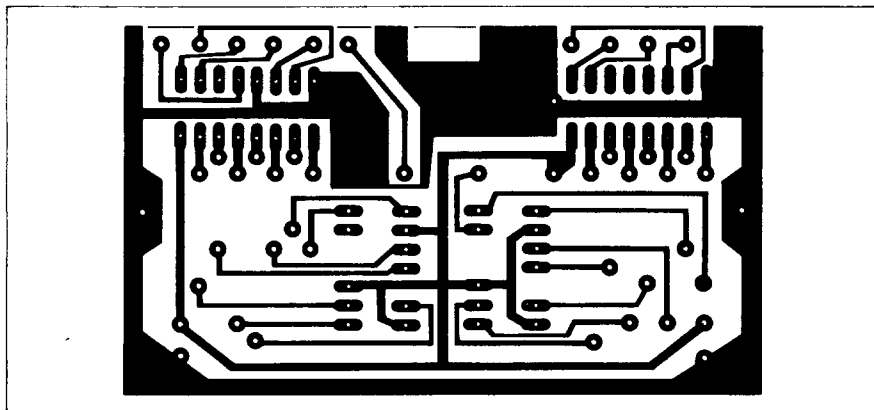
Végezetül a stabilizált tápegység és triak-vezérlő egység nyomtatott áramköri lapjának fóliarajzát, ill. az alkatrész-beültetési rajzát láthatjuk a 26. és a 27. ábrán. Graetz egyenirányítóként bármely legalább 0,5 A terhelhetőségű 50 V-os típus megfelel. Tr<sub>2</sub> transzformátor fényjátékokban használatos miniatűr trafó, melynek a szekunder tekercse a nagyobb menetszámú (á ≥ 1).



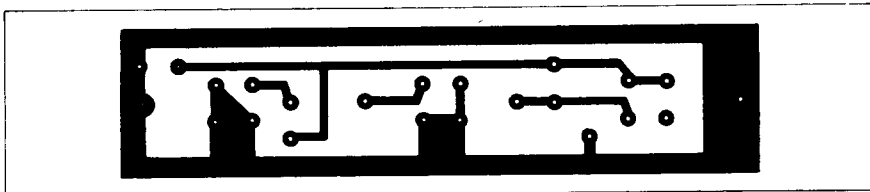
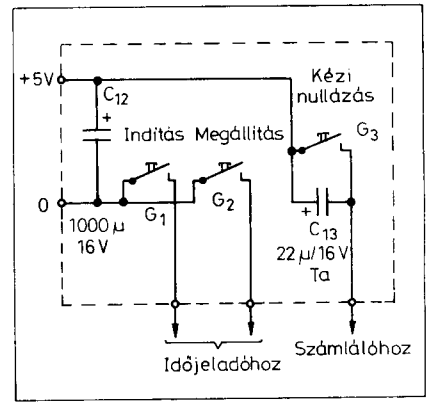
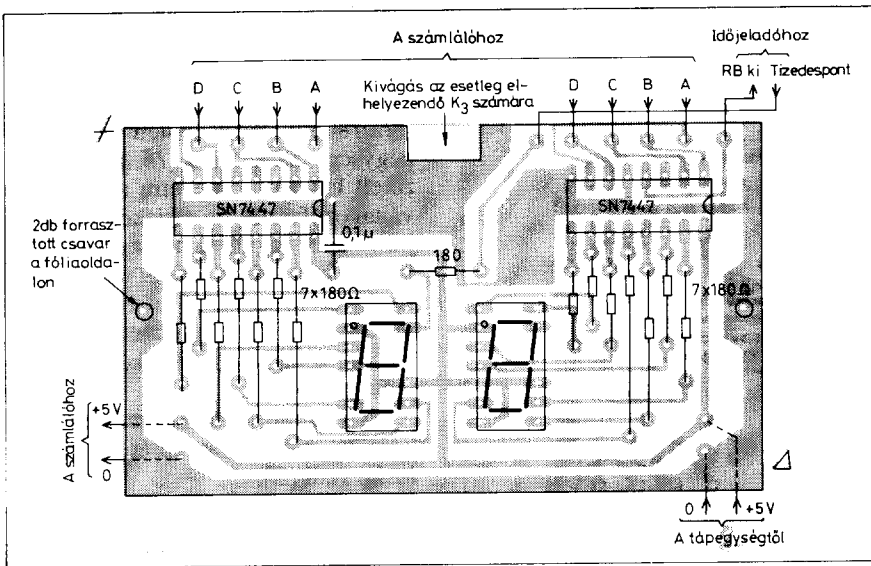
19. ábra. A számláló és perc/másodperc kiválasztó egység nyomtatott áramköri rajza



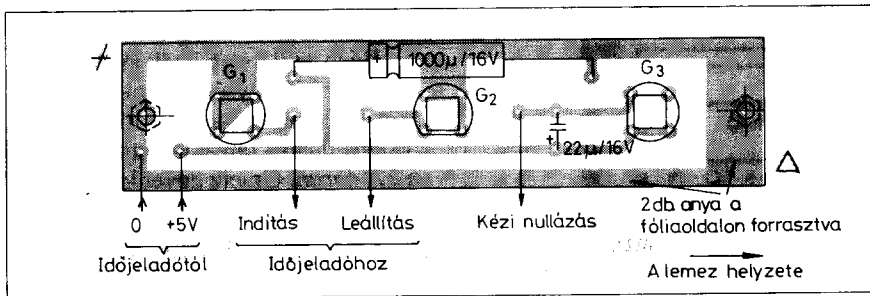
20. ábra. A számláló és perc/másodperc kiválasztó egység alkatrész-beültetési rajza



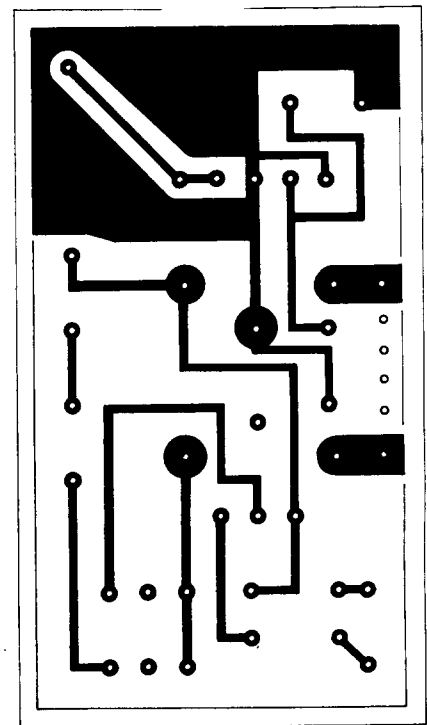
21. ábra. A kijelző egység nyomtatott áramköri rajza



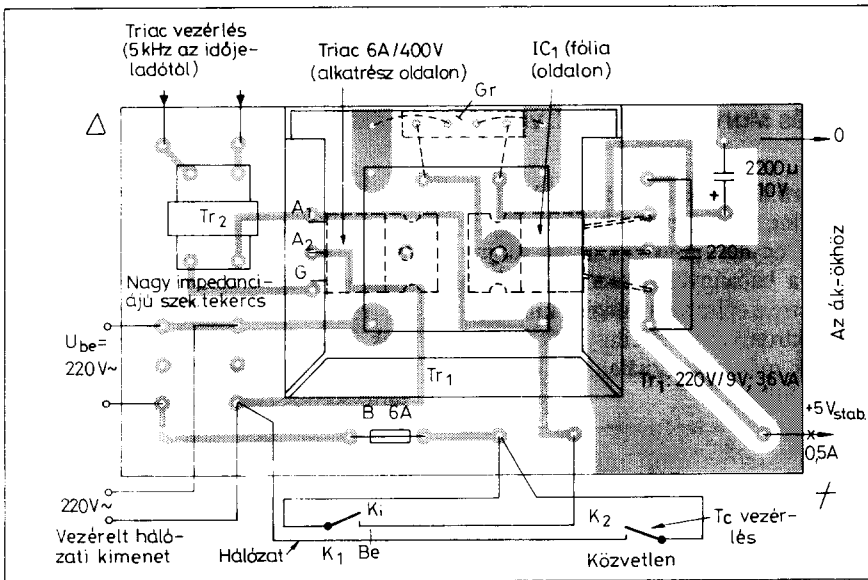
24. ábra. A kezelőlap nyomtatott áramköri rajza



25. ábra. A kezelőlap alkatrész-beültetési rajza



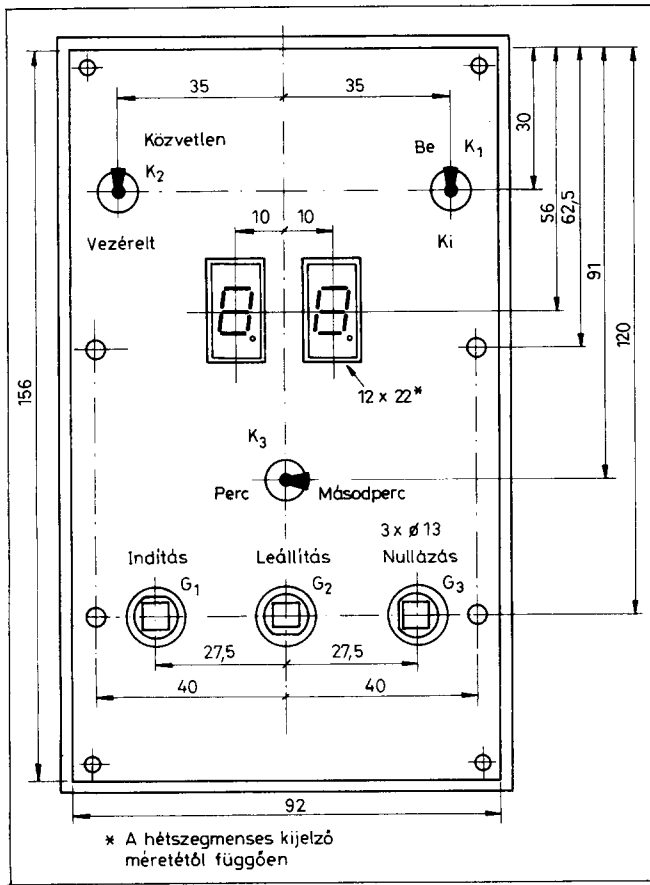
26. ábra. A stabilizált tápegység és a triak-vezérlő egység nyomtatott áramköri rajza



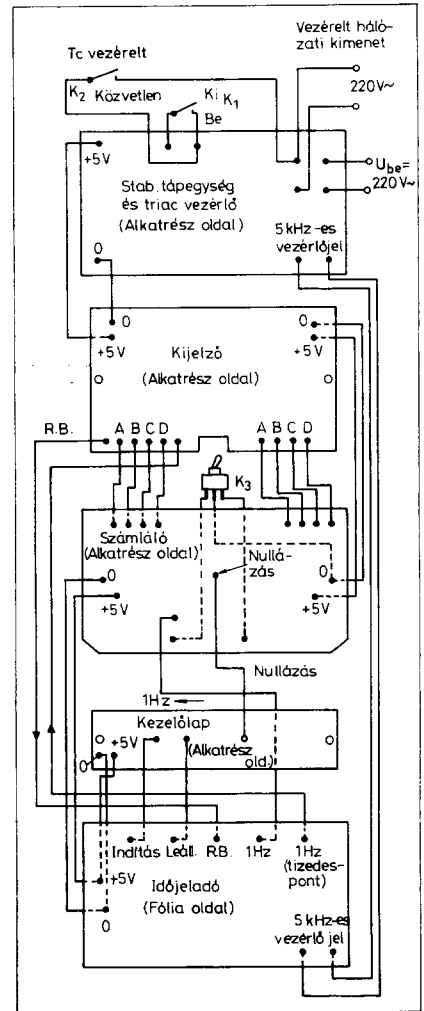
27. ábra. A stabilizált tápegység és triac-vezérlő egység alkatrész-beültetési rajza

a  $K_3$  kapcsolót másodperc állásba kell állítani és lekapcsolt terheléssel 15 másodpercig ( $60 - 45 = 15$ ) működtetjük a számlálót, majd  $G_2$ -vel leállítjuk. Ezután a  $K_3$  kapcsolót perc állásba kapcsoljuk át, a fogyasztót bekapcsoljuk és megnyomjuk a  $G_1$  indító nyomógombot.

Ekkor a számlálás és a vezérelt csatlakozó 45 percen át aktív lesz. A készülék célszerűen kihasználható fel ezen üzemmódban háztartási villamos berendezések (pl. főzőlap, kávéfőző stb.) üzemeltetéséhez.



29. ábra. Az elektronikus időkapcsoló óra előlapjának mechanikai rajza (nem méretarányos, vázlatos rajz)



28. ábra. Az elektronikus időkapcsoló óra – nyáklapokat összekötő – huzalozási rajza (nem méretarányos, vázlatos rajz)

# Védő-, felügyelő és riasztóberendezések

Ferenczi Ödön és Morvay István okl. villamosmérnökök

Olyan korban élünk, amelyben különösen sokféle veszély leselkedik ránk. Az élet, a rend s az értékes javak sértetlen megőrzése – sajnos – nagyon is időszzerű feladat.

Bűnesetek, szerencsétlen véletlenek, természeti csapások és eltérően gondolkodó személyek akciói fenyegetnek bennünket. Családunk nyugalmanának megőrzése és a káresemények megelőzésének érdekében indokolt a különféle – a biztonságot szolgáló – védő-, felügyelő és riasztóberendezések mind szélesebb körű alkalmazása. Ezekből mutatunk be itt néhány egyszerűbb áramkört és gyári terméket.

## 1. Elektronikus babafelügyelő

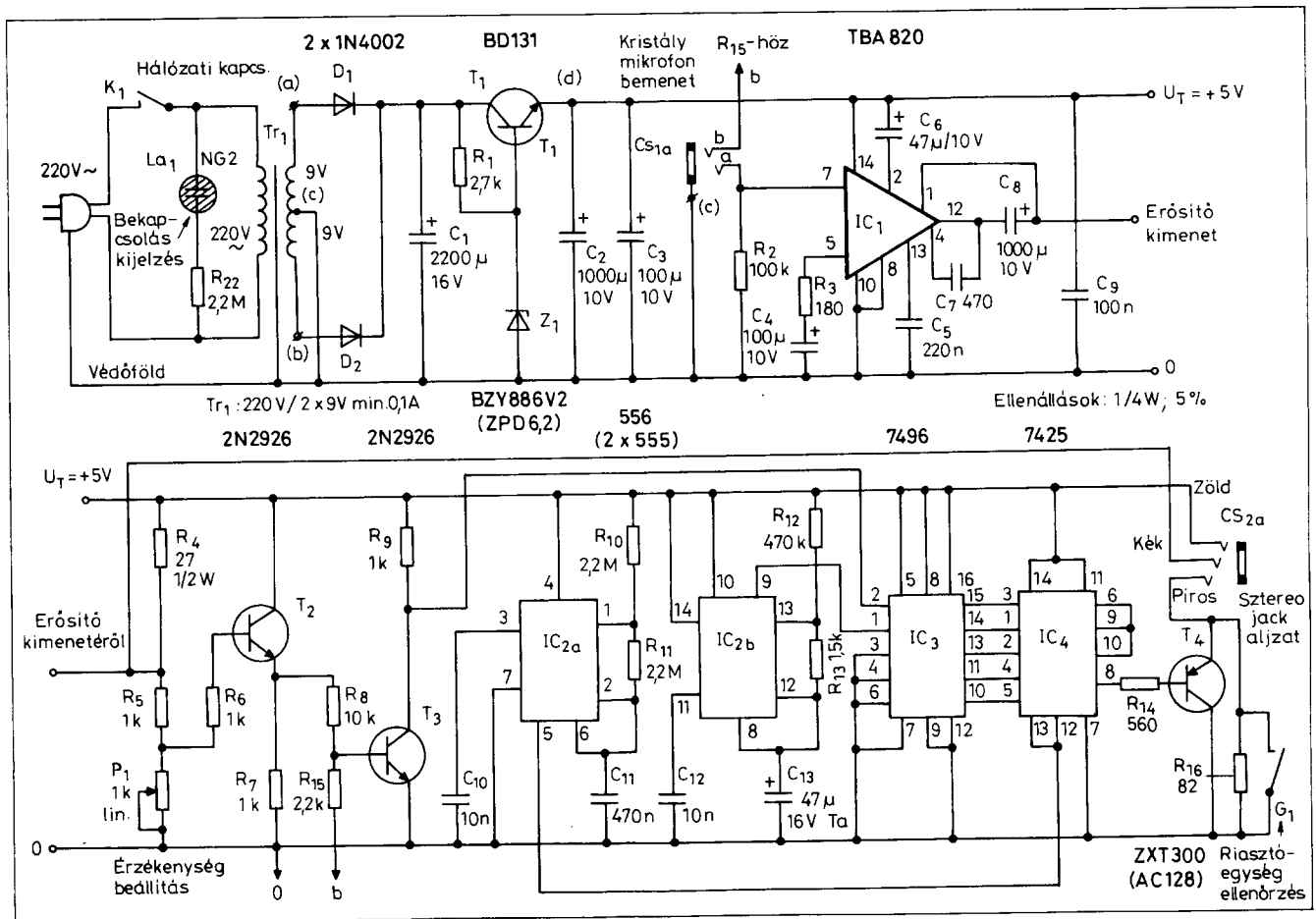
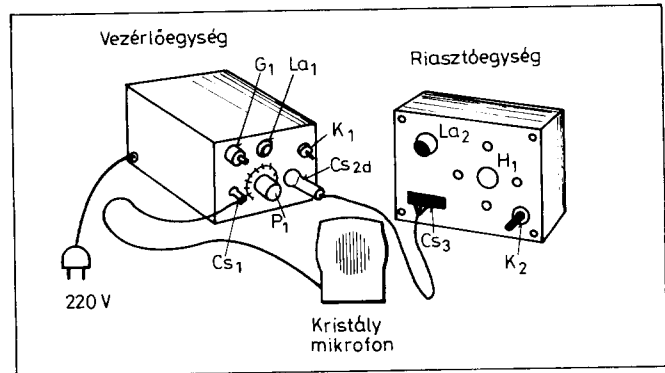
A sokrétű háztartási teendőink miatt nem mindig lehetséges és nem is

célszerű állandóan a baba mellett tartózkodni. Sokkal nyugodtabban végezhetjük egyéb munkánkat, ha tudjuk hogy a babaágyban minden rendben van. Erre a célra szolgálnak a különböző elektronikus babafelügyelők, ill. babaőrök, más szóhasználattal az elektronikus dajkák.

A HE 1993/6. számában már bemutatunk egy lehetséges megoldást. Itt most egy, szolgáltatásában sokoldalúbb készüléket ismertetünk.

A készülék a baba nyugodt alvásának felügyeletét teszi lehetővé a lakás más helyiségében (pl. a konyhában) tartózkodó szülő számára.

1. ábra. Az elektronikus dajka részegységei a kezelőszervek feltűntetésével



Az elektronikus dajka a baba közelében elhelyezett vezérlőegységéből és a hozzá tartozó mikrofonból, valamint az azzal háromeres kábellel összekötött riasztóegységéből áll (1. ábra). A riasztóegység a lakás megfelelő pontján helyezhető el.

A vezérlőegység és a hozzá tartozó tápegység elvi kapcsolási rajza a 2. ábrán látható.

A készülék a következőképpen működik: Amikor a baba felsír, a mikrofon által felvett jel hatására a vezérlőegységben levő (IC<sub>3</sub>, lásd a működést később) léptetőregiszter A flip-flopjába egy 1-es kerül beírásra. 10 másodperc múlva a regiszter tartalma egy lépéssel előbbre halad (az A flip-flop tartalma a B flip-flop-ra, a B flip-flop tartalma a C flip-flop-ra kerül stb., az E flip-flop tartalma pedig elvész).

Ebből következik, hogy a baba egy-szeri felsírása esetén a léptetőregiszter 50 másodperc eltelte után ismét teljesen üres lesz. A riasztás feltételül ezért azt választottuk, hogy egyidejűleg legalább a léptetőregiszter két flip-flopjának kell 1 állapotot felvennie. Ilyenkor a vezérlőegység 10 másodperces időtartamra riasztóhangot sugároz ki. Ha a baba közben ismét elalszik, akkor a riasztás megszűnik. Folyamatos riasztás csak a baba folyamatos sírása esetén keletkezik. A riasztás bekövetkezésekor megvan a lehetőség arra, hogy egy kapcsoló segítségével „behallgassunk” a kisbabához és így meggyőződhessünk arról, mi váltotta ki a riasztást, szükség van-e közvetlen beavatkozásra.

A készülék táplálása a hálózatról történik a hálózati transzformátor, a D<sub>1</sub> és D<sub>2</sub> egyenirányító diódák, a C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> szűrőkondenzátorok, valamint a T<sub>1</sub> tranzisztorból, az R<sub>1</sub> ellenállásból és a Z<sub>1</sub> Z-diódából álló feszültség szabályozó kapcsolás útján (2. ábra).

A baba közelében elhelyezett mikrofon jele a Cs<sub>1</sub> csatlakozó útján jut be a hangerősítő szerepét betöltő IC<sub>1</sub> bemenetére. A felerősített jel a T<sub>2</sub> és T<sub>3</sub> tranzisztorttal működő nagy erősítésű detektorkapcsolásra kerül. Amennyiben elég erős hang érkezik a mikrofonra, azaz IC<sub>1</sub> kimenete egy adott szintnél nagyobb, úgy T<sub>3</sub> kollektora magas szintet vesz fel. Az érzékenység a P<sub>1</sub> potenciométerrel állítható be a helyi körülményeknek megfelelően az optimális értékre. Az IC<sub>2</sub> integrált áramkörben található két időzítő kapcsolás astabil multivibrátorként működik. Az

egyik multivibrátor körülbelül 1 Hz-es frekvenciájú, 2:1 jel/szünet arányú négyszögjelet állít elő, míg a másik körülbelül 0,1 Hz frekvencián működik és kimenetén a 10 másodpercenként bekövetkező, igen rövid alacsony szintű óraimpulzusok időtartamától eltekintve magas szint jelenik meg.

Az említett órfrekvenciák névelgések, beállításuk elegendő pontossággal az R és C tagok értékének megválasztásával történhet. Külön beállító potenciométerek használata nem szükséges.

A logikai áramkör egy 7496 típusú ötbites léptetőregiszter IC-ből (IC<sub>3</sub>) és egy 7425 típusú, két négybemenetű NOR-kaput tartalmazó integrált áramkörből (IC<sub>4</sub>) áll.

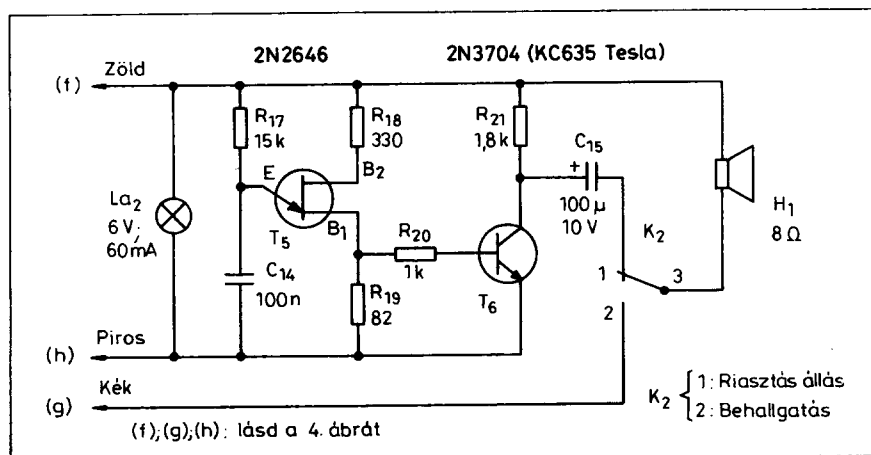
A detektorkapcsolás kimenetéről (T<sub>3</sub> kollektoráról) a jel a léptetőregiszter A flip-flopjára kerül (IC<sub>3</sub> 2-es kivezetése). A közös előre beállító (preset) bemenetet (IC<sub>3</sub> 8-as kivezetését) az U<sub>T</sub> tápfeszültség folyamatosan magas szinten tartja és így az A flip-flop kimenete azonnal magas szintet vesz fel, mihelyt bemenetére a magas szint érkezik. A többi flip-flop preset bemenete földelt és így azok a tápfeszültség bekapcsolásakor alacsony szintre állnak be.

Ha a 10 másodperces időtartam folyamán zaj keletkezik, akkor az A flip-flop kimenete magas szintet vesz fel és a 10 másodperces intervallum végéig magas szintű is marad. Ezután az óraimpulzus 10 másodperces lépésekben végiglépteti ezt a magas szintű jelet a léptetőregiszter valamennyi flip-flopján. Amennyiben a következő 50 másodpercen belül újabb zaj nem keletkezik, úgy a magas szintű jel az E flip-

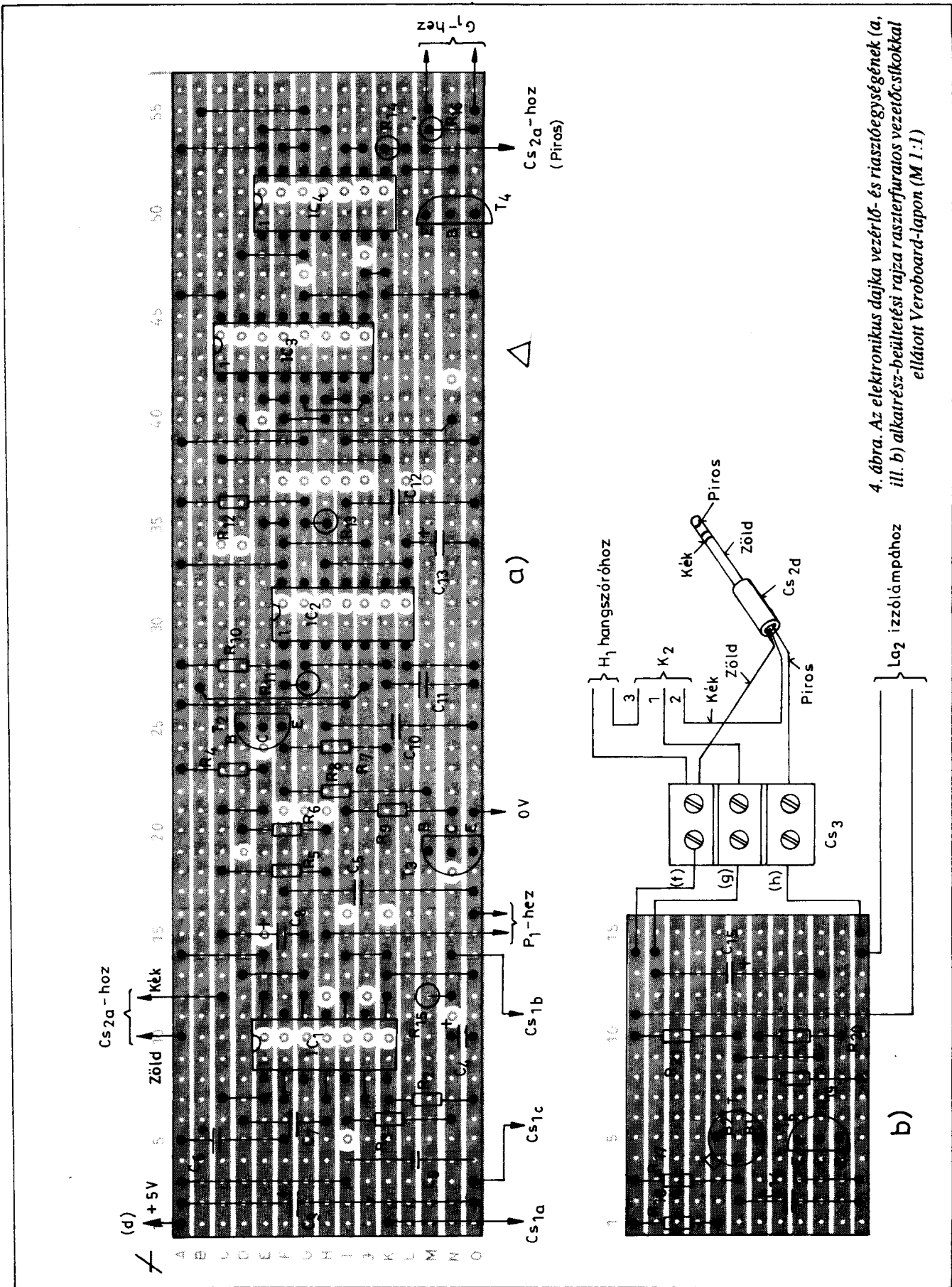
flopból is kilép és az egész léptetőregiszter üres marad. Az IC<sub>4</sub> négybemenetű NOR-kapujának bemenetei a léptetőregiszter B-től E-ig terjedő flip-flopjának négy kimenetére csatlakoznak.

Ez a kapu csak akkor működik, ha előkészítő bemenete (3-as kivezetés) magas szinten van. Ha ez a bemenet alacsony szintű, akkor a kimenet a bemenetek állapotától függetlenül mindig alacsony szinten marad. Az első NOR-kapu az A flip-flopról kapja az előkészítő bemenetet. Ha az A flip-flop kimenete alacsony szintű, azaz a 10 másodperces időintervallum tartama alatt zaj nem érkezett a mikrofonra, akkor a NOR-kapu kimenete a többi bemenet állapotától függetlenül alacsony szintet vesz fel. Ha azonban az A regiszter a baba sírásának hatására magas szintet vesz fel, akkor a további események a léptetőregiszter többi flip-flopjának állapotától függenek. Amennyiben az előző négy — tíz másodperces — periódus valamelyikében a baba már hangot adott, azaz a léptetőregiszter valamelyik másik flip-flopja vagy több flip-flopja is magas szintet tárol, úgy a NOR-kapu kimenete is magas szintűvé válik és kinyitja a T<sub>4</sub> tranzisztort (riasztás). A 10 másodperces periódus végén, ha az A flip-flop alacsony szintű marad, akkor a T<sub>4</sub> tranzistor lezár és a riasztás megszűnik. Ha a baba továbbra is hangokat hallat, akkor természetesen az A flip-flop újra magas szintet vesz fel és a riasztás folytatódik.

A második NOR-kapu előkészítő bemenetét tartósan az U<sub>T</sub> tápfeszültségre kötöttük, és így az a szokásos kétbemenetű OR-kapunak megfelelő-



3. ábra. Az elektronikus dajka riasztóegységének elvi kapcsolási rajza



4. ábra. Az elektronikus daljka vezérlő- és riasztóegységének (a, ill. b) alkatrész-beültetési rajza raszterfuratos vezetőcsíkokkal ellátott Veroboard-lapon (M 1:1)

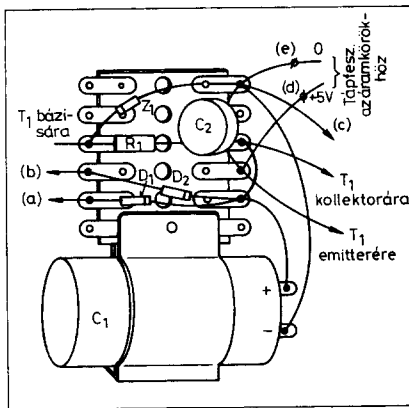
en működik. Az egyik bemenete az első NOR-kapukimenetéről, a másik bemenete pedig az 1 Hz-es órajel generátorról kap jelet. Nyugalmi állapotban ennek a kapunak a kimenetén folyamatosan alacsony szint jelenik meg. Amikor a riasztási állapot következik be, akkor akapukimenetén az órajel inverze jelenik meg. Ez a kimenet vezérli a  $T_4$  tranzisztort.

A vezérlőegységhez háromeres vezetékkel csatlakozó riasztóegység a jelzhangot előállító oszcillátor fokozatból ( $T_5$ ) és a teljesítményerősítőtől ( $T_6$ ) áll (3. ábra). Az oszcillátor frekvenciája a  $C_{14}$  kondenzátor értékével állítható be a kívánt hangmagasságra. A  $T_4$  tranzisztor kinyitott állapotában kigyullad a riasztóegységben elhelyezett  $La_2$  jelzőlámpa és megszólal a jelzhang.

Az elektronikus dajka megbízható működését a következő megoldások biztosítják:

A riasztóegységen tudatosan nem helyeztünk el hangerőszabályozót. Így az nem is felejthető lecsavart állapotban.

Nyugalmi állapotban a  $T_4$  tranzisztor zárt állapotú. Ekkor  $R_{16}$  ellenálláson átfolyó kis áram a hangfrekvenciás oszcillátor működtetéséhez nem elegendő, de a jelzőlámpát gyengén felizzítja. Riasztás keletkezésekor ez a lámpa teljes fényvel ég és megszólal a jelzhang is. Így az  $La_2$  jelzőlámpa egy-



5. ábra. Az elektronikus dajka tápegységének szerelt áramköri lapja (nem méretarányos rajz)

ben a készülék bekapcsolt állapotának kijelzésére is szolgál.

A  $C_{S1}$  mikrofoncsatlakozó egyik oldala kapcsoló szerepét tölti be, mely az  $R_{15}$  ellenállás útján leföldeli a  $T_3$  tranzisztor bázisát. Ha a  $C_{S1}$  csatlakozó üres (a mikrofont nem csatlakoztattuk a vezérlőegységhez, vagy a csatlakozó bedugása nem történt megfelelően), akkor a  $T_3$  tranzisztor lezár, kollektora magas szintet vesz fel és így megtörténik a riasztás kiváltása.

A készülék vezérlő- és riasztóegységét raszterfuratos vezetécsíkokkal ellátott Veroboard-lapon építettük meg. (4. a., illetve 4. b. ábra). A szükséges fóliamegskatítások a követke-

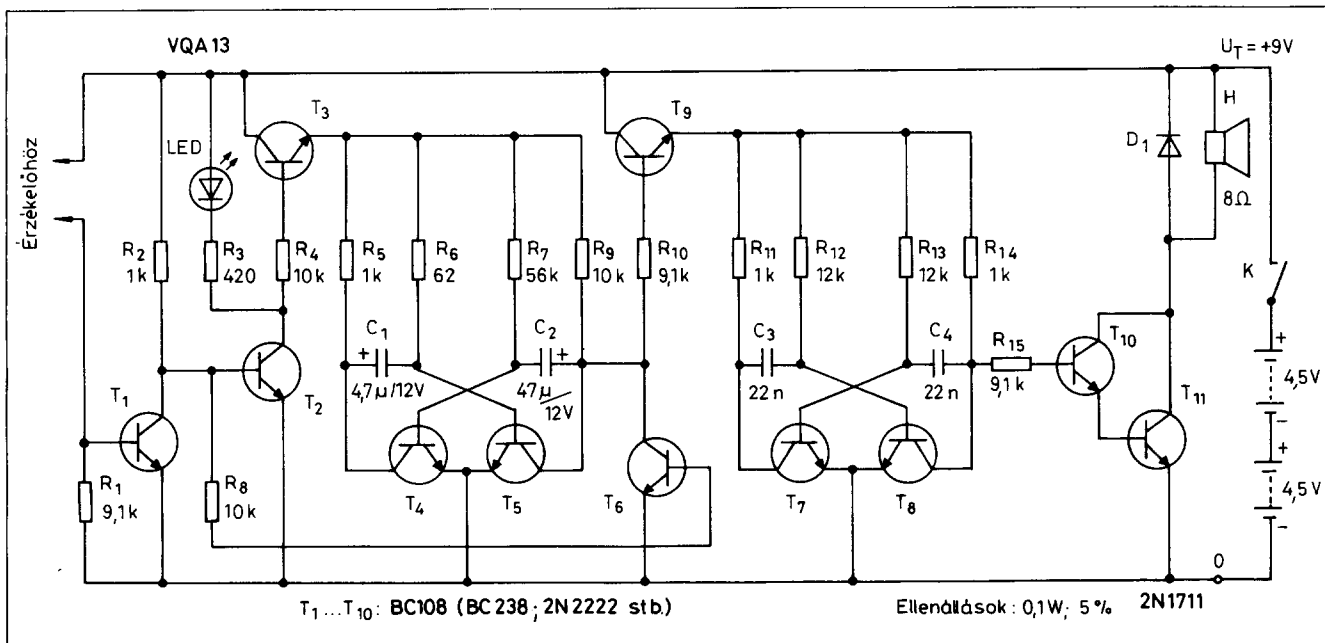
zők: 5I, 10E ... K, 11N, 12H, 12J, 15E, 16I, 16K, 18N, 19D, 21FGH, 24E, 31F ... L, 34CD, 37F ... J, 37LM, 40E, 42N, 44C ... J, 47G, 48J, 51E ... K.

Végezetül a tápegység szerelt áramköri lapjának a rajzát az 5. ábrán adtuk meg.

## 2. Vízközlés-jelző

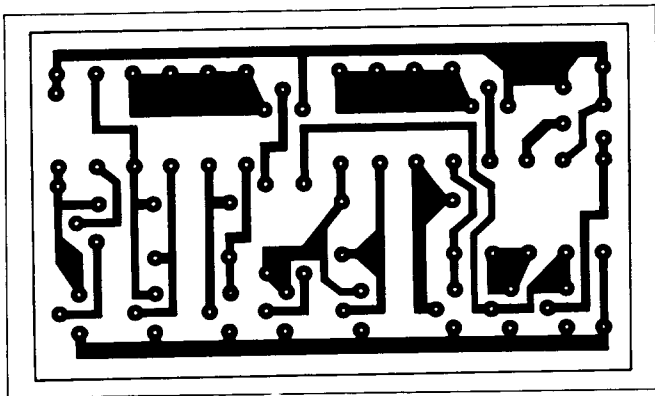
Az automata mosógép meghibásodása okozta vízközlés, ill. a nyitva fejtett vízcsap a fürdőszobában vagy a konyhában „áradásokhoz” vezethet. Az itt bemutatásra kerülő készülék hozzájárulhat a nagyobb károk megelőzéséhez azzal, hogy már viszonylag csekély vízmennyiséget érzékelve riasztójelzést ad.

A vízközlés-jelző elvi kapcsolási rajzát a 6. ábrán láthatjuk. Érzékelőként fóliaszondát, illetve tűs szondát használhatunk. Fóliaszondát készíthetünk úgy, hogy pl. egy  $40 \times 40$  mm-es, üvegszálas műgyanta alapanyagú fólialemezt közepén 10 mm széles kimart csíkkal választunk ketté. Ez utóbbi két felület képez egy-egy elektródát. Ha az elektródalemezt víz éri, akkor a két fóliacsík között az ellenállás néhány  $k\Omega$ -ra csökken. A  $T_1$  tranzisztor ekkor vezetővé válik, a  $T_2$  lezár. Ennek eredményeként a  $T_3$  a LED- $R_3$ - $R_4$  elemeken keresztül nyitóirányú feszültséget kap. Így a  $T_3$ -on keresztül a  $T_4$  és a  $T_5$  tranzisztorból álló, első astabil multivibrá-

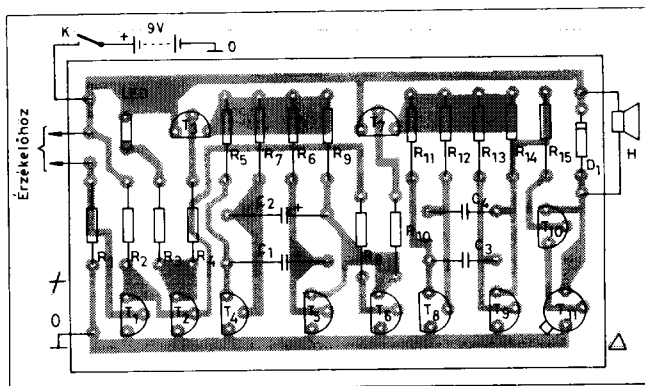


6. ábra. A vízközlés-jelző elvi kapcsolási rajza





7. ábra. Nyomatott áramköri rajz a 6. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)



8. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 6. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

tor teljes tápfeszültségre kerülve 0,5 Hz-es aszimmetrikus négyszögimpulzusokat állít elő ( $t_{be} = 0,2$  s,  $t_{ki} = 1,8$  s).

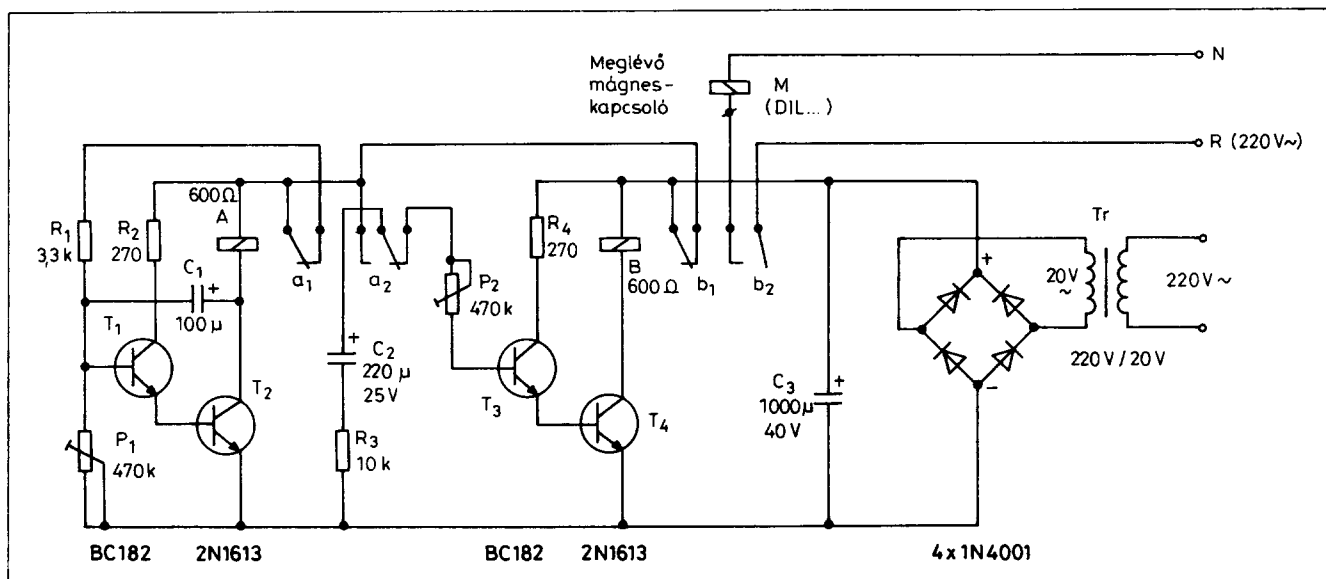
A kapcsolási rajzból egyértelműen látható, hogy amikor az érzékelőre víz kerül, akkor nemcsak a  $T_2$  hanem a  $T_6$  is lezár. Így a  $T_7$  és  $T_8$  tranzisztorból felépített 2... 2,5 kHz frekvencián működő szimmetrikus négyszögjelet előállító második astabil multivibrátor tápfeszültségét a  $T_9$  tranzisztoron keresztül az első astabil multivibrátor  $T_5$  tranzisztorának kollektorán megjelenő 0,5 Hz-es aszimmetrikus jelek szaggatják. E módon a  $T_{10}$  és  $T_{11}$  Darlington-pár kollektorkörébe kötött hangszóróból folyamatos éles csipogó hang halatszik. Megjegyezzük, hogy a készülék nemcsak vízkömlés-jelzőként, hanem túlfolyás-jelzőként (szintjelzőként) is használható.

A kapcsolás nyomtatott áramköri és alkatrészbeültetési rajzát a 7., illetve a 8. ábrán láthatjuk.

### 3. Elszívó védőelektronika

A folyamatos, állandó üzemben működtetett elektromotorok főleg a meleg nyári időszakokban túlmelegedhetnek és le is éghetnek. Így van ez pl. a különböző villanymotoros hajtású eszközöknél, pl. a szellőző ventilátoroknál is. A lakótelepi lakásoknál pl. a vizes blokkok helyiségeit nagy teljesítményű tetőventilátorokkal szellőztetik. Ha ezek az elszívók folyamatosan üzemelnének, igen hamar tönkremennének. Szakaszos üzemben viszont igen hosszú élettartam érhető el, nem is beszélve az elérhető energiamegtakarításról. A gyakorlati mérések alapján 15

perc üzemeltetést 20 perces pihenő követhet. Egy ilyen, az elszívó leégés elleni védelmét (és gazdaságos üzemeltetését) szolgáló, szakaszos működtetést biztosító védőelektronika elvi kapcsolási rajzát mutatja a 9. ábra. A bekapcsoláskor az A jelfogó a B jelfogó  $b_1$  és az A jelfogó  $a_1$  bontóérintkezőjén keresztül gerjesztett állapotba kerül. Egyúttal az  $a_2$  morzeérintkező záróérintkezőjén keresztül feltöltődik a B jelfogó meghúzatására szolgáló  $C_2$  kondenzátor. Miután a  $C_1$  kondenzátor feltöltődött, a  $T_1$  lezár, az A jelfogó elenged és  $a_2$  bontóérintkezőjén keresztül a feltöltött  $C_2$  kondenzátorral a  $T_3, T_4$ -en át meghúzatja a B jelfogót. Ez utóbbi a  $b_2$  záróérintkezőjén keresztül vezérli a már meglévő, a villanymotort működtető mágneskapcsolót. Egyúttal a  $b_1$  bontóérintkező megszakítja az első



9. ábra. Az elszívó leégés elleni védelmét (és gazdaságos üzemeltetését) szolgáló, szakaszos működtetést biztosító védőelektronika elvi kapcsolási rajza

időzítőáramkör tápfeszültségét. A két egymástól függő időzítőáramkörnél a késleltetési idő a  $C_1-P_1$ -el, illetve a  $C_2-P_2$ -vel állítható be a kívánt értékre.

A kapcsolást nyomtatott áramköri lapra építhetjük meg. Dobozolásáról nem szükséges gondoskodni, mivel úgyszólván zárt kapcsolószekrénybe kerül a meglévő mágneskapcsoló mellé.

#### 4. Védő- és riasztóberendezések gépjárművekhez

Napjainkban reggelente félve nézünk meg, hogy nem rongálták-e meg, nem fosztották-e ki, nem lopták-e el gépkocsinkat.

A kocsi kifosztása ellen gyakorlatilag védelem nincs, mivel a gépkocsiban hagyott értéktárgyakhoz vandál módon, pl. ablakbetöréssel is hozzá lehet jutni. Nincs továbbá védelem az ellopás ellen sem, mert a jármű motorjának indíthatatlansága esetén az trélerrel is elszállítható (s karos emelővel ellátott autómentővel az a kocsisorból is kiemelhető).

Napjainkban az autótolvajok már nem csupán csak az őrizetlenül hagyott járművekre vadásznak, elviszik a kocsit akkor is, ha a tulajdonos történetesen éppen benne ül. Az erőszakos autórablások száma Európában is növekvőben van. Az egyre fejlettebb autóőrzd, elektronikus motorindításgátlóval is ellátott védő- és riasztóberendezések ugyanis jelentősen megnehezítették az autólopásokat, ezért a bűnözők „léptek”, s most már bandákba verődve a nyílt országutakon támadnak áldozataikra. Az ilyen elvetemült rablók, akiknek már nincs veszteni valójuk (mert már ennél komolyabb bűncselekmények miatt körözöttek), azok nemigen törődnek a tulajdonos kilétével és még az igazságszolgáltatástól sem félnek.

Ezek után mégis, mit tegyen az, aki felelősséget érez gépkocsijának és testi épségének megóvása iránt? A biztonság-filozófia alapjait a megelőzést célzó intézkedések megtétele, a korszerű, megbízható biztonságtechnikai berendezések beépítése és használata, valamint az okos, előrelátó magatartás, a jó taktika jelentheti.

Köztudott, hogy az elektronikus autóőrzd, védő- és riasztóberendezések nem képesek meggátolni, vagy megakadályozni a kocsi feltörését és kifosztását, csak jelezni tudják a tett elkövetését. Szomorú tapasztalat azon-

ban, hogy a riasztó gépkocsikra ma már szinte senki sem figyel fel, ezért a feltörés ellen mind kevésbé hatásosak. A biztonság növelése érdekében ezért nemcsak a kocsi feltörése esetén riasztó, figyelmet felhívó fény- és akusztikai jelzést adó és elektronikus motorindítást blokkoló berendezést kell alkalmazni, hanem az illetéktelen használat (ellopás) ellen védő, a kocsi elindítását, ill. elvezetését megakadályozó egyéb eljárást, eszközt és berendezést is. Ezek nem adnak riasztó hang- vagy fényjelzést, azonban lehetetlenné teszik a kocsi használatát a különböző mechanikus zárral (pl. pedálbilincs, kormánykerék-pedálbilincs, tengelykapcsolópedál-zár, sebességváltórúd-zár stb.), illetve a kocsi motorjának beindítását.

Tekintettel arra, hogy a vandál kocsisfosztogatók ellen védelem nincs, s a riasztóberendezések többsége a profi autótolvajok ellen hatástalannak bizonyul (s még ha jelez is, ma már a közönyösség miatt csak a környezetben levők nyugalmának zavarására szolgál), ezért a nyugateurópai biztosítóknál már nem a riasztóberendezés, hanem a minimum három ponton hatástalanító elektronikus indításgátló (EWS) megléte a cascokötés feltétele. Ezeknek az elektronikus indításgátlóknak a kritériumai közé tartozik, hogy a gépkocsi motorjának indítását, ill. üzemszerű működését egyidejűleg legalább három helyen (a motor szabályozásánál, illetve a gyújtásnál, az üzemanyagellátásnál és az indítómotornál) kell blokkolnia. (Természetesen ez a védelmi módszer a tréleres lopással szemben ugyancsak hatástalan.) Példaképp említjük, hogy a *Tilly Auto-Scan* indításgátló (Koppány autósbolt: 1085 Kőbányai út 37. ÁFA-s ár: 21.700 Ft.) több mint tíz bekötési lehetőség közül választva a motorvezérlő elektronika érzékelőinek vagy jelfogóinak áramkörét, a gyújtást, az üzemanyagtápszivattyút (ha nem elektromos, akkor kapható kiegészítő elektromos üzemanyag tápszivattyú-zár, más szóhasználatnál AC pumpa-zár, üzemanyagszelep is) és az indítómotor működését egyidejűleg tiltja le. Az e módon védett kocsinál a három-négy különböző helyen szükséges hatástalanítás elvégzése hosszadalmas és kétes kimenetű tevékenységet jelent a tántoríthatatlan autótolvajnak. A beszerelők a tolvaj számára úgy adják fel továbbá a szinte megfejtethetetlen rejtvényt, hogy a meg-

szakított gyári, és az indításgátló vezetékek csatlakozásainak kialakításával az eredeti vezetékeket lehetetlen ezt követően párosítani. Az elektronika dobozából kijövő vezetékeket azonos színűre választják, ezért a párosítgatások itt is értelmetlenné válnak.

Ennek az *Auto-Scan* elnevezésű elektronikus motorindításgátlónak a hatástalanítása (kikapcsolása) egy elem (tápforrás-) nélküli kis kód-kulcs segítségével történik, melyet a kocsi műszerfalára szerelt egységhez kell érinteni-, mire az úgy olvassa le az azonosító jelet, mint egy szkennert, vagy egy áruházi vonalkód-olvasót. A készülék bekapcsolása, vagyis élesítése a gyújtáskapcsoló kikapcsolásakor fél perccel belül automatikusan megtörténik. Vannak már olyan elektronikus védő- és riasztóberendezések is forgalomban, melyek a vezető erőszakos kiráncigálásakor a kocsi elindítását azonnal blokkolják, s a beavatatlan személy számára a motorindítást lehetetlenné teszik. Vannak olyan típusok is, melyek időszakos motorhibát szimulálva gátolják meg a gépkocsi ellopását illetve elrablását.

A fentiekben leírt, sokoldalú szolgáltatást és üzembiztos működést nyújtó védő- és riasztókészülékek amatőr módszerekkel történő megépítése nem könnyű feladat, célszerűbb ezért a kész, megvásárolt, jó hírnévnek örvendő, megbízható gyári termékek beszerelését előnyben részesíteni. Figyelembe veendő továbbá hogy a megfelelő szolgáltatású és megbízhatóságú védő- és riasztóberendezéseknek a kiválasztásával, azok beszerelésével és helyes üzemeltetésével kapcsolatban is sok tudnivaló, teendő merül fel.

#### TELARM-CL(S) autó-, utánfutó és lakókocsi riasztó

Nem kis feladat annak megválaszolása, hogy a kereskedelemben kapható hazai gyártású és külföldről importált temérdek autóriasztó-típus közül melyiket válasszuk, melyik felel meg leginkább a kívánt célnak. Tény, hogy az olcsóbb változatok vajmi kevés védelmet nyújtanak, a „komoly” riasztók (melyekre a magnetofonos autórádiók, rádiótelefonok stb. mellett a tolvajok napjainkban már vadásznak) viszont az átlagpolgár számára megfizethetetlenek. Ezért egyáltalán nem közömbös, hogy adott szolgáltatásokért mekkora ellenértéket kell kifizetnünk.

Magyar gyártmányú az a modulrendszerű védő- és riasztóberendezés is, amelyet a MIXIGNAL Kft. (1078 Nefelejcs u. 44, Tel.: 142-5929) *TELARM-CL(S)* megnevezéssel forgalmaz. A Magyar Biztosítók Szövetsége által elfogadott és ajánlott riasztótípusok közül kifejezetten csábító ennek a készüléknek a szolgáltatási skálája.

A berendezés jelzi a gépkocsit erőszakos behatásokat, az üveg betörését, a beletolatást (koccanást), az ajtók, a motortér-, a csomagtér felnyitását, az avatatlan indítási kísérletet, az önindító, illetve a gyújtás vagy az üzemanyag letiltásával meggátolja a gépkocsi motorjának elindítását. Külön megvásárolható piezo rezgésérzékelő (*TELARM-S*) beépítésével a kocsi védhető a kerék leszereléssel és a „tréleres” löpással szemben is. A piezo rezgésérzékelők alkalmazásával a gépkocsi után kapcsolt lakókocsi, vagy zárt utánfutó is védhetővé tehető.

A riasztó be- és kikapcsolása távkapcsolóval történik. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a figyelőállapotba kerülés időszükséglete (ill. a kiszállási késleltetési idő) és a riasztáskésleltetési időtartam (a beszállási késleltetési idő) gyakorlatilag nulla, s így az illetéktelen beavatkozásra azonnali riasztással válaszol. A *TELARM-CL* típus központi zárat vezérlő kimenetekkel is rendelkezik.

A riasztó-rendszer észlelő áramköreinek működési elve:

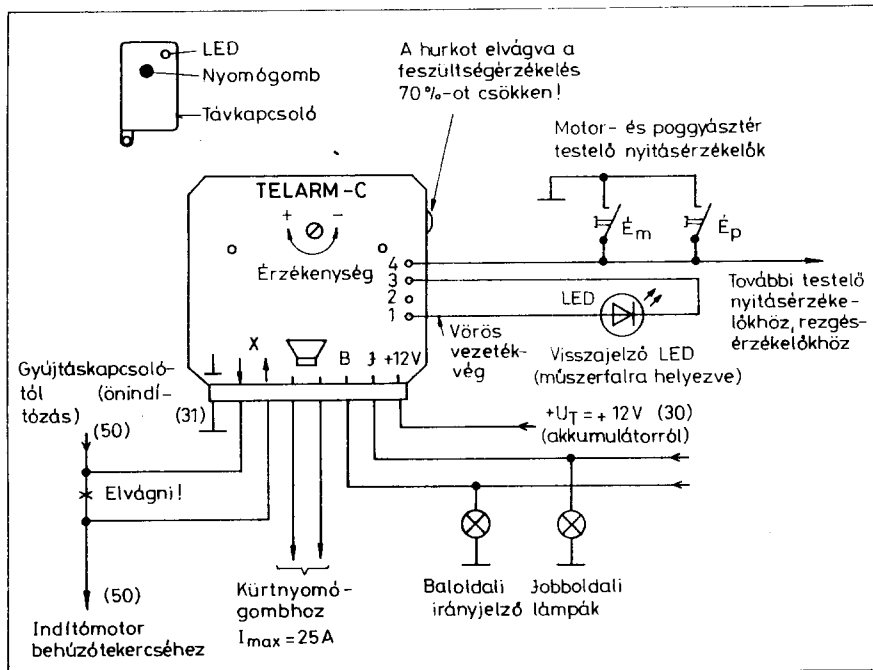
- ütés, koccanásérzékelés az alapkészülékben levő szelektív piezo rezgésérzékelővel, azonnali riasztással (mely már a motorháztető feszegetését is jelzi),

- feszültségesség-figyelés gépkocsi elektromos hálózatán, azonnali riasztással. Már 30 ... 40 mV feszültségesség riasztást vált ki. A hurok elvágását követően ez az érték 100 ... 120 mV-ra növekszik (lásd később!),

- testelő nyitáserzékelés védelem a motor- és poggyásztér biztonságának fokozása érdekében, továbbá az utánfutó, lakókocsi védelmére szolgáló *TELARM-S* piezo rezgésérzékelők csatlakoztatására,

- ha távollétünkben riasztás történt, ezt a riasztó kikapcsolásakor az irányjelző lámpák 7 ... 10 felvillanása jelzi. Az inzultusmentes őrzést 2 ... 3 irányjelző lámpafelvillanás adja tudtunkra.

A riasztó könnyen beszerelhető, mivel nem kell az ajtókapcsolókat be-



10. ábra. A *TELARM-C* autóriasztó bekötése a gépjármű elektromos hálózatába

kötni, s alap kiépítés esetén (10. ábra.) nem kell külön rezgésérzékelőt és motor és poggyásztér nyitáserzékelőket alkalmazni (feltéve, ha ezekben van motor- és poggyásztérvilágítás). Így minimális vezetékvezetés elegendő, s a már meglévő csavarhelyek felhasználhatók a riasztó felrögzítéséhez.

Külön előnyként említhető, hogy a készülék érzéketlen a lassú mozgásra, a szállókésre, nagy jármű elhaladásakor keletkező légn nyomás okozta mozgásra (szelektív piezo rezgésérzékelővel nyert felszerelést), az ütésérzékelőség potenciométerrel állítható, kis fogyasztása ( $U_T = 10 \dots 14,4$  V mellett készenléti üzemből az áramfelvétel 3,5 mA + 10 mA a LED bekötése esetén) hosszú időtartamú üzemeltetést tesz lehetővé, továbbá védett a fordított polaritású bekötés ellen. A készülékben alkalmazott kódolási rendszer gyakorlatilag megfejtethetetlen és másolhatatlan.

A készülék  $-20^\circ\text{C} \dots +60^\circ\text{C}$  hőmérséklettartományban működik. Mérete:  $113 \times 100 \times 30$  mm.

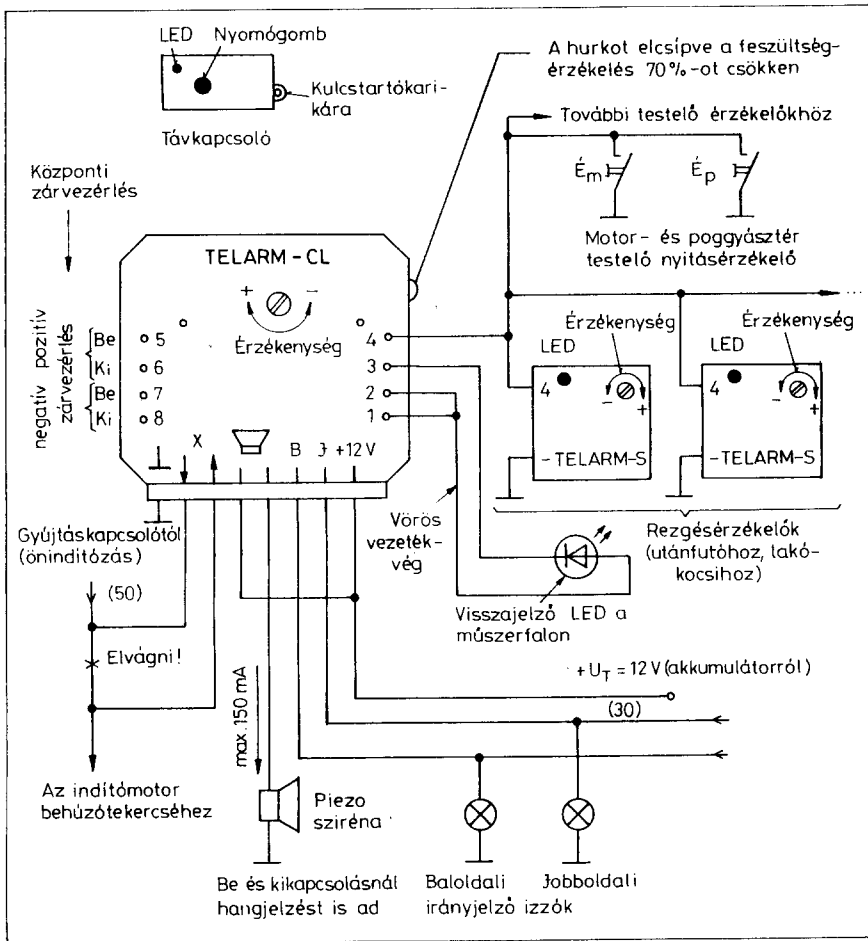
A *TELARM-C* és *CL* autóriasztónak a bekötését a gépjármű elektromos hálózatába a 11. és 12. ábrán láthatjuk. A kulcstartónak kialakított távadó gombjának megnyomásakor a riasztó bekapcsolását az irányjelzők egyszeri felvillanása jelzi. Ha a visszajelző LED-et is bekötjük, az élesített riasztó esetén folyamatosan világít. Ha ezután

bármikor ütés éri a gépkocsit, vagy megváltozik a gépkocsi elektromos hálózatának állapota (belső világítás, rádiótelefon, nagy hangerőn felejtett rádió stb.), úgy a riasztó azonnal működésbe lép. A riasztás időtartama kb. 30 s, ez idő alatt villognak az irányjelzők és szaggatottan szól a kürt vagy sziréna (lásd 10. ábrát). A 30 s letelte után a készülék automatikusan újra figyelő állapotba kerül.

A riasztó hatástalanításakor a távvezérlő nyomógombjának felengedése után az irányjelző izzók kettőt-hármat villannak. Amennyiben az utolsó bekapcsolás óta történt riasztás, akkor a kikapcsolásakor ezt az irányjelzők és a visszajelző LED 7 ... 10 felvillanása jelzi.

Az önindító működés-tiltásának alkalmazásakor a gépkocsi motorja csak abban az esetben indítható, ha a riasztó működőképes (tápfeszültséget kap és hibátlan), de az nincs élesítve (bekapcsolva).

A készüléket merev karosszériaelemre (célszerűen a motor-utastér elválasztó lemezre) kell rögzíteni a saját távtartójával úgy, hogy lehetőleg lapjával merőlegesen legyen az autó hossz tengelyére. A készülék alatt vagy fölött 3 ... 4 cm-nél közelebb nem szabad nagyobb fémtárgynak (pl. kábelköteggnek, merevítő rudnak, akkumulátornak) lennie.



11. ábra. A TELARM-C és TELARM-CL autóriasztó bekötése a gépjármű elektromos hálózatba (a piezo sziréna be- és kikapcsolása is ad hangjelzést)

ra). Az e módon bekötött vijjogó piezo-sziréna áramfelvétele nem haladhatja meg a 150 mA-t.

A riasztó működéséhez szükséges, hogy az ajtók nyitásakor a belső világítás kigyulladjon, ezért meg kell győződni a belső világítás rendszerének üzembiztos működéséről. Egyes kocsi-típusoknál a motor- és csomagterben, valamint a hátsó ajtóknban nincs testelő nyitásérzékelő. Ez esetben gondoskodjunk pótlásukról és az ábrákon jelölt módon csatlakoztassuk azokat a riasztóhoz (4-es bemenet).

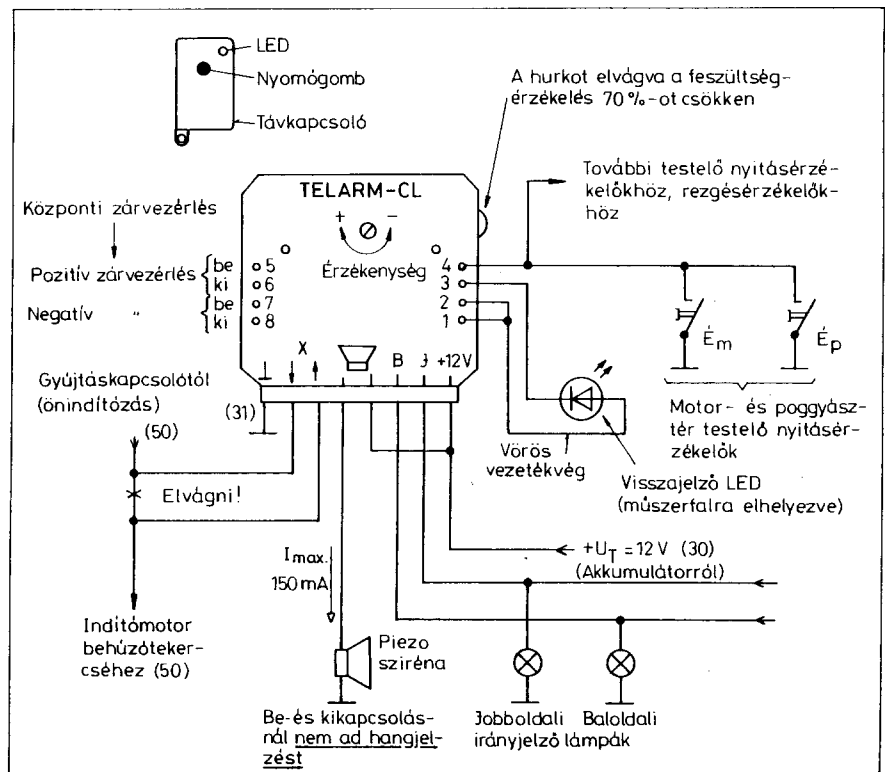
A TELARM-CL típus központi zár vezérlésére is alkalmas. A pozitív zárvezérlés (5. és 6. kivezetés) terhelhetősége max. 0,5 A, a negatív zárvezérlésé pedig max. 4 A (7. és 8. kivezetés).

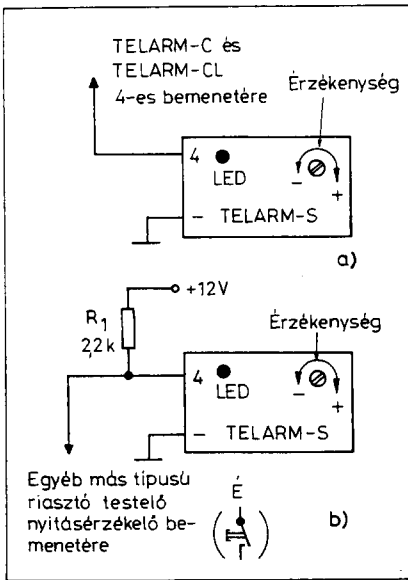
Az ütésérzékelő érzékenység-állító potenciométerét (+, - jelölés) úgy kell beállítani, hogy a szélvédőre tenyérrel mért közepesen erős ütés indítsa a riasztást. Ha a kocsi meghintáztatva már beindul a riasztás, akkor az érzékenységet egy kicsit vissza kell venni.

A riasztó tápfeszültségét közvetlenül az akkumulátorról vehetjük le. Amennyiben az akkumulátortól igen

A kürt jelölésű kivezetések egy jelfogó záróérintkezői, amelyek max. 10 A-rel (egyes típusok 25 A-rel) terhelhetők (a kürtnyomógombbal párhuzamosan köthetők a 10. ábra szerint) és riasztáskor szaggatottan működtetik a gépkocsi kürtjét (vagy a rejtetten szerelt pótkürtöt). Amennyiben hangjelzőként vijjogó piezo-sziréna kerül felhasználásra, akkor célszerű a riasztó 1 és 2 jelölésű kivezetését összekötni (a 30 másodperces folyamatos sziréna-hang biztosítsa céljából). Ebben az esetben a jelfogó munkaérintkezői zárta a riasztás időtartama alatt. A piezo-sziréna bekötése kétféleképpen történhet: úgy, hogy a be- és kikapcsolásnál is adjon hangjelzést (11. ábra), illetve úgy, hogy a be- és kikapcsolás hangjelzés (pittyegés) nélkül történjen (12. áb-

12. ábra. A TELARM-C és TELARM-CL autóriasztó bekötése a gépjármű elektromos hálózatába (a piezo sziréna a be- és kikapcsolásnál nem ad hangjelzést)





13. ábra. A TELARM-S piezo rezgésérzékelő csatlakoztatása a TELARM-C és TELARM-CL autóriasztóhoz (a) és egyéb más típusú riasztókészülék testelő nyitásérzékelő bemenetére (b)

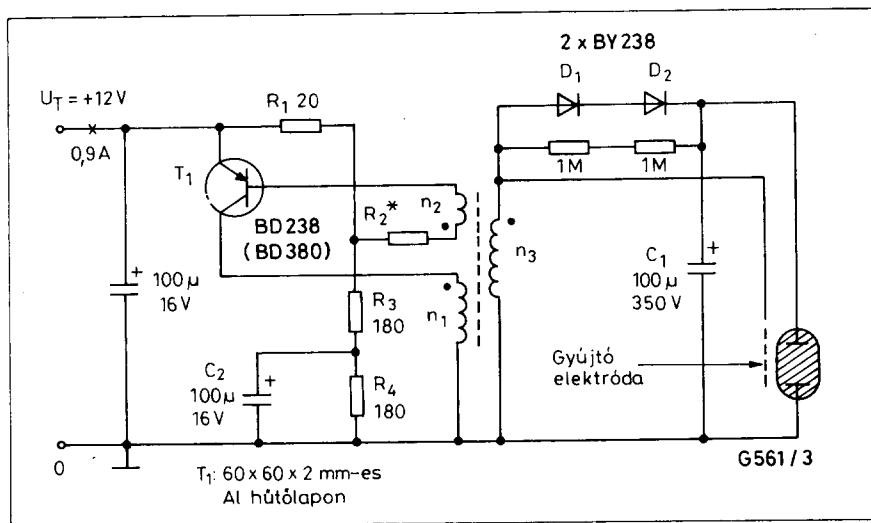
távoli pontra csatlakozunk, szükségessé válhat a hurok elvágásával a feszültségesebb érzékelési szintjének a csökkentése.

Már említettük, hogy a TELARM-C és CL autóriasztók kiegészíthetők TELARM-S megnevezésű szelektív-piezo rezgésérzékelőkkel és ezzel nagyon nagy mértékben növelhető a riasztó által védett felület. Alkalmazásával utánfutó, lakókocsi, a kocsi tetején levő túraboksz vagy akár kamion is védhető. A rezgésérzékelő csatlakoztatása a riasztó készülékhez csak egyet-

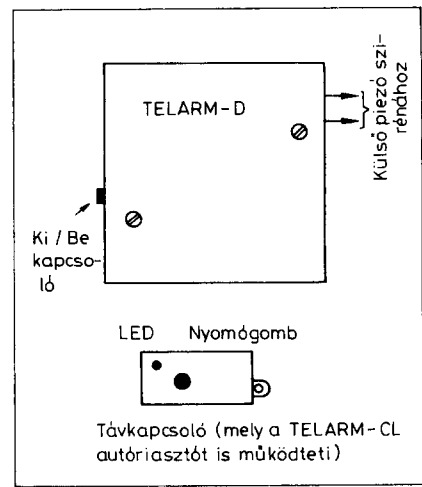
len vezetékkel igényel (s nincs szükség külön tápfeszültség-ellátásra), mint az a 10., 11., és 13. a ábrán látható. A rezgésérzékelők 4-es pontját a riasztókészülék 4-es pontjával kell összekötni. E módon max. 3 db rezgésérzékelő utólagos bekötésére van lehetőség. Mint már említettük, amennyiben van a gépkocsiban TELARM autóriasztó, úgy pl. a gépkocsi tetején levő sí- és kempingboksz (túraboksz), a gépkocsi után kapcsolt lakókocsi vagy zárt utánfutó is védhetővé tehető piezo rezgésérzékelők beépítésével. Hasonló módon védhető akár egy kamion is, mert ennél a megoldásnál nem számít, hogy a raktér tele van áruval, ami megakadályozza más típusú (pl. ultrahangos) riasztók használatát.

A fentiek alapján belátható, hogy e riasztó- és a külön rezgésérzékelők együttes használata nagy terjedelmű járművek védelmére a nagy megbízhatóság mellett rendkívül olcsó.

A TELARM-S piezo rezgésérzékelő a 13. b ábrán látható módon egyéb más típusú riasztóhoz is alkalmazható, amely testelő (nyitás) -érzékelő bemenettel rendelkezik. A rezgésérzékelőt a mellékelt műanyag bilincsel valamely merev karosszéria-elemre (pl. hátsó ajtó merevítő borda) foghatjuk fel és a 11. és 13. ábrán látható módon köthetjük a riasztókészülék 4-es bemenetére (ill. egyéb más riasztó testelő érzékelő bemenetére a 13. b ábra szerint). A rezgésérzékelő érzékenységét vékony csavarhúzóval állíthatjuk a kívánalomnak megfelelően. Mivel a rezgésérzékelő csak a riasztókészülék „beélesített” állapotában működik, célszerű az



14. ábra. Villanócsöves riasztójelző gépkocsikhoz



15. ábra. A TELARM-D ajtóőrző- és riasztókészülék

érezékenység beállítását lehúzott kúrtvezeték mellett végezni. A piezo rezgésérzékelő működését a LED-jének kb. kettő másodpercnyi felvillanása jelzi. Amennyiben egy riasztókészülékre több rezgésérzékelőt csatlakoztatunk párhuzamosan (max. 3 db), akkor azokat egyenként kell beállítani.

Mivel a TELARM-C ill. CL távkapcsolóval működtethető és független jelfogókimenetekkel rendelkezik (X kimenet és a kúrtnyomógombhoz vezető kimenet, lásd 10. ábra.), alkalmas arra, hogy a hagyományos ajtóőrző funkció kívül más feladatokat is ellásson. Pl. taxisofőrök veszélyhelyzetének jelzése, mert a távkapcsolóval a motor működése közben is üzembe lehet helyezni a riasztót. Így a riasztás a motor által keltett rezgésre, ill. feszültségimpulzusokra, vagy ajtócsapódásra vagy dulakodás által keltett rezgésre automatikusan beindul.

A készülék ma már párosítható is. Ugyanazzal a vezérlőegységgel (távkapcsolóval) működtethető az autóriasztó és a TELARM-D lakásriasztó is. Az ilyen távkapcsolók az autóriasztó kódszámának megadása mellett külön megrendelés alapján vásárolhatók.

A riasztójelzések (szirenahang, elakadásjelző villogtatása stb.) kiegészítéseként igen célszerűnek és ijesztőnek hathat az alacsony villogási frekvenciájú villanócsöves veszélyjelzők használata (14. ábra). Itt a  $T_1$  tranzisztort tartalmazó kapcsolás egy telítetlen üzemi transzvertert alkotva néhány kHz-en rezeg. A  $T_1$  vezetési periódusában az  $n_3$  tekercsben létrejövő feszültség a  $D_1$  és  $D_2$  diódán keresztül tölti a  $C_1$  konden-

zátort. Amikor annak feszültsége eléri a 230 ... 250 V-ot, a tranzistor lezárásakor létrejövő induktív feszültséglökés már be tudja gyújtani a villanócsövet. A villanás végén a  $C_1$  feszültsége 30 ... 40 V-ra esik le és a folyamat újból ismétlődik.

Az  $R_2$  200 ... 10  $\Omega$  értékre való megválasztásával a villogási frekvencia 1 ... 2 Hz-re szabályozható be. A  $C_2$  kondenzátor az oszcillátor biztos be rezgését segíti elő. A transzformátor adatai a következők: vasmag:  $26 \times 14$ ,  $A_T = 3300$ -as fazékmag,  $n_1 = 20$  menet 0,6 mm-es CuZ,  $n_2 = 6$  menet 0,35 mm-es CuZ,  $n_3 = 510$  menet 0,1 mm-es zománc + pamut szigetelésű huzalból.

## 5. Lakás- és személyi riasztók

Olyan korban élünk, amelyben különösen sokféle veszély leselkedik ránk. Személy elleni bűncselekményről, lakás- és nyaralóbetörésről, gépkocsi rongálásról, ellopásról és kifosztásról, a különböző elemi károkról mindig másoktól hallunk, de velünk is megtörténhet. Tény, hogy könnyebb megakadályozni pl. a betöréses lopást, mint felfedni annak elkövetőjét. Ezért egyre nagyobb hangsúlyt kell kapnia a megelőzésnek. A személyi tulajdon védelmében tehát mindenekelőtt nekünk kell megtennünk a lépéseket arra, hogy személyünket, otthonunkat, nyaralónkat és autónkat jobban védjük a bűncselekmények és az elemi károk ellen.

A TELARM-C és CL autóriasztók fejlesztői arra is gondoltak, hogy modulrendszerű készülékek ne csak gépkocsik, hanem lakások védelmére, továbbá személyi veszélyhelyzet jelzésére is alkalmasak legyenek (MIXIGNAL Kft. 1078 Nefelejcs u. 44., T.: 142-5929). Aki már rendelkezik a fentiekben bemutatott autóriasztótípusok valamelyikével, annak a TELARM-D ajtóőrző- és riasztókészülékhez (15. ábra) nem kell külön megvásárolnia a működtető távkapcsolót. Külön megrendelés alapján (az autóriasztó kódszámának megadása mellett) ugyanazzal a távkapcsolóval működtethető mindkét készülék (több mint 20000 kódvariáció).

A szóban forgó TELARM-D riasztókészülék (ÁFA-s ára: 9.200 Ft) előnyösen alkalmazható panellakások, illetve bejárati ajtók védelmére. A készülék jelzi, ha az ajtót ütés éri, megpróbálják fűrni, fessegetni. Jelzi, ha bármilyen kulcsot a zárba dugnak. A

beépített nagy hangerejű piezo-sziréna mellett külső sziréna is csatlakoztatható hozzá. 9 V-os tartós elemmel több mint 1000 üzemórán át működőképes. A telep állapota, vagyis a riasztó működőképessége minden bekapcsoláskor és hatástalanításkor ellenőrzésre kerül (halk szirénahang).

A készüléket a lakás elhagyásakor az azon levő kapcsolóval kell bekapcsolni. Ekkor igen halk szirénahang hallható, amely azt jelzi, hogy a riasztó üzemkész állapotban van. Az ajtó kulccsal történő bekapcsolását követően a távkapcsoló gombjának megnyomásakor, a halk szirénahang megszűnésekor a készülék riasztásra kész állapotba kerül. Hazatéréskor a távkapcsoló gombjának megnyomásakor megszólal a halk szirénahang, jelezvén a riasztó hatástalanítását. Ezt követően nyithatjuk a kulccsal a zárat, ill. az ajtót. A lakásba lépve a készüléken levő előlétesítő riasztókapcsolót ki kell kapcsolni, amire a folyamatosan hallható (egyben üzemkészséget is jelző) halk szirénahang is figyelmeztet.

A TELARM-C és CL, ill. D közös távkapcsolójú, modulrendszerű készülécsalád utolsó tagja a személyi veszélyhelyzet-jelző rendszer (BODY-GUARD). Ez a rendszer alkalmas arra, hogy közvetlen segítséget nélkülöző személyek (pl. taxifőor, egyedül túlórázó vezető, éjjeliőr stb.) veszélyhelyzetét automatikusan, az illető személy bármilyen közreműködése nélkül jelezze. Ez a lehetőség azon alapszik, hogy valamilyen átlagos tevékenység végzése során nem fordul elő 30 másodpercnél tovább tartó mozdulatlan-ság, ha mégis, akkor az illető nagy valószínűség szerint veszélyhelyzetben van (leütdötték, infarktus stb.). Ennek a mozdulatlan-ságnak az érzékelése révén képes a védendő egyénnél levő személyi készülék (továbbiakban A) riasztani a tőle 60 ... 100 m sugarú körön belül elhelyezkedő központi kijelző egységet (továbbiakban B), vagy más készüléket.

A taxi (járőr) -változat esetében az A készülék a védendő személynél van, a B a gépkocsiba nyer beépítést. Amikor A-t bekapcsolják, akkor ez egy kb. 4 másodpercig tartó rádiójellel figyelő állapotba hozza B-t. A a bekapcsolástól kezdve folyamatosan figyelő viselője mozgását, és ha kb. 20 másodpercig tartó mozdulatlan-ságot észlel, akkor egy kb. 4 másodperces szaggatott hangjelzést ad. Ez a jelzés figyelmezte-

ti a készülék viselőjét, hogy kb. 10 másodperc múlva riasztás történik, ha addig nem mozdul meg. Ha a hangjelzés után sem történik mozgás, akkor kb. 10 másodperc múlva egy újabb hangjelzéssel együtt a készülék egy rádiójelet is kiad. Ez a rádiójelet a már figyelő állapotban levő B készüléknél elindítja a riasztási folyamatot. Értelemszerűen az A készülék mindaddig 10 s-onként hangjelzést és 20 s-onként rádiójelet is ad, amíg mozgást nem észlel. Mivel B az első rádiójeletre (A bekapcsolásakor) figyelő helyzetbe áll és a második rádiójeletől kezdve mindegyikre riaszt, lehetőség van arra, hogy az A készüléken elhelyezett nyomógomb segítségével a mozdulatlan-ságot érzékelő automatizmus nélkül is lehessen riasztani. B a riasztó jel vétele után kb. 30 s-ig van riasztási állapotban. Mivel B független relékimenetekkel rendelkezik, ezen idő alatt lehetőség van a kürt, fényyszóró és/vagy rádió működtetésére. A készülék 30 s letelte után automatikusan visszaáll figyelő állapotba. A B alaphelyzetbe állítása (tehát az összes funkció törlése) egy rejtett nyomógombbal történik. Mint látható, ez a rendszer egyszerűen kombinálható a TELARM-C, CL gépkocsiorzók készülékkel, így egyetlen rendszerrel védhető a gépkocsi és a vezetője is.

A készülék néhány műszaki adata:

„A” készülék:	
Tápfeszültség:	12 V
Áramfelvétel:	
figyelő állapotban	max. 300 nA
hangjelzésnél	max. 1,5 mA
rádiójelnél	max. 8 mA
Üzemi frekvencia:	224,5 MHz
Hangjelzés:	3,5 kHz
	(70 dB) 10 cm
Üzemi hőmérséklet:	0 °C ... +40 °C
„B” készülék	
Tápfeszültség:	11 ... 15 V
Áramfelvétel:	
alaphelyzet	max. 40 mA
figyelő helyzet	max. 100 mA
riasztási állapot	max. 160 mA
Üzemi hőmérséklet:	-20 °C ... +70 °C
Kimenetenkénti terhelhetőség:	4 A/100 V
Hatótávolság:	min. 60 m nyílt terepen

Gyártanak kereső (lavina-, bányász-, bűvár- stb. mentő) változatú készülékeket is.

A fentiekből is látható, hogy miért választottuk e modulelemekből felépíthető riasztórendszer bemutatását.

A berendezések sokoldalú szolgáltatási skálája, a több célra közösen és kényelmesen használható egységek ill. az ehhez mért csábító ár igen kedvezővé teszi ezen rendszer alkalmazását. Hogy mit is nyújt e rendszer összességében és melyek is a szolgáltatásai? Összefoglalva a következők:

Autóriasztó rendszerrel:  
– az összes nyílászáró kétszeres védelme, késleltetés nélküli riasztással,

- üvegtörés, ütés, koccanásérzékelés, késleltetés nélküli riasztással,
- kerék leszerelés, tréleres lopás-érzékelés, azonnali riasztással (TE-LARM-S),
- választható riasztójelzés (szaggatott, vijjogó, fény stb.),
- indításgátlás, inzultus esetén további riasztás,
- inzultus memória,
- ki- és bekapcsolásnál választható hang- és fényjelzés,
- bekapcsolt állapot LED-es figyelemfelhívó jelzés,

- központizár vezérlés,
- pánikfunkció (távkapcsolás, azonnali riasztójelzés),
- kiegészítő személyi veszélyhelyzetjelzés a BODYGUARD készülékkel.

Végezetül a lakás bejárati ajtajának védelmére szolgáló TELARM-D riasztó igen nagy előnyeként említhető, hogy az autóriasztót is ugyanazzal a távkapcsolóval működtethetjük. Még a lakásba való behatolás előtt riaszt. Jelzi az ütést, fúrást, fessegetést és bármilyen kulcs zárba dugását.

## A Magyar Televízió Technikatörténeti Gyűjteménye

a magyar televíziózás múltjának relikviáit állítja ki. Több, mint 30 db, részben működő kamera, vevőkészülék, monitor, optikai és mágneses rögzítőberendezés, műszerek, elektronikai alkatrészek, fotók.

Technikatörténeti videóműsorok vetítése!

*Megtekinthető:*

kedden 14-18, szombaton 10-14 óráig.

**Budapest IX., Lenhossék u. 35.**

Megközelíthető a 3-as Metró Klinikák állomásától.

*A belépés ingyenes!*



### Nagykereskedelmi egység

9027 Győr, Puskás Tivadar u. 17.  
Tel.: 96/314-833, Fax: 96/329-496

### Kiskereskedelmi üzlet

9021 Győr, Árpád u. 24.  
Tel.: 96/314-760, Fax: 96/314-815

**Nagykereskedelmi egységünk** a viszonteladók, gyártók, nagybani felhasználók és szervezetek kiszolgálására rendezkedett be. Kitűnő parkolási lehetőséggel, 550 m<sup>2</sup>-es raktárunkból közvetlen kiszolgálással állunk rendelkezésükre.

Raktárról folyamatosan kaphatók:

BC-, BD-, BU-tranzisztorok \* CMOS és EPROM IC-k \* csatlakozó dugók és szerelt csatlakozó kábelek \* légkamrás és habosított koax kábelek (RG6, RG59) \* árnyékolt vezetékek (1-eres; 2-eres; 4-eres) \* 1 A, 3 A, 6 A-es diódák \* LED-ek (3 mm, 5 mm)

Forgalmazzuk a jól ismert KONTAKT CHEMIE kitűnő minőségű, az elektronikában használatos termékeit, mint a cég hivatalos magyarországi képviselője. Válaszboríték ellenében ingyenes katalógust küldünk árainkkal, amelyek rendkívül kedvezőek. Az árlistánkból kiválasztott termékeket nettó 5.000 Ft rendelési érték felett postai utánvétellel elküldjük Önöknek.

**Kiskereskedelmi üzletünk** az ország egyik legjobban ellátott híradástechnikai alkatrész szaküzlete. Raktárunk több, mint 20.000 féle termékkel áll azok rendelkezésére, akik kis darabszámot vásárolnak javításhoz, építéshez, barkácsoláshoz. Az elektronikai alkatrészek majdnem teljes skálája megtalálható boltunkban. Kérjük, érdeklődjön telefonon, mi örömmel állunk rendelkezésére, s a nálunk választott alkatrészt postai utánvétellel elküldjük Önnek.

*Várjuk érdeklődésüket, köszönettel.*



# BUDAPESTI ELEKTROMOS MŰVEK RT.

1132 BUDAPEST XIII., VÁCI ÚT 72-74. TELEFON: 270-0322, 270-1401

## TISZTELT FOGYASZTÓNK!

Figyelmébe ajánljuk bemutatótermünket, ahol megtekintheti a korszerű világítástechnikai készülékeket, a fogyasztásmérő berendezéseket; megismerkedhet az érintésvédelemmel, az energiatakarékosság előnyeivel; munkatársaink tájékoztatják a hálózatra csatlakozás, szerződészkötés, szerződésmódosítás lehetőségeiről, az igénybejelentéssel kapcsolatos tudnivalókról.



Tehát ne feledje, az ELMŰ Rt. Bemutatóterme várja!

Bp. VIII., Baross tér 2., hétköznap: 8-16 óra.

Telefon: 133-0313, 210-2846





# A PÉNZ MINDIG KÉZNÉL VAN, ÉS CSAK ÖN FÉRHET HOZZÁ.

BETÉTSZÁMLAKÖNYV

**POSTA  
BANK**  
Postabank és Takarékpénztár Rt.

*A betétszámlakönyv  
névre szól.  
Tulajdonosa pénzt  
vehet fel és helyezhet  
el 3200 posta-  
hivatalban  
és a Postabank  
fiókjaiban.*



**POSTA  
BANK**

Postabank és Takarékpénztár Rt.