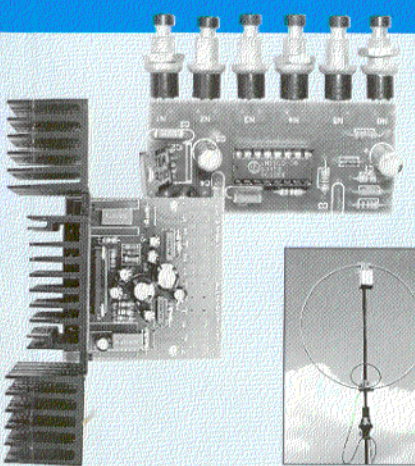


# RÁDIÓ — TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2003

+ 16 oldalal



**CQ  
de  
HA**



## FÉMKERESŐK ÉPÍTÉSE

## 30 éves a LED



**NOSTALGIA**



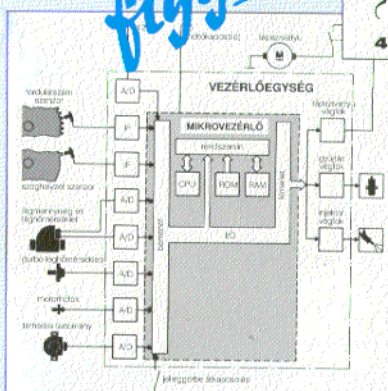
**NEDIS**  
Elektronikai alkatrészárúház

**INCOMP** Electronic  
Alkatrész kis- és nagykereskedel  
EXPORT - IMPORT  
2120 Dunakeszi, Fő út 35. ☎ (27) 342-40  
[www.incomp.hu](http://www.incomp.hu)

**HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.**  
1126 Budapest, Böszörményi út 2.  
T.: 212-4130, F.: 212-4865  
e-mail: [mikrovill@matavnet.hu](mailto:mikrovill@matavnet.hu)  
<http://web.matavnet.hu/mikrovill>

**Weller**®  
szakküzet  
Kft.  
1134 Bp. Angyalpályát út 38.  
ISO által minősített kéz-  
szerszámok kis- és nagy-  
kereskedelme.  
Tel.: 340-8456

**AUTÓSOK  
figyelem!**



**IRÁNY: EURÓPA!**  
KULTÚRA  
ZÁRLEG  
AZOZOTT TERHEK  
Az olvasás  
káros az egészségre



## IBM PC XT/AT-n futó programok:



### PCBCGA V 2.0 NYÁK-TERVEZŐ PROGRAM

EPSON mátrix, HP DeskJet 500, HP LaserJet III, IVL printereken 1:1, 2:1 arányú nyomtatással. Normál és felületszerelt, ki-, illetve nagyfrekvenciás panelek tervezhetők a segítségével. Ebben a kategóriában valószínűleg a világon a legolcsóbb! A program menüvezérelt (56 menüpont), egérrel vagy billentyűzetről. A lemezen megtalálható a NETConv V 1.1 konvertáló program is, amely az ORCad NETLIST állományából a PCBCGA számára olvasható

alkatrész- és kötéslistát készít. Ebből a PCBCGA nyomtatott áramkört tervez. A programhoz a lemezen részletes, kiprintelhető magyar nyelvű használati útmutató található, amelynek kivonatos printelt változatát a lemezhez mellékeljük. Upgrade V 1.3-ről V 2.0-ra 2500 Ft, lemezcserevel. A program angol nyelvű!

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db lemezen, tömörítve).



### EXOR V 1.0 DIGITÁLISÁRAMKÖR-SZIMULÁTOR PROGRAM

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beülthetünk újakra. A rajz Epsion mátrix nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hazárdjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszhető, módosítható. Ezt a programhoz mellékel, szabadon felhasznál-

ható 32-bites objektum orientált programfejlesztő környezet biztosítja. A szimulátor használatát kinyomtatható magyar nyelvű dokumentáció és angol nyelvű On Screen Help segíti. A használati utasítás a CD-n HTM formátumban megtalálható. Legalább 486-os processzort, 16 MB RAM-ot, SVGA kártyát, egeret és Windows 3.x-et vagy újabbat igényel.

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db CD-n).

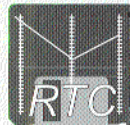
ÚJ!

### RTC ELEKTRONIKAI MÉRETEZŐ PROGRAMCSOMAG

Különböző rádiótechnikai/elektrotechnikai számításokra készített, táblázatkezelő keretei között megvalósított matematikai modellek gyűjteménye, egyszerű ábrákkal illusztrálva. 48 elektronikai jellegű számítási probléma oldható meg a segítségével, ez a felhasználó által is

bővíthető. Tartalmaz gazdasági számításokat és információs fájlokat is. Részletes ismertetése a Rádiótechnika 1992/11. számában található meg.

Fogyasztói ára: 1200 Ft (1 db lemezen, tömörítve, öninstalláló).



ÚJ!

### KANYI V 2.04 KAPCSOLÁSI RAJZ NYILVÁNTARTÓ PROGRAM ÉS ADATBÁZIS

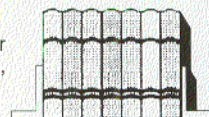
Nagy és folyamatosan bővülő adatbázissal rendelkező, a korábbi verziókhöz képest lényegesen átdolgozott, alaposan kibővített nyilvántartó program. A kapcsolási rajzokat ugyan nem, de azok jellemzőit, fontos elemeit tárolja. A Rádiótechnika, a Rádiótechnika Évkönyve, a Hobby Elektronika idáig megjelent számain, kiadásain

kívül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintes - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában megtalálható. F. ára: 4500 Ft (2 db 3,5"-os lemezen, öninstalláló). Upgrade: 2000 Ft.

### EX LIBRIS KÖNYVTÁRI NYILVÁNTARTÓ RENDSZER

Maximum 32 768 kötetes házi, üzemi, tanszéki stb. nemhivatalos könyvtárak számára. Igen egyszerűen kezelhető, nagyon rugalmas programrendszer. Hardver-igénye: min. 386-os alaplap VESA-kompatibilis kártyával. Rövid leírása a Rádiótechnika 1996/5. számában

jelent meg. Kezelését bármikor leihívható On Screen Help segíti, bár részletes használati útmutató is tartozik hozzá ASCII szövegfájlban, kinyomtatható formában. Speciális opciója a naplózás. Fogyasztói ára: 1800 Ft (1 db lemezen).



### TTL, CMOS, MEMÓRIA, TRANZISZTOR, DIÓDA KATALÓGUSPROGRAMOK

Egyszerűen kezelhető programok, jelentős adatbázissal. A TTL- és CMOS katalógusok egyenként mintegy 400, a MEMÓRIA katalógus kb. 200 IC, a TRANZISZTOR katalógus 7500 tranzisztor, FET, MOSFET főbb paramétereit, a DIÓDA katalógus pedig közel 7000 típus adatait tartalmazza.

Utóbbiban a diódákon kívül megtalálhatók a tirisztorok, triakok, optocsatlók, erősítőmodulok paramétereit is.

A katalógusok fogyasztói ára: egyenként 990 Ft (1-1 db lemezen).

### Assembly\_1 PROGRAM

IBM PC-s tanfolyamunkhoz (RT 1993/3-től). Fogyasztói ára: 600 Ft (1 db lemezen).

A programok 3,5"-os (külön kérésre 5,25"-os) lemezekre kaphatók és - az Ex Libris, a KANYI, ill. az EXOR kivételével - bármely IBM XT/AT vagy ezekkel kompatibilis gépen futnak, amely tetszőleges szabványú monitorral, merevlemez tárolóval és legalább 512 kB RAM-mal rendelkezik.

A programok a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatók munkanapokon 9-14 óráig.

**Címünk: 1138 Budapest, Dagály u. 11. I. em. 129. Telefon/fax: 239-4932, 239-4933.**

Postán, utánvétellel is rendelhet: a posta- és csomagolási költséget felszámítjuk. (1374 Budapest, Pf. 603.)

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



**A**  
**RÁDIÓTECHNIKA**  
**ÉVKÖNYVE**  
**2003**



## Szerkesztették:

Békei Ferenc főszerkesztő  
okl. vill. üzem mérnök, HA5KU  
Stefanik Pál ny. főszerkesztő  
okl. villamosmérnök, HA5BT

## Írták:

Balás B. Dénes távközlési technikus  
Bartók László okl. vill. üzem mérnök, HA5AG  
Békei Ferenc okl. vill. üzem mérnök, HA5KU  
Chrenkó Ferenc okl. villamosmérnök  
Czirbusz Imre híradásipari üzem mérnök  
Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7  
Dr. Fábán Tibor okl. villamosmérnök  
Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök  
Dr. Giber János egyetemi tanár  
Dr. Gschwindt András okl. villamosmérnök, HA5WH  
Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ  
Horváth Péter híradástechnikai mérnök, HA8RM  
Lóska Péter okl. IC-szakmérnök  
Dr. Madarász László okl. villamosmérnök  
Mészáros Sándor HG5CV  
Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET  
Nagymáté Csaba villamosmérnök  
Németh Lajos tanár  
Plachtovics György műszeripari technikus  
Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök  
Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök  
Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT  
Szabó István Zoltán okl. villamosmérnök  
Szabó Zoltán okl. üzem mérnök, HA9PN  
Urbán István okl. villamosmérnök  
Vörös Tamás tanár  
Wlassits Nándor HA8QC

## Tartalomjegyzék

Félvezetőeszközök fejlesztése és gyártása a Tungsramban .....	4
<b>Szélessávú adatátvitel telefonvezetéken:</b>	
DSL-technológia .....	14
Fémkereső-készülékek építése .....	23
<b>A számítástechnikától a hangtechnikáig (URBÁN Elektronika) .....</b>	<b>46</b>
<b>A világ rádiómúzeumai: Grimenton .....</b>	<b>61</b>
<b>Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 5. ....</b>	<b>63</b>
<b>Régi hangszórók restaurálása, javítása .....</b>	<b>75</b>
<b>Elektroncső-vizsgáló .....</b>	<b>80</b>
<b>Fűtőfeszültség-mérő készülék képcsövekhez .....</b>	<b>92</b>
<b>30 éves a LED .....</b>	<b>96</b>
<b>Technikatörténet – évszámokban .....</b>	<b>114</b>
<b>Sweep üzemmód-vezérlő az EMG Type 1172 (TR-0614) programozható szignálgenerátorhoz .....</b>	<b>119</b>
<b>DC-törpemotorok PWM-szabályozása .....</b>	<b>137</b>
<b>Minden, ami a gépjárművek áramellátásával kapcsolatos .....</b>	<b>160</b>
<b>Gépjárműmotor-menedzsment .....</b>	<b>169</b>
<b>Hangolásmentes microstrip diplexer 145/435 MHz-re ..</b>	<b>194</b>
<b>Keverőfokozat a WARC-sávokhoz .....</b>	<b>207</b>
<b>Nagytávolságú amatőrrádiózás a rövidhullámú alsósávokban .....</b>	<b>209</b>
<b>Végéntáplált antennák .....</b>	<b>216</b>
<b>Ismerjük meg ismeretlen ferritgyűrűinket! .....</b>	<b>218</b>
<b>Varázsszemes nosztalgiaműszerek .....</b>	<b>219</b>
<b>Megfigyelőként 8Q-földön .....</b>	<b>224</b>
<b>Itt a HA8KWE jelentkezik .....</b>	<b>228</b>
<b>CQ de HA... CQ de HG... 2002 .....</b>	<b>230</b>
<b>Rádióamatőr sávok és használatuk feltételei .....</b>	<b>234</b>
<b>A tengeri rádiózás rejtelmei .....</b>	<b>237</b>
<b>Kapcsolóüzemű tápegység autohifihez .....</b>	<b>242</b>
<b>Automata kisütő Ni-Cd akkukhoz .....</b>	<b>245</b>
<b>Rádiócső kódjelek .....</b>	<b>251</b>
<b>Bevált kapcsolások .....</b>	<b>252</b>
<b>Sok kis kapcsolat .....</b>	<b>268</b>

**© A könyvvel kapcsolatos minden jog fenntartva!**

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

Kiadja:

*Rádióvilág Kft.*

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

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

Nyomás: Szikra Lapnyomda Rt. (0206186), Budapest, 2002

Felelős vezető: Balogh Ádám, vezérigazgató

www.szikralapnyomda.hu E-mail: szikra.kervig@szikralapnyomda.hu

HU-ISSN 0557-6229



# Előszó

A „Rádiótechnika” évkönyveinek XXXVI. kötetét tartja kezében a kedves olvasó. Ezen kiadványunkban is alapvetően a rádió adás-vétel technika, a műszer- és mérés technika és az általános elektronika területéről adunk cikkösszeállítást. Reméljük, olvasóink megelégedésére.

Az évek során hagyománnyá vált, hogy évkönyvindító cikkünkben a hazai szakipar történetének feldolgozására vállalkozunk. Folytatjuk ezt most is a *Félvezetőeszközök fejlesztése és gyártása a Tungstramban* című anyagunkkal. Annak, hogy most e helyütt, kiemelve közöljük ezt, semmiféle komolyabb oka nincsen, hiszen ezen cikkünk történetileg ugyanolyan szerves része műszaki kultúraörökítésünknek, mint az évek során közölt EMG-, BHG-, ML-, Vatea-, vagy Zelenka Labor-történet, hogy csak néhány példával éljünk. Ha objektív oka nincs, akkor csak valaminő erősen szubjektív lehet! Igen, az és talán megbocsátható.

Az évkönyv szerkesztője úgy érezte, itt az a ritka alkalom, amikor megemlékezhet gyermekkorának egyik legszebb karácsonyestéjéről, kiváltképp *édesapjáról* és a tőle kapott csodálatos ajándékról: *egy P15-ös tranzistorról*. Szép kis Tungstramos kartondobozka, akkora mint egy miniatűr rádiócsőé, vattával bélelve rejtette az igazi nagyfrekvenciás csodát! Az 1960-as évek elején egy kisdíáknak ez a néhány megahertzes határfrekvenciájú „kalapos” házú, ötvöztött germániumtranzistor – a sok-sok reflex-kapcsolás után, végre – a középhullámú önrezgő keverés, a szupervétel lehetőségét hozta el. Hát, ez a csodák netovábbja volt... Mostani évkönyvünkéből, a már enyhén őszülő halántékú egykori kisdíák, aztán azt is megtudhatta, hogyan és milyen – szűkebb és tágabb értelemben vett – körülmények közepette születtek, készültek ezek az egykori „csodatranzisztorok”. Tanulságos történet.

Legújabb évkönyvünkben, egyebek mellett, ismét jelentkezőnk állandó rovatainkkal az amatőr rádiózás, az autó- és a háztáji elektronika területeiről is. Széles és színes választékhoz kívánhat élvezetesen hasznos évkönyv-olvasást a

Szerkesztőség

## Koaxiális csatlakozók, kábelek, antennák és szerelvények egy helyről



Telegärtner

**BNC • TNC • N • 7/16 • UHF**

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

**Mini UHF • FME • SMA • SMB**

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

Kabelwerk  
**EUPEN**

**5128 (1/2"-50) • 5228 (7/8"-50)**

- \* Bázisállomási koaxiális kábelek

**213 RT 5 Low Loss**

- \* Low loss (alacsony csillapítású) kábelek

**DRAKA**  
CABLES

**RG 58 C/U • RG 213, 214 C/U**

- \* Standard RG koaxiális kábelek

**1,35/3,6 AF Low loss**

- \* Vékony, de kis csillapítású kábelek

**FIMO**

**RFB 1/2" • RFA5 7/8"**

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

**KMT 1/2" • KMT 7/8"**

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

**KATHREIN**

**VHF • TETRA • GSM 900 / 1800**

- \* Gépjármű antennák minden sávra
- \* Kombinált többsávós antennák

**GPS • CCIR URH/ GSM / GPS**

- \* Professzionális bázisállomás antennák
- \* Szűrők, összegzők

ingyenes tervezési szaktanácsadás

budapesti raktár

megbízható műszaki háttér

1026 Bp., Guyon Richárd u. 13.

Tel: 200-0296, 200-6968

Nagykereskedelmi forgalmazás:

**RAKOTRADE Kft.**

Fax: 200-6971

e-mail: rakotrade@axelero.hu



# Félvezetőeszközök fejlesztése és gyártása a Tungsramban

(Kezdetek, fénykor és hanyatlás. Sikersztori vagy hibás iparpolitikai döntés?)

Dr. Giber János egyetemi tanár, BME – Atomfizika tanszék

A szerző által készített anyag tényszerűen az 1956-ot követő mintegy húsz év történetét foglalja magában. A kiegészítéseket és a képanyagot a Rádiótechnika, valamint – 1968-tól – a Rádiótechnika Évkönyve korabeli számai alapján, főleg Csornai László cikkeire támaszkodva, Simoncsics László állította össze. Ezeket a részeket keskenyebb, dőlbtűs szedéssel különböztetjük meg. Csornai László ebben az időben az Egyesült Izzóban folyó tranzisztorgyártás MEO-vezetője és a Rádiótechnika szerkesztőbizottságának tagja volt. A cikk legyen emlékezés a hőskorra és egyben megemlékezés azokról az úttörőkről, akik nem érthették meg a mikroelektronikai ipar fénykorát!

A félvezető anyagok jellegzetes tulajdonságait már a XIX. század első felében felismerték. A félvezető anyagok és fém közötti egyenirányító hatásról először F. Braun (1874) számolt be. A XX. század első évtizedében kifejlesztették a rádióvevőkhöz használt félvezető detektorokat. A II. világháború alatt a kristálydióda volt az egyetlen eszköz, amely alkalmas volt a radarfrekvenciák demodulálására és detektálására.

Az 1920-as, '30-as években megjelentek a kuprox, illetve a szelén teljesítményegyenirányítók, majd a termisztorok. Az igazi áttörést, a mikroelektronikai korszak kezdetét, a Bell Telephone Laboratories-ban végzett szisztematikus kutatások eredményeként a tranzisztorhatás felfedezése (1947) jelentette (J. Bardeen, W. Schockley, W. H. Brattain publikációi a Physical Review-ban 1947-48 folyamán), melyért a fenti hármas 1956-ban fizikai Nobel-díjat kapott. Először a tűs tranzisztort, majd p-n átmenetes rétegtranzisztort fejlesztették ki.



A szerző

A magyar szaksajtóban 1949-ben jelentek meg az első híradások a tranzisztorról. Az I. ábrán a tűs tranzisztorokról szóló ko-

rabeli íráások fotóit láthatjuk a Rádió és Film Technikából, valamint a Rádiótechnikusok kézikönyvéből. Ezután hosszú szünet következett.

Az új lehetőséget először a nagy rádiótechnikai gyárak (General Electric, RCA) karolták fel, de az első tömeges felhasználást a hongkongi és a japán cégek zsebrádiói jelentették. Mindazonáltal az új technika lassan terjedt: 1956-ban pl. az USA-ban gyártott félvezetőeszközök zömét még a tűs diódák és az egyenirányítók adták; csak 1960-ban érte el a megtermelt tranzisztorok értéke a diódákét. Magyarországra (a Posta Kísérleti Intézetbe) csak 1955–56-ban jutottak el az első tranzisztorok.

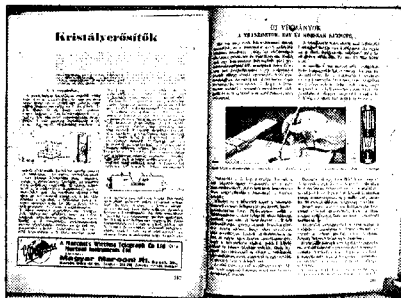
## 1. A magyar kutatás(!) igen gyorsan reagált

Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának bázisán létrejött Kutatólaboratórium, mely az 1953-ban életre hívott Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet (HIKI), majd az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézete (MFKI) alapját is képezte, Szigeti György vezetésével 1952 őszén (!) kezdte meg kutatásait a germániumalapú tűs tranzisztor reprodukálására. Ebben Bodó Zalán (fizika), Szép Iván (technológia), Klatsmányi Árpád (méréstechnika) vitték a vezető

szerepet. 1954-re sikerült az első működő mintapéldányok megvalósítása.

Ezt a teljesítményt csak hazánk akkori politikai-gazdasági helyzetének, elszigeteltségének ismeretében értékelhetjük. A kutatók az embargó miatt nem juthattak hozzá tisztességes minőségű germániumhoz; a szükséges technológiai- és mérőeszközöket saját maguknak kellett kifejleszteniük; nehezen jutottak hozzá a külföldi folyóiratokhoz. Először 1960-ban jutottak ki tranzisztorokkal foglalkozó tudományos konferenciára. (Ezen keveset segített, hogy 1956 őszén a HIKI és az Egyesült Izzó kutatói megtekintették a leningrádi Sztvetlana gyárban a P típusjelzésű germánium rétegtranzisztorok gyártását.)

Mindezek alapján az Egyesült Izzóban (az ME-gyáregységben) 1955-ben létrehozták a tűs diódák gyártására szolgáló kísérleti részleget, majd 1958-ban a rétegtranzisztorok kísérleti gyártását. A hazai félvezetőgyártás története szempontjából itt kell felvetnünk és megválaszolnunk azt a kérdést, hogy



1. ábra. Első magyar nyelvű híradások a tranzisztorról



miért került az 1950-es évek második felében a félvezetők gyártása és fejlesztése az Egyesült Izzóba, volt-e ennek azokban az időkben alternatívája, és végül: egyáltalán szükséges és helyes volt-e hazánkban félvezetők gyártására berendezkedni? Vegyük sorra e kérdéseket fordított sorrendben:

– A hazai elektronikai lobby – szerencsénkre – akkoriban igen erős volt és jelentős kutatási (TÁKI, Műszeripari Kutató) háttérrel rendelkezett. A Rákosi-korszak „vas- és acél országából” a gyógyszeripari mellett ez volt az egyik potenciális kitörési lehetőség (VT, Orion, BHG, EMG stb.). Az ehhez szükséges alkatrész bázis az akkori elszigeteltség és embargó miatt csak hazai alapon volt megoldható, erre a műszakilag elmaradott, hiánygazdálkodással küzdő KGST-n belül sem adódott lehetőség.

– Az Egyesült Izzó volt az egyetlen alkalmas, jelentős hazai technológiai bázis, amely ráadásul addigra már a félvezetők területén bizonyos tapasztalatokkal is rendelkezett (mikrohullámú diódák, termisztorok). (A kis Konverta a maga kisteljesítményű egyenirányító-gyártásával szóba sem kerülhetett.) Ráadásul az Egyesült Izzóban

## 2. A félvezetőgyártás első lépései, a fejlesztés és a kísérleti gyártás megteremtése. Kooperáció a HIKI-vel és az MTA MFKI-vel

*A Rádiótechnikában az első cikkek a tranzisztorról 1957-ben jelentek meg. Ezek még főleg elméleti ismertetések voltak, mert az amatőrök nem juthattak hozzá a hőn áhított tranzisztorokhoz (Ismertetés a tranzisztorral címmel egy hétrészes sorozat indult). 1958-ban jelen-*

*tek meg építési leírások, de külföldi, főleg szovjet tranzisztorok felhasználásával.*

Bár mint említettük, a tús germániumdiódák és a germánium rétegranzisztorok első típuscsaládjainak „gyártása” 1959-ben indult, ám hamarosan kiderült, hogy a félvezetők tömeggyártási technológiája messzemenően több tudást igényelt, mint amit a kutatók néhány tucat működő mintapéldány előállításával megszerezhettek. Nem bizonyult elegendőnek a gyártási tapasztalat nélküli licencátvitel pl. a P13-P15 rétegranzisztorok esetében sem.

*1959 volt az áttörés éve. Megjelentek az első ideiglenes adatlapok. Az első tranzisztorokat még a P6A, -D betűkkel jelölték, majd ezeket az amatőrök körében is ismert P13-P15 típusok váltották fel (2. ábra). Ha korlátozott mértékben is, de már hozzá lehetett férni ezekhez az ötvözött germániumtranzisztorokhoz. Ebben az évben jelent meg a Telefongyár első tranzisztoros*



Csornai László

volt egy speciális gyáregység (az ME), amelynek kiemelkedő vezetője, *Fried Henrik* Kossuth-díjas mérnök, minden új technológiát (pl. a katódsugárcső-, a TV-képcsőtechnológia mellett a mikrohullámú diódákat is) felkarolt és – a gyári lámpa- és rádiócsőgyártó többséggel szembehaladva – megvalósítani is képes volt.

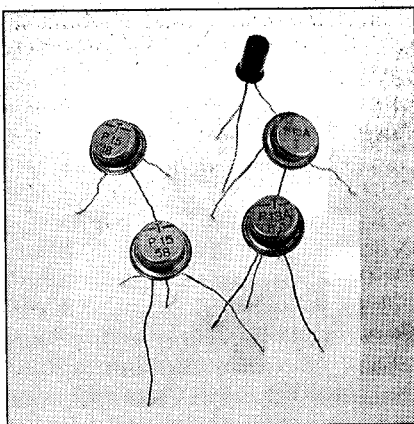
– Más kérdés, hogy a félvezetőgyártás Izzó-beli telepítése annak távlati sorsát is megszabta: a lámpalobby végül is elnyomta és 30 év múlva kiszorította a szerintük „testidegen” technológiát.

*készüléke, a TERTA 1004-es (3. ábra), amelynek hangfrekvenciás fokozatában már Tungstram tranzisztorokat építettek be.*

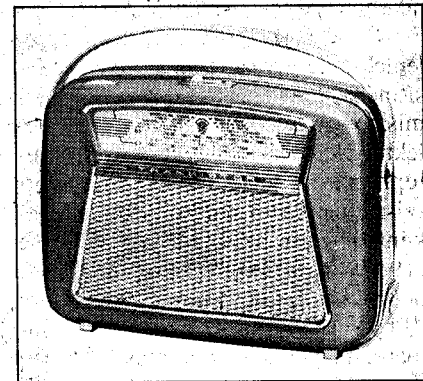
A fő nehézségek leginkább a rétegranzisztorok gyártásának példáján mutathatók be: a tranzisztorok visszáróama „kúszott”, az eszközök instabillak voltak, a gyártás kihozatala 5–8% között ingadozott.

E problémákkal nem tudott megbirkózni az 1961-ben „már” 6–8 fős(!) kis ME-gyáregységbeli félvezető-fejlesztő gárda sem. Szerencsére 1961-re felismerte ezt az ME vezetése és az Izzó akkori főmérnöke, a feledhetetlen *Vaszyly György* és helyettese, *Horváth Pál* is, akik 1961-ben alapvető intézkedéseket tettek. Felismerték, hogy a félvezető-tömeggyártási technológia problémáinak megoldása a rádiócső-szereléstől gyökeresen eltérő személetet, eszközöket, berendezéseket és csak erre koncentrálló speciális szakembereket igényel. Létrehozták és megerősítették az önálló Félvezető Fejlesztési Osztályt, majd Főosztályt (dr. Giber János vezetésével) és ráállították a feladatokra az akkortájt nyugati tapasztalatokkal éppen hazatért *Pálosi József* mérnököt, egy különösen kiváló, nemzetközi formátumú tömeggyártási technológust (aki később, *Demeter Károly* váratlan halála után, 1985-ben rövid ideig, az Egyesült Izzó vezérigazgatója, majd hosszabb időn át műszaki igazgatója lett). Sokat segített új berendezések létrehozásával és üzembe állításával, elképzelhetetlenül nagy munkabíráásával *Fried Henrik* gyáregységvezető is.

A sikerek nem maradtak el: 1962-re az Izzó megoldotta a stabilitási problémákat és a kihozatalt is 60% fölé emelte.



2. ábra. Az első Tungstram-tranzisztorok



3. ábra. A Telefongyár tranzisztoros rádiója

Az első lépés a visszaramkúszás felületfizikai okainak felismerése és megszüntetése volt. Giber János kísérletileg igazolta, hogy a kúszást a tranzistorok felületén lévő ionos szennyezések polarizálódás utáni téreffektusa okozta. Megmutatta, hogy az ionos szennyezés (erős ionmentes vízszugárral való mosás segítségével) gyökeresen csökkenthető, a felületi adherált vízréteg erős szárítással való eltávolítása pedig megakadályozza a maradék ionok separálódását, polarizációját. Eredményeit egyszerű kísérletekkel a vezérgyártói értekezleten, a tárgyalószalonon demonstrálta; a bemutatóra meghívták a HIKI és az MFKI vezető tudósait is. A gyártásban ezután áttértek a deionizált vízszugaras mosásra (Giber-Fried) és a fém (TO1, TO3) tokozásra (Pálosi József): így realizálták a fenti felismerést tömeggyártási eszközökkel.

*1960-61-ben egyre több tranzistorról szóló cikk és szakkönyv jelent meg, de a legnagyobb problémát a nagyfrekvenciás tranzistorok hiánya jelentette. Részben segített ezen az OC1044, -45-ös család gyártásának beindítása, mert ezek felhasználásával már egy középhullámú szupervót lehetett építeni.*

A jó félvezető-tömeggyártási technológia mikrofizikai, anyagtudományi ismereteket, szemléletet igényelt, mely gyökeresen eltért a szerelési szemléletű rádiócsőgyártás-technológiai nézőponttól. Ennek a gyártásban való ke-



4. ábra. Tranzisztorgyártás

resztülvitele igen sok küzdelemmel, konfliktussal, egy új, fiatal munkás(lány) gárda kiképzésével járt. Emlekszem rá, hogy a tranzisztorgyártás első művezetőjét (a rádiócsőgyártás elismert szakemberét, „M. bácsit”) milyen nehéz volt meggyőzni arról, hogy a jó erős csapvizés mosás itt nem alkalmazható és hogy a p-n-p rétegeket nem lehet „összeforrasztani”, azokat hidrogén atmoszférában kell összefundáltatni!

*A tranzisztorgyártásról nagyon kevés képanyag maradt fenn ebből az időszakból. Néhány képet a Rádiótechnika közölt olyan megjegyzéssel, hogy akár az Egyesült Izzóban is készülhettek volna (4. ábra).*

Meggyőződünk arról, hogy – az alapkutatási intézetekben történő tisztázása után – a típusok fejlesztésének legjobb terepe egy összevont fejlesztés és kísérleti gyártás az Egyesült Izzóban. Az 1960-as évek közepén jómagam és Pálosi József közös kezdeményezésére összevontuk a fejlesztést és a kísérleti gyártást. Pálosi József ezután minden erejét a gyöngyösi tömeggyártás megszervezésére fordította, ahova nyugati berendezéseket és technológiai kultúrát telepített. Neki köszönhető a termelés és az értékesítés felfuttatása, mely 1965 után exponenciálisan nőtt és sok száz milliós darabszámot ért el.

Az Izzó ezután saját erejéből, első sorban a rohamosan növekvő hazai igényeket követve, gyorsan bővítette a germániumalapú eszközök típusválasztékát. Ezt mutatja az 1. táblázat. E hatalmas munkát a gyorsan felfuttatott fejlesztés, kísérleti gyártás végezte. Nagy segítséget jelentett, hogy 1962-ben hozzánk csatlakozott a Konverta szakemberegyüttese (Zanati Tibor, Puszkás László, Motál György, Mohácsy Tibor és mások) is, jelentősen erősítve az 1961-es törzsgárdát (Telegdy György, Horváth Miklós, András Andorné (Márta), Schiller Róbertné (Vera), Schronk László, Erdős László, Lőrincz Lajos). Az 1960-as évek közepére mintegy 160 fiatal mérnök és közel 300 szerelőmunkás, műszerész dolgozott az egyesített Félvezető Fejlesztési Főosztályon. A kezdeti törzsgárda több, frissen végzett, igen tehetséges, ambiciózus, teherbíró fiatalból bővült (Huszka Zoltán, Oláh Sándor, Spekla Sándor, Kászonyi László, Pauer Magdolna, Szendrői István, Kalmár Gábor, Bakonyi János, Mészáros Gyula, Lé-

## 1. táblázat. Germánium diódák félvezetők fejlesztési és gyártásbevezetési időpontjai

Típuscsalád, illetve típus	Prototípus jóváhagyása	Kísérleti gyártás	Sorozatgyártás	Gyártás megszűnt
<b>Diódák</b>				
OA1150-1173	1957	1958	1958	
OA1180-1180	1960	1961	1961	
AA113-119	1964	1966	1967	
AA137-139	1972	1972	1972	
<b>Kis- és közepes teljesítményű tranzistorok</b>				
P13-P15	1958	1958	1959	1966
OC1070-1072	1959	1960	1960	1975
OC1074-1079	1960	1962	1963	1975
OC1044-1045	1960	1962	1963	1975
AC125, AC126 és AC126(z)	1964	1965	1966	
AC128, AC128(z)	1964	1965	1966	
AC176	1967	1968	1969	
AC187/AC188	1968	1968	1969	
AC187K/AC188K	1968	1968	1969	
<b>Teljesítmény-tranzistorok</b>				
AD1203	1959	1960	1961	1967
ASZ1015-1018	1962	1962	1963	
ASZ15-18	1965	1967	1968	
AD162	1967	1968	1969	
AD161	1968	1969	1970	
<b>Drifttranzistorok</b>				
AF136T-137T	1964	1965	1966	1968
AF134-AF137	1966	1967	1968	1968
AF136(z), AF137T(z)	1967	-	-	
ASY78T, AFY14	1967	-	-	
AY102	1967	-	-	-
AU106-108	1968	-	-	-
<b>Mezatránzistorok</b>				
AF106	1966	1967	1968	1979
AF200, 201	1967	1967	1968	1968
AF139	1970	1974	1975	1979
AF239, AF239S	1971	1972	1974	
AF279, AF279S	1977	1978	1978	
AF280	1977	1978	1978	
AF379	1978	1979	1979	

*nárt Márta, Viola Katalin, Somlyai Endre, Szölgyémi László, Nényei Zsolt, Balogh Béla, Balogh Béláné, Endrődi Béla, Gyimesi Jenő, Kenderessy Tamás, Méhn Márton és mások).*

A germániumdiódák fejlesztése Horváth Miklós és Lőrincz Lajos, a mezatránzistorok fejlesztése Andrásiné, az OC1044-es család Schiller Ró-



bertné nevéhez kapcsolható. A Műveletfejlesztési Laboratóriumot Zanati Tibor, a Méréstechnikait Schronk László irányította. Nagy segítséget jelentett munkánkban a csodálatos Csornai László (MEO) szakértelme. Nagy elismeréssel kell szólnunk a HIKI Való Iván Péter által vezetett Méréstechnikai Laboratóriumáról, ahonnan a típusok célmérőműszereit rendeltük és kaptuk. Sokat segített a HIKI Kemény Ádám vezetett Nagymbízhatósági laboratóriuma, akiknek nagyon sokat köszönhetünk az ipari (military) kivitelű eszközök fejlesztése és élettartamvizsgálata terén.

*Akkor látjuk reálisan a hazai gyártás helyzetét és a fejlett országok szintjétől az elmaradásunkat, ha az előbbihez illesztjük az [1] irodalom alapján készített 2. táblázatot. Ebből látható, hogy az első időben 8, majd a nagyfrekvenciás tranzisztorok területén 12 éves volt az elmaradásunk a világ fejlettebb régióihöz képest. A szilícium*

*umtranzisztorok gyártása során, a '70-es évek elejére ezt a hátrányt fokozatosan sikerült 6 évre csökkenteni. Tekintetbe véve az akkori technológiai embargót, ez óriási eredmény volt.*

2. táblázat. Tranzisztorfajták külföldi és hazai megjelenése

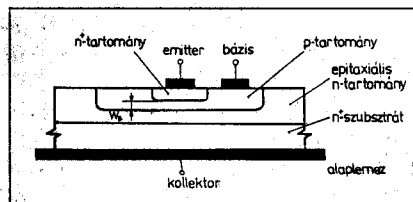
Tranzisztorfajta	Külföldi	Hazai előállítás
Ge tús	1949	1954 (kísérleti példányok)
Ge réteg	1951	
Ge ötvözött	1951	1959 (P típusok) 1960 (OC típusok)
Ge drift	1954	1966 (AF136T)
Ge meza	1956	1968 (AF106)
Si planár	1960	1968 (BFY33) 1970 (BC107)

### 3. A szilíciumalapú planárdiódák és -tranzisztorok fejlesztése: a folyamatos kísérleti gyártás központi szerepe

A szilícium planár-technológiájú tranzisztorokat az élvonalbeli nyugati gyárakban 1959–60 körül fejlesztették ki, a gyártás a '60-as évek elején indult.

A kutató-fejlesztő munka a HIKI-ben és az Egyesült Izzó Félvezető Fejlesztési Főosztályán 1963-ban egyidejűleg és párhuzamosan kezdődött, mindkét helyen igen gyorsan kiépítve, kifejlesztve a germánium-technológiától gyökeresen eltérő eszközparkot és műveleteket is. Az 1963–66-os évek során vállvetve jutottunk el a közösen kiválasztott BFY33 céltípus Izzó-beli prototipizálásához. A céltípusválasztás célszerűen alkalmazkodott a kezdetben háziilag előállított eszközök teljesítményképességéhez: teljesíthető felületnagyság, néhány mikrométeres rétegvastagságok.

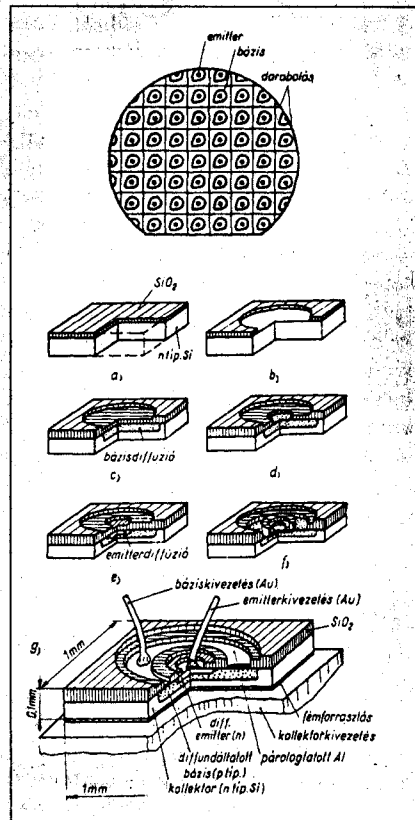
A következőkben felvázoltuk a bipoláris planártranzisztor szerkezetét és technológiai sémáját. A tranzisztor struktúrájának keresztmetszetét az 5. ábra mutatja. A  $n^+$ -p átmenet képezi a tranzisztor emitter-bázis diódáját, az epitaxiális n-tartomány pedig a kollektort. A p-réteget bórdiffúzióval, az  $n^+$ -réteget foszfordiffúzióval alakítottuk ki. Az epitaxiális – tehát az (111) ori-



5. ábra. A bipoláris n-p-n tranzisztor keresztmetszeti struktúrája

entációjú szubsztráttal azonos szerkezetben ráépített – rétegre azért volt szükség, hogy az  $n^+$ -hordozó (szubsztrát) réteget kis ellenállásra választhassuk és ezzel a kollektorkivezetésül is szolgáló alaplemez felé a soros ellenállást lecsökkenthessük.

Ha a közbenső p-típusú bázistartomány vékonyabb, mint a kisebbségi töltéshordozók diffúziós hossza, akkor a nyitóirányba előfeszített emitter-bázis dióda a bázistartományba kisebbségi töltéshordozókat juttat, amelyek diffúzióval eléri a záróirányba előfeszített bázis-kollektor átmenetet. Mivel a nagyellenállású záróirányú átmeneten a kisebbségi töltéshordozók gyakorlatilag változatlan árama folyik át, a nyitó- és záróirányú átmenetek munka-



6. ábra. A bipoláris tranzisztor-elemek gyártásának sémája

ponti ellenállásai hányadosának megfelelő teljesítményerősítés érhető el. Mivel a záróirányú ellenállás nagyságrendekkel nagyobb, ez az erősítés jelentős lehet.

A technológia igen sok lépésből áll. Ezeket mutatja vázlatosan a 6. ábra.

Az Egyesült Izzóban a planártranzisztorok elemeinek (csipjeinek) fejlesztését Puskás László laboratóriuma végezte, döntően az Oláh Sándor vezetésével előállított oxidációs- és diffúziós kályhákkal. Hamar felismertük, hogy minden műveletet külön kályhában kell végezni és a kályhákat a reprodukálhatóság érdekében folyamatosan kell üzemeltetni. 1967 végére igen nehéz küzdelemben kialakítottuk a 17. épület III. és IV. emeletén a korszerűen klimatizált kísérleti gyártást, illetve laboratóriumokat, ahol a beüzemelés után sikerült elérni a kívánatos pormentességet is. Sokat segített ebben, hogy az Izzónak erre az időre sikerült beszereznie a Vacwell-cég gyártósorát. Ez Pálosi József és Zanati Tibor érdeme, 1968-ban pedig szerettünk egy japán eredetű maszkleptető (step and repeat) berendezésre is (Giber János – Pálosi József).

### 3. táblázat. Szilícium diszkrét félvezetők fejlesztési és gyártásbevezetési időpontjai

Tipuscsalád, illetve típus	Prototípus jóváhagyásra	Kísérleti gyártás	Sorozatgyártás	Gyártás megkezdés
<b>Diódák</b>				
1401-1402	1961	1962	1962	1968
BA102	1967	1968	1969	1973
BAY44-46	1968	1968	1969	1973
BB103	1969	-	-	-
BA138	1969	1969	1970	1974
BAY41-43	1969	1971	1971	-
BAY93-95	1973	1974	1975	1976
1N4148-4449	1973	1974	1975	-
ZPDD 1...33	1975	-	-	-
<b>Planárizszoftorok</b>				
BFY33-34, 46	1976	1976	1968	-
BC107-109	1969	1969	1970	-
BC147-149	1970	1970	1970	1972
BSY17-69	1970	-	-	-
BSY34, 58	1969	-	-	-
BF184	185	1970	-	-
BCY58-59	1973	1974	1975	-
BC177-179	1973	1974	1974	-
BC237-239	1973	1974	1975	-
BC307-309	1973	1974	1975	-
BCY78-79	1973	1974	1975	-
2N2368	1976	1977	-	-
2N2369	1976	1977	-	-
2N2904-2905	1976	1976	1976	-
2N2906-2907	1976	1976	1976	-
BC300-302	1977	1977	1977	-
BC303-304	1977	1977	1977	-
BD135-139	1977	1977	1979	-
BD138-140	1977	1977	1979	-
BD234-238	1977	1978	1979	-
PN2904-2907	1977	1978	-	-
BC546-550	1978	1978	1979	-
BC556-560	1978	1978	1979	-
BC635-639	1978	1979	1979	-
BC636-640	1978	1978	1979	-
BD165-169	1978	1978	-	-
BD166-170	1978	1978	-	-
BF479	1978	1978	1979	-
BF506	1978	1978	-	-
BF509	1978	1978	-	-
BF679	1978	1978	1979	-
BF680	1978	1978	1979	-

1967-ben a kísérleti gyártás – az új helyen, vásárolt berendezésekkel –, igen nehezen indult. Először is a gépsorhoz nem kaptunk használható technológiát, tehát arra a saját technológiát kellett telepíteni. A kísérleti gyártás drámai légkörben kezdődött: betápláltuk a drágán vett Si-lemezeket és a sor végén a szemébe dobtuk a kész csipeket hordozókat. 100%-os, minden csipre kiterjedő mérést végeztünk, a mérőberendezés a rosszakat piros ponttal jelölte; heteken át csak piros pontokat termeltünk. A kollektíva a feszült légkör ellenére éjjel-nappal, folyamatosan termelt, analizált, javított. Elsősorban az ún. pin-hole-ok (a rétegeket rövidre záró túlyukak) okozták a selejtet. Végül két hónapos küzdelemben győztünk: elfogadható kihozattal gyártot-

tuk a BFY33-as típust. A planárizem kapacitása 1969 elején elérte a célul tűzött 250 E db/éves szintet, majd 1970-re a félmillió/év darabszámot. Ez volt az első olyan félvezetőgyártási eredmény, amelyet az egész ország, a vezetés és sajtó is lélegzet-visszafojtva várt és a kormány kitüntetéssel is elismert.

A siker megmutatta: ilyen technológiát nem lehet kis laboratóriumokban művelni, a siker csak folyamatos kísérleti gyártással, az ez által létrehozott stacioner körülményekkel és tisztasággal biztosítható. Ezzel választ kapott az 1961-ben feltett kérdés: a kutatás és a fejlesztés, néhány alapkérdés tisztázása után, összetartozik. Ennek konzekvenciáit a HIKI is levonta: a bipoláris integrált áramkörök fejlesztését a kezdeti lépések után a HIKI átadta az Egyesült Izzónak, ő maga pedig – közben elfogadható saját kísérleti gyártást építve – teljes erővel a MOS-áramkörök fejlesztésére állt át és vitte azt sikerre.

*Az 1968-as Rádiótechnika Évkönyvben összefoglaló cikk jelent meg a félvezetőgyártás és -fejlesztés helyzetéről [2]. Ebből emeltem ki a 7. ábrát, amely az akkori tranzisztorok működési határfrekvenciáját és teljesítményét hasonlítja össze az elektroncsövekkel és a korábbi évek állapotával. Érdemes elgondolkozni azon, hogy az 1967-es görbe mára mennyit változott! A cikk már részlete-*

### 4. A fejlesztés szellemi bázisának létrehozása

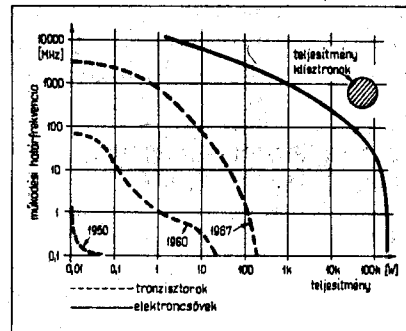
Az Izzóban 1961-ben kemény munka kezdődött. Az akkor csúcstechnológiának számító félvezetők és integrált áramkörök fejlesztési és gyártási bázisának megteremtése nagy mérnöki kihívás volt. Az eredményesség alapfeltétele egy összekovácsolódott fiatal kollektíva létrehozása volt, lényegében a semmiből. 4 év alatt közel 150 fiatal mérnököt, fizikust, vegyészt, matematikust verbuváltunk és munkában, feladatokon neveltük, tanítottuk, edzettük egymást. Minden K+F tevékenység alapja a (szakmai) vezető és a munkatársak kiválasztása, kölcsönhatása! Néhány sort szentelnék az ennek során szerzett tapasztalatokról.

A vezető kiválasztása a felsőbb vezetés feladata. K+F munka vezetésére

*sen foglalkozik az integrált áramkörök technológiájával, a LED-del és a lézerdíóddal, az optikai eszközökkel és egyéb különleges félvezetőkkel.*

A planár kísérleti gyártósoron (tehát nem laborban) a tervekőtelezett gyártási programmal párhuzamosan intenzív típus- és technológia-fejlesztés is folyt. A típusválaszték 1970-re, majd a további években gyorsan kiegészült: a gyártósor és a technológia majdnem univerzálisnak bizonyult. A planáris szilícium-technológia beérkezett!

A gyártósor vezetését a beindítás után Zanati Tibor és (helyettesként, majd 1972-től vezetőként) Bakonyi János vette át. Az ő, valamint Puskás László és Huszka Zoltán nevéhez kapcsolódik a további típusok fejlesztése. A kifejlesztett szilíciumalapú diódák és tranzisztorok listáját a 3. táblázat mutatja.



7. ábra. A tranzisztorok működési határfrekvenciájának és teljesítményének növekedése

a K+F több fázisán sikeresen vizsgáztott, nyelveket tudó, a kutatómunkába „szerelmes” embert kell kiválasztani. A jó K+F vezető a kinevezése után sem adja fel a kétkezi saját kutatómunkát. Célszerű, ha ötvenként külföldi munkát vállal, ahol egyéni teljesítményét újra és újra mérlegre teszi: ez növeli önbizalmát és tekintélyét fiatal munkatársai előtt. A kiválasztott vezetőnek módot kell adni, hogy az új feladathoz saját maga válassza ki a személyeket, a teamjét. Ha a csoport nem akar összeválni, ha túl sok a kiválasztottak között a tehetségtelen, ha a team jelentős része (pl. több, mint egyharmada) nem jön ki a vezetővel, akkor a vezető megbízását meg kell szüntetni és újat kell kinevezni. A K+F munka vezetésére



nem alkalmasak a hatalomvágyó, karrierista, a formai rangot a feladat nagyságához képest túlbecsülő egyének. Könnyű őket felismerni: ők az „univerzális vezetők”, akik imádják a szép irodákat pálmával, a formai aláírási, engedélyezési jogok gyűjtését, a semmire sem jó értekezleteket. Az alkalmatlanok kerülők a részletekbe menő szakmai megbeszéléseket. Hagyjuk futni azokat, akikkel mindent írásban kell megbeszélni, akik elfelejtik a megállapodásokat, akiknek szavára nem lehet adni, a mindenhol elkéső, összevissza futkosó munkatársakat! Óvakodjunk az ügyrendet frogató, örökösen átszervező, a szervezés mindenhatóságában hívő emberektől! A munka tartalmi kérdéseinek megoldása alig függ a szervezeti rubrikáktól.

A munkatársak kiválasztása döntő tényező. Új terület indításánál legjobb, ha a fiatalokból egyenkénti kiválasztással alkotunk csapatot. K+F munkára az erős akarátú, munkabíró, makacs emberek valók. Olyanok, akik a kiadott feladat alapján képesek saját munkatervet készíteni. Ezen kérhető le, hogy a kiválasztott megértette-e feladatát, képes-e munkáját egy hónapig, fél évig stb. közvetlen irányítás nélkül végezni, a koncepciót követve önállóan dolgozni. Ennek fokozatai döntik el, hogy milyen szintű részfeladat vezetésére alkalmasak. Magyar viszonyok között a teammunka legnagyobb ellensége az egyénieskedés. Az együttműködési készséget, a teamszellemet szakmai megbeszéléseken lehet kialakítani, ahol a láncszemek erős húzólánccá edződnek, a szakmai tudás rendszeresen vizsgázik és a kollektív kontroll és megítélés érvényesül. Itt alakul ki az emberek értékrendje; a kollektíva besorolja a képességeket és a teljesítményeket.

A kiválasztás a döntő, de ha ez adott esetben mégsem sikeres, mielőbb meg kell szabadulni az oda nem valóktól. A jó kezdeti kiválasztás a vezetői képességek egyik legdöntőbb mércéje. Talán nem vagyok szerénytelen, ha elmondom, hogy a munkatársaim kiválasztása terén a sors kedvezett nekem. Életemben három nagy kollektívát kovácsoltam össze. A félvezető-kollektíva volt a legmaradandóbb. Büszke vagyok rá, hogy ma ebben a technikában, szerte az országban, az én tanítványaim dolgoznak. Egy olyan technika, mint a félvezetők bevezetése, azzal a tapasztalattal szolgált, hogy a kutatás, fejlesztés és kísérleti gyártás egyetlen vezető kezében, egymás kontrolljaként kell hogy létrejöjjön. Az ilyen termékeknek néhány tucat tranzisztor, IC – mint kutatási végtermék és mint a kutatás minősítése – nem elegendő: csak a kísérleti gyártás jelent minősítési lehetőséget. A fejlesztés és gyártás párhuzamos kiépítése ugyancsak követelmény: a két szervezet egymást kontrollálja; az esetleges alapanyag- és vegyszerhibák felderítése a két szervezet együttműködésével igen gyorsan megoldható.

Igen nagy feladat a megszerzett tudás felhalmozása, az összegyűlt tudásmennyiség minőségileg magasabb szintű szintézise, dokumentálása és folyamatos átadása; e nélkül nincs korszerű technika. A felhalmozás és a tradíció, a tudás átadása újabb és újabb egyéneknek, illetve nemzedékeknek, két feltétel teljesülésétől függ. Az egyik a pontos dokumentálás. Ez nem csak a szokásos gyártási dokumentáció rögzítését jelenti. Egy-egy téma lezárása után összefoglaló tanulmányt is kell írni, amelyben a kudarcok, a sikertelen kísérletek, az előforduló sejtök elemzési tapasztalatai, az inputanyagokkal kapcsolatban szerzett jó és rossz tapasztalatok, az optimalizálás útjai és sok más is leírandó. A másik

feltétel a személyekben felhalmozott tudás és ezek generációs átadása. Tapasztalataink szerint egy adott feladatra a mérnöktől a szerelőig mindig több, párhuzamos személy betanítása, illetve szükség esetén időben való beállítása indokolt. Ezzel garantálhatjuk a személyes tapasztalatok, a „kézben” felgyűlt tudás átadását és megővünk a gyárat egyes emberek tudatos vagy tudat alatti zsarolásától is.

A teamben egyszerre kell kielégíteni a kollektíva szükségleteit és az egyén ambícióit. Különösen nehéz ez a feladat elit csapatokban, ahol sok igen tehetséges egyén kooperációját kell lehetővé tenni. Erre pedig csak egy ráteremt, erkölcsliget is magas szinten álló, határozott, áttekinthető vezető képes. Olyan, aki egyéni indítatásait úgy érvényesíti, hogy egyidejűleg képes kielégíteni a beosztottak törekvéseit is. Nem lehet jó vezető, aki nem jár a teamje előtt. Láttam felbomlani csoportot amiatt, hogy pl. a vezető ugyanazon tudományos fokozatot akarta elérni (mivel nem járt a teamje előtt), amit a teamtagok is ambicionáltak. Ilyen helyzetben a munkatársak úgy érzik, hogy a főnök az ő tüzükön sütögeti a pecsenyét...

**5. A Tungstam típusválaszték-politikája: nyugati céltípusok, versenyképes árak. Helyünk a KGST-ben, nyugati kapcsolatok. A félvezetőprofil nyereségessége**

Az Egyesült Izzóban 1961 után minden – fejlesztésre, gyártásra került – félvezető eszköztípus nagy nyugati félvezetőgyárak típusainak, katalógusadatainak felelt meg, azaz a céltípusok nyugatiak voltak. Néhány példát mutat a

**4. táblázat. EIVRT-tranzisztorok és külföldi céltípusok**

**4. táblázat. EIVRT-tranzisztorok és külföldi céltípusok**

EIVRT típusok, katalógusmegnevezés	Céltípus/cég
AC107	AC107/Valvo
AC125-126	AC125-126/Philips
AC176	AC176/Siemens
AC187-188	AC187-188/Philips, Valvo
AD161-162	AD161-162/Philips, Valvo
AF106	AF106/Siemens
AF136-137	AF136-137/Siemens
AF139	AF139/Siemens
ASZ1015-1018	ASZ15-18/Philips
BC107-109	BC107-109/Siemens
BC177-179	BC177-179/Siemens, Valvo
BFY33T-34T	BFY33-34/Siemens
OC1044-45	QC44-45/Valvo

A Tungstam típuspolitikája mindig nemzetközi mércét tűzött a fejlesztők és alkalmazók elé, mondhatnám, egyértelműen nyugatbarát volt. Ez a mai nézőpontból szinte magától értendő tény akkoriban egyáltalán nem volt az. A félvezetőgyártás hazai létrehozása nem nyílt piaci művelet volt, a feladat elsősorban a hazai felhasználók (a hazai elektronikai ipar) ellátása volt, ahol – dicséretükre legyen mondva – ragaszkodtak a legfejlettebb (nyugati) típusokhoz, de azokhoz a devizahiány miatt nem juthattak hozzá.

Érdekes volt, hogy bár az elektronikai ipar a termékeinek egy részét a Szovjetunióban, illetve a KGST-piacokon értékesítette, a vevők nagyon is szívesen vették, ha a szállított berendezésekben nyugati céltípusú félvezetők voltak.

Az Izzó félvezetőpiaca tehát szinte teljesen a hazai elektronikai felhasználókra korlátozódó, zárt, de igen igényes volt. Már 1962-63-ban szembetalál-

koztunk az alkalmazók akkor parttalanak nevezhető igényeivel: a fejlesztők, ha nyugati áruhoz nem is, de katalógusokhoz azért hozzájutottak; a világ legjobb cégeinek teljes típusválasztékát figyelembe véve dolgoztak. Mikor aztán gyártani kellett, a típusokat az Izzón kérték számon. Nagy siker volt, hogy az Izzó (Huvé István, Csornai László, Schronk László, Kászonyi László) meg tudta győzni az alkalmazóinkat követeléseik teljesíthetetlenségéről. Sikerült megállapodni egy (az Izzóra és az iparra egyaránt) „kötelező”, „erősen ajánlott” típusválasztékról. Később ennek betartásába az alkatrész-kereskedelem (akkor döntően az EMO, – az Elektromodul) is besegített; beszerzési monopóliuma volt. A típusválaszték alapján működő fejlesztés egészen az 1970-es évek elejéig működött, mégpedig a hazai felhasználók számára (a nyugattal is) versenyképes áron. Érdekes elmondani, hogy a kezdetleges körülmények mellett hogyan tudtuk ezt elérni, biztosítani.

A félvezetőgyártás a lámpáétól gyökeresen eltérő technológia ellenére a gyártási és minőségellenőrzési elvre, az önköltségre való odafigyelés vonatkozásában őrizte az Izzó félévszázados nemzetközi hagyományait. Az Izzóban minden felelős személy törekedett a minőséget és az önköltséget nyugati szinten tartani. A félvezetőágazat nyugati minőséget gyártott és a tömeggyártási önköltség legfeljebb a kétszerese volt az akkori nemzetközi szintnek.

A Szovjetunióban és a KGST-országokban nem volt nyugati céltípus, a minőség kérdése másodlagos volt, az önköltségről pedig akkortájt nem is hallottak. Minden gyár a termékeiért központilag meghatározott (igen magas, a nyugati árak sokszor tízszeresét

## 6. Az utolsó nagy siker: a Thomson, majd Fairchild típusú integrált áramkörök saját körű kifejlesztése és kísérleti gyártása a Félvezető Fejlesztési Főosztályon

1967-ben a Tungfram Félvezető Fejlesztési Főosztálya – a planártechnológia sikerére, kiváló tervezőire (Mohácsy Tibor, Méhn Márton és mások), fejlett maskkkészítő laboratóriumára (Pauer Magdolna) támaszkodva – történelmi döntést hozott: vállalkozva az akkor már nemzetközileg elterjedt logikai integrált áramkörök kifejlesztésére. A típusfejlesztésre dr. Motál György és Huszka Zoltán kapott megbízást. A feltételeket – az Izzó felső vezetésének hallgatóla-

is elérő) árat kapott. Mivel a kereskedelem központosított volt, az EMO sokat keresett az Izzó félvezetők keleti exportján. „Keverékkasszát” alkalmazva, ezzel szubvencionálta az Izzó félvezetők itthoni árait. A mi nyugatbarát típuspolitikánk, örökös harcunk a jobb önköltségért, az Izzónak igen előkelő, irigyelt helyet biztosított a KGST-ben, de rengeteg intrika is irányult ellenünk.

Ide illik, hogy őszintén beszéljünk arról, mekkora volt a lemaradásunk a nyugathoz képest és mekkora volt az előnyünk a KGST-ben. Tény, hogy típusválasztékunk 5–6 évvel követte a nyugati élvonalat, ám a hazai igényeket pl. 1965-ben 75%-ban ki tudtuk elégíteni. A '60-as években évekkel jártunk a KGST-országok (így a Szovjetunió és az NDK) előtt. Ez utóbbi helyzet csak a '70-es évek elején változott: ekkorra a nagyságrendekkel (!) többet beruházó NDK elért, sőt, kissé le is hagyott minket.

Természetesen, ahogy nyílt a piac, liberalizáltabb lett a devizagazdálkodás; ez a kötelező típusválasztékból, ellátási kötelezettségből felépített mesterséges építmény egyre jobban rogyadozott, az '58-as premisszák okafogyottá váltak: előrevetődött a hanyatlás árnyéka. Világossá szeretném tenni, hogy a félvezetőgyártás az Izzóban 1961 óta végig nyereséges volt; olyannyira, hogy korrekt könyvelés mellett simán ki tudta volna fizetni az 1970. évi gyöngyösi nagyberuházást és az 1976. évi Fairchild–Tungfram IC-beruházáshoz az MNB által nyújtott kölcsönöket is. Ugyanakkor az Izzó gazdasági vezetése örökké az ágazat veszteséges voltát hangsúlyozta: évről évre mindenféle trükkökkel átkönyvelték a nyereséget a lámpagyártásra és a gyöngyösi gépgyártásra.

gos beleegyezése alapján – az OMFB (Sebestyén János elnökhelyettes) és az MTA SZTAKI (Vámos Tibor akadémikus, igazgató) biztosította; előbbi a speciális berendezésekre adott devizát, utóbbi egy 21 fős létszámkeretet biztosított saját pénzügyi keretéből. A Félvezető Fejlesztési Főosztály vezetőjére, Giber Jánosra hatalmas felelősség és nyomás nehezedett. Az Izzó lámpagyártó-lobbyja, bár pénzt nem adott, egyik támogatást a másik után indította.

## 5. táblázat. RTL-, ill. TTL-integrált áramkörök (Tungfram fejlesztésű csipből)

Típuscsalád, illetve típus	Prototípus jóváhagyásra	Kísérleti gyártás	Sorozatgyártás
RTL (Thomson céltípus)	1969	1970	
TTL (Fairchild típusok)		1970	
<b>A dual-in-line műanyag tokozás bevezetése</b>			
TL7400 (FLH101)	1971	1971	1971
TL7460 (FLH101)	1971	1971	1971
TL7410 (FLH111)	1971	1971	1972
TL7440	1973	1974	1974
TL74H01	1974	–	–
TL74H02	1974	1975	1975
TL74H06	1974	1975	1975
TAA550	1973	1973	1974
TA72702	1973	1973	1974
7402	1974	1974	1977
7406	1974	–	–
74H01	1974	–	–
7479	1975	1976	1978
74123	1975	1976	1977
TBA120S	1975	1977	1977
SAS560S	1976	1977	1977
SAS570S	1976	1977	1977
TAA661	1976	1978	1979
TBA810AS	1978	1978	1978

Nagy – átmeneti – megkönnyebbülést jelentett, hogy 1969-ben, a HIKI-vel együttműködve az Izzó prototipizálta az első, Thomson-eredetű RTL integrált áramköri típust. Az FFF szakember- és technológiai bázisa ekkorra olyan erős lett, hogy képes volt a bipoláris integrált áramkörök teljes kifejlesztését a korszerű Fairchild integrált áramköri típusokra átalakítani és azokat korszerű műanyag tokozásban, saját kísérleti gyártásába vinni (1971). Akkor itt közel 100 E db integrált áramkört gyártottak le.

Mindez előkészítette az 1976-ben aláírt, a Fairchilddal kötött egyezményt, amely Pálosi József nevéhez fűződik. Az egyezmény 15 millió db/év kapacitását, korszerű szerelő/mérőorra vonatkozott és zömében tőkésimport-csip ellátásra támaszkodott.

A '70-es években az Izzó számos integrált áramköri típust fejlesztett ki (5. táblázat). E munka nem volt hiábavaló: sokat segített abban, hogy végül az embargó lazításával lehetővé vált a csipgyártási technológia megvétele és egy korszerű gyártás megvalósítása Gyöngyösön (1980 körül).

## 7. A gyöngyösi félvezetőgyártás

A germánium félvezető eszközök (tűsdiódák, kis-, közepes- és nagyteljesít-



ményű tranzisztorok) gyártása a '60-as évek elejéig az ME-gyáregységben folyt Pálosi József irányítása alatt, az eredeti kísérleti gyártás területén. Az igények növekedése kikényszerítette egy tömeggyártás létrehozását, mely egyértelműen Pálosi József (és segítő-társai, így például *Tótvári László*) nevéhez kötődik. A gyöngyösi telephely kijelölése után partnerra találtak *Skultéty János*, a gyöngyösi gyár igazgatója személyében.

Pálosi József a tömeggyártást észszerűen Budapest környékére képzelte el, egy relatíve olcsó zöldmezős beruházásban, könnyűszerkezetes egyszintű, szolgáltatási alagúttal ellátott épületbe. Minisztériumi döntés alapján a gyártás végül az 1956 óta üresen álló gyöngyös környéki haditechnikai üzembe települt, tipikus „szocialista beruházásként”. Új beruházásra nem adtak pénzt, helyette Pálosi szakmai és gazdasági érveit elvetve, egy meglévő háromszintes betonépületet alakítottak át többszörös költséggel. A minisztérium a telepítést azzal is „alátámasztotta”, hogy a helyszín erdei levegője nélkülözhetetlen a félvezetőgyártáshoz. (Klímaberendezésről az urak valószínűleg nem hallottak.)

Először a tűsdiódagyártás települt át (1962 végén) az ME gyáregységben készített gyártósorokkal, majd fokozatosan átkerült a germániumtranzisztorok gyártása is Pálosi József irányításának köszönhetően, nagy erőfeszítések mellett, de lényegében problémamentesen. Nagyobb nehézséget okozott viszont a mezatranzisztor tömeggyártá-

sának Gyöngyösre telepítése. A meza-tranzisztorok (fejlettebb szinten) a driftranzisztorok szerepét vették át. A szerelési technológia, a 12,5...17,5 mikronos, aranyszálas kivezetések (termokompresszióval való) kialakítása manipulátorokat igényelt; a gyártósort saját erőből kellett megteremteni. Fontos tapasztalat volt, hogy a gyártás indulásával párhuzamosan – referenciaként – fenntartottuk az Izzó-beli kísérleti gyártást. Ez a gyártásbevezetés mélypontjain hasznosnak bizonyult, csak így lehetett igazolni az átadott – meg kell mondani: igen nehézkes – technológiát. Az első mezatranzisztor család gyártási kihozatala, gazdaságossága nem volt kielégítő; ezen csak a planártechnológiából átvett fotolitográfiai eljárás és a korszerű szerelési technológia javított. Ez az 1975 körül bekövetkezett fordulat – az akkor már Zanati Tibor által vezetett – Félvezető Fejlesztési Főosztály jelentős eredménye volt.

Gyöngyös hiteles és teljes történetét mindmáig nem írták meg, és a szerző erre nem is tartja magát illetékesnek, mert 1971 végén elhagyta (elhagyni kényszerült, ld. 8. pont) a félvezető-területet. Gyöngyös dicsőséges korszaka, a Fairchild-licenc átvétele, az új integrált áramkör gyártás megteremtése, Pálosi József nevéhez fűződik.

A szerkesztőség tervezi, hogy a gyöngyösi gyárral a Rádiótechnikai Évkönyve majd egy későbbi száma külön tanulmányban foglalkozik. Remélem, illetékes és hivatott szerzőt találnak a feladatra!

rendszer Fejlesztésbe, melynek vezetését Balogh Béla vállalta. Ezen átszervezés szakmailag segítette a világítás-technika pozícióját, melyben az elektronikai és mikroelektronikai alkatrészek egyre nagyobb szerepet kaptak. Ilyen ismeretekkel a hagyományos fényforrásfejlesztés nem rendelkezett, a Félvezető Fejlesztés fiatal szakemberei viszont igen. A Tungram fényforráságazatá és a mikroelektronika összeházasítása vitathatatlan eredményeket (pl. nagyfrekvenciás, integrált elektronikus előtétek és -gyűjtők kifejlesztése, a nagy világítástechnikai rendszerek számíttástechnikai eszköztárának megteremtése, a kisülőlámpás rendszerek hálózati alkalmazásának tisztázása stb.) hozott.

Az országos nyomásnak engedve a minisztertanács 1982-ben meghozott határozata alapján a HIKI bázisán (a Félvezető Fejlesztés beolvasztásával) létrejött a MEV, melyhez 1983. január 1-jével a gyöngyösi gyárat is hozzácsatolták. A történet hiteles leírását adja *Herman Ákos* [Fejezetek..., 5. fejezet].

Az egyre nyíló piaci viszonyok hatására a MEV sem tudta megállítani. A '80-as évek végére a MEV csődbe került, felszámolták, számos utódvállalatra hullott szét. A 160...200 fős kiváló, nemzetközi szintű szakembergárda zöme szétszórva, de hű maradt a félvezetőszakmához. Az általuk a félvezetőtechnológiában felhalmozott tudás bennük tovább él; – ez a hazai „félvezető-korszak” (1960–1985) hagyatéka.

## 8. Az utolsó évtized; a MEV átveszi a félvezetőprofil

Az 1970-es években létrejött félvezetőfejlesztés körül – típusfejlesztési és kísérleti gyártási sikerei mellett (ellenére?) – az Izzóban egyre feszültebb lett a helyzet. Bár a Félvezető Fejlesztési Főosztály 1971-ben, a fejlesztőmunka mellett, 100 M Ft körüli termelési értéket is produkált, „túlnötte” az Izzó tűrőképességét. A kb. 30 M Ft-os fejlesztési költség, az elhanyagolt készletgazdálkodás (kb. 30 M Ft-nyi immobil nyersanyag- és alkatrész készlet gyűlt fel), az extenzíven növekvő létszám (közel 550 munkás), továbbá az 1968-ban keresztülvitt – különben helyes – gazdasági reform nagyvállalatokkal szemben megnövekedett gazdasági szigor, kiegészülve a lámpa-lobby félvezető-ellenességével, elviselhetetlen-

né tette a Félvezető Fejlesztés körüli légkört. Ugyanakkor elkerülhetetlenné vált az FFF átszervezése, karcsúsítása is. Ezt az „egységes” planártechnológia is lehetővé és szükségessé tette, akárcsak a vezetéváltást. 1972. január 1-jével az Izzó vezetése Zanati Tibort nevezte ki a Főosztály élére. A váltásról és a következő évtizedről, ha kicsit szubjektíven is, de korrektül számol be Zanati Tibor [Fejezetek..., 86–89. oldal].

Zanati vezetésével a régi kollektíva hősies munkát végzett, de közben már nem tudta feltartani az előreláthatót. A szép eredmények ellenére az Izzó „kiutálta” a félvezetőprofil. Ennek első lépéseként a Félvezető Fejlesztés állományából 40 főt átirányítottak a Fény-



### Műszerdobozok gyártása,

előlapok, hűtőbordák készítése, teljeskörű lemez- és fémmegmunkálás egyedi elképzelés alapján is az

### Unimechanik Bt.-nél

Címünk:

1222 Budapest, Dankasirály u. 6.

Tel./fax: (1)-226-9539

Ügyintéző:

Nagy László: 06-30-989-1474

## 9. A hazai félvezetőkorszak hagyatéka: a gyökerek megmaradtak, újra és újra kihajtanak és termést hoznak

A félvezetőgyártás '60-as évek elejei megerősödése, léte döntően kihatott arra, hogy a hazai félvezetős-elektronikai ipar az ország egyik húzó ágazatává vált. Nem véletlen az sem, hogy Valkó Iván Péter professzor révén 1963-ban a tranzisztor hivatalosan is bevonulhatott a BME oktatásába: az Elektroncsőtechnikai tanszék Elektronikus eszközök tanszékké alakulhatott, mely Valkó professzor, majd utódai – *Tarnay Kálmán* és *Székely Vladimír* vezetése alatt e terület nemzetközileg elismert kutatóbázisává vált és maradt.

Napjainkban is virágzik a félvezető-tudomány az MTA KFKI Anyagtudományi Kutató Intézetében (*Gyulai József, Bársony István*) és az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézet Félvezető Főosztályán.

A KFKI-ban 1969 után indult a félvezető-kutatás Gyulai József vezetésével, aki – a '60-as évekbeli Izzó-kapcsolatait és az USA-beli ionimplantációs tapasztalatait kamatoztatva – a '70-es évek elejére egy működő kísérleti gyártást is létrehozott. A kialakult „műhely” emlékezetes eredményeket ért el az első hazai mikroprocesszor létrehozásával (*Keresztes Péter*, 1980). Technológusként dolgozott itt az Izzóból áment *Andrásiné, Schillerné, Erdélyi Katalin, Gyimesi Jenő* és mások. Az Izzóból jött át ide az IC-konstruktőr *Mohácsi Tibor* is.

Az MFKI a saját tudományos bázisán haladt. *Ferenczy György, Lendvay Ödön, Beleznyai Ferenc, Lőrinczy András* nevét említeném. Az MFKI kiemelkedőt alkotott, amikor Lendvay Ödön vezetésével nemzetközi elismerést szerzett optoelektronikai eredményeivel, különösen a LED-család megteremtésével.

A MEV felszámolásával a legkiválóbbak máig élő centrumokat hoztak létre. Így pl. *Huszka Zoltán* vezetésével létrejött egy mikroelektronikai fejlesztő vállalkozás, amely ma AMS Austria Microsysteme International Fejlesztő

és Forgalmazó Kft. néven virágzó nemzetközi cég. Gyimesi Jenő ma a Duna-solar Rt. egyik vezetője. *Endródi Béla*, az Izzó FFF egykori munkatársa, ma az Optiris Kft.-ben az optikai vékonyréteg előállító részleg vezetője. Az „utódok” között kiemelkedik az 1987-ben, 100%-os magyar cégként létrejött Mikrovákuum Kft. a Szendrő István és Erdélyi Katalin házaspár vezetésével, – az Izzóban, majd a MEV-ben felnevelkedett szakemberek részvételével.

A HIKI vékony- és vastagréteg-hagyományait máig őrzi a mostani nevén Microsensor Kft. (*Ligeti Róbertné, Bársony István*); jelenleg egy svájci céggel (a Contrimex-szel) vannak szoros kapcsolatban. Ez a csoport a MEV széthullása után hőmérséklet- és nyomásérzékelőket gyártott, ma pedig optikai és induktív közelítéskapcsolókat (szereplőszalagok számára).

Az MTA SZTAKI, amely a '60-as évek végén – mint említettük – elsőként karolta fel az integrált áramkörök fejlesztését, ma kiemelkedő, világhírű eredményeket ér el a legújabb számítógéprendszerek területén (például *dr. Roska Tamás* akadémikus).

Giber János ma a BME Atomfizika tanszékén dolgozik. A félvezető-hagyományok itt is élnek: a Siemensszel együttműködve félvezetőalapú szenzorok kutatásával foglalkoznak, a ma *Richter Péter* professzor által vezetett sokprofilú tanszéken, egy témakör keretében.

Az „utódok” között ma a legjelentősebb a MEV bázisain (Bp. Fóti út, Gyöngyös), „feléledt” nagy vállalkozás, a Vishay világcég (a német Telefunken tulajdonosa) magyar vállalata, a Vishay Hungary Kft. Vezérgazgatója dr. Balogh Béla, aki az Izzó Félvezető Fejlesztésén nőtt fel és egy ideig a MEV-et, majd az INTERMOS Rt.-t vezette. A Vishay nem véletlenül vásárolta fel a magyar bázisokat: az itt dolgozók (korábbi Izzós és HIKI-s fejlesztők) magukra hagyva is bizonyítottak,

– a Telefunken gyár számára szállítottak kiváló termékeket.

A Vishay Hungary ma mintegy 1200 főt foglalkoztat, egyelőre megosztva a gyöngyösi és a budapesti telephely között. Gyöngyösön hagyományosan diódák és egyenirányítók gyártása folyik (a Motorola-kooperáció részeként gyártott fémházas tranzisztorok előállítására 2002 elején megszünt). Budapesten a hagyományos tranzisztorgyártás mellé 1998 óta felnőtt az optoelektronikai termékek előállítására. Mindkét telephelyen teljes rekonstrukciót hajtott végre az anyacég; a nemzetközi minőségi tanúsítványok lényegében teljes sorával (ISO 9002, QS 9000/VDA 6.1, ISO 14 001, OH-SAS 18 001) rendelkező cég kiemelkedő minőségben állít elő alkatrészeket; vevői a világ vezető elektronikai gyártócégei.

### Felhasznált források:

Az 1960-as évek szeptemberi irattáram alapján rekonstruáltam.

Általános háttérodalomként a 2001 végén megjelent „Fejezetek a magyar mikroelektronika történetéből” (szerk.: *Mojzes Imre* professzor) művet ajánlom. Az általam közvetlenül nem megélt témák vonatkozásában e könyv speciális fejezeteire [hivatkozás: Fejezetek...] és személyes interjúkra is támaszkodtam.

Szubjektív, de őszinte forrásként kezeltem a „Beszélgetések Valkó Iván Péterrel” művet Bán László tollából.

Felhasználtam (Simoncsics László barátom segítségével) a Rádiótechnika c. folyóirat néhány korabeli cikkét is.

### Irodalom:

- [1] Csornai László: A félvezető eszközök rövid története. (RT 1964/11.)
- [2] Csornai László: A félvezetők jelene és jövője. (RT ÉK 1968.)



*Fizessen elő a*

**RÁDIÓTECHNIKA**

és a

**Elektronika**

*folyóiratokra!*

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.

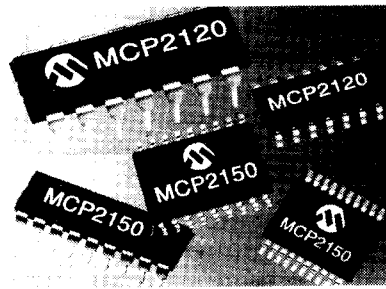
Tel./fax: 239-4932, 239-4933

A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyúak-film melléklet.

# Megoldás

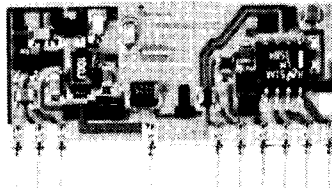
# Minden Szinten

*Alkatrészek*



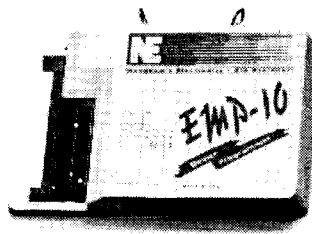
*PIC mikrokontrollerek  
Memóriák  
FPGA és CPLD áramkörök  
Hangrögzítő áramkörök  
Analog és digitális  
áramkörök*

*Modulok*



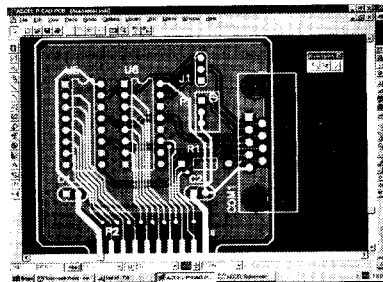
*RF adó-vevő (433MHz)  
GPS vevő modulok  
RF azonosító modulok  
LCD kijelző modulok  
Basic Stamp I és II*

*Programozók*



*EPROM, EEPROM  
PAL, GAL  
FPGA, PALCE  
Mikrokontrollerek  
Flash memóriák, stb.*

*Fejlesztőeszközök,  
tervezőprogramok*



*EPROM emulátorok  
Programletöltő emulátorok  
In-circuit emulátorok  
Assemblerek, C fordítók  
Áramkörszimuláció  
Nyomatottáramkör tervezés  
Jeltisztaság analízis*

**chipCAD**  
DISTRIBUTION

[www.chipcad.hu](http://www.chipcad.hu)

1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3.

E-mail: [info@chipcad.hu](mailto:info@chipcad.hu)

Tel: 231-7000 Fax: 231-7011



# Szélessávú adatátvitel telefonvezetéken: DSL-technológia

Szabó István Zoltán okl. villamosmérnök, istvan.szabo@siemens.hu

Mindennapi életünkben gyakran lehet hallani az informatika fejlődéséről. Személyesen is tapasztalhatjuk a szélessávú, nagysebességű adatátvitel térhódítását. A számítógépek elterjedésével megnövekedtek az információkölcsönzés lehetőségei és formái. Munkahelyeken, iskolákban mára már igen nagy méretű számítógép-hálózatok épültek ki, szerte a világon. A nyilvános hálózatokat az internet köti össze egy nagy világhálózáttá. Napjainkban sok ember számára mindennapos munkaeszközzé váltak a helyi hálózatba kötött számítógépek (LAN), az elektronikus levelezés (e-mail) és az internet. Az egyre növekvő méretű adatcsomagok (adatok, képek, hanganyagok stb.) továbbításához nagysebességű adatátviteli hálózatok szükségesek.

A legmodernebb nagysebességű technológiák megvásárlásánál és telepítésénél azonban mindig felvetődik a gazdaságosság kérdése is, kezdve a nagy vállalatoktól egészen a családi háztartásokig. Mindenki szeretné magának a lehető legjobb műszaki jellemzőkkel ellátott hálózatot kiépíteni, a lehető legkedvezőbb áron.

A kedvezőbb ár kialakítása érdekében a fejlesztők figyelembe vették a modern távközlés és adatátvitel területén egyre jobban mutató integrációs folyamatokat is. Ennek lényege, hogy a kiépített átviteli hálózatokon egyidejűleg több szolgáltatást is lehet nyújtani a felhasználók számára. Ilyenkor egy vezetéken mennek például a számítógépes adatok, valamint a telefonbeszélgetések.

Másik gyakorlati tapasztalat, hogy a felhasználók nem selejtezik le a nem túl régi és még jól működő berendezéseiket, hálózataikat. Ezeket szívesen bővítik és építik be a modernebb rendszerekbe. Ezeket a tapasztalatokat összegezve került kidolgozásra a DSL-technológia, amelyet az alábbiakban ismertetünk.

## A DSL-technológiák

A mérnökök a gazdaságosság szempontjait vették figyelembe, amikor ki-

fejlesztették a DSL (Digital Subscriber Line) szélessávú adatátviteli technológiát. Az DSL-technológia lényege, hogy a hagyományos telefonkészülékekhez kiépített réz érpáron a beszélgetésekkel egyidejűleg, nagysebességű adatátvitelt is képes biztosítani. A DSL-technológia különböző megoldásai és legfontosabb jellemzőik:

**ADSL** (Asymmetrical Digital Subscriber Line) technológia aszimmetrikus adatátvitelt jelent, mivel az iránytól függően különböző adatátviteli sebességet biztosít a rendszer a felhasználóknak. A hálózattól az előfizető felé (down-stream) max. 8 Mbit/s adatátviteli sebességet képes biztosítani a berendezés, míg az előfizetőtől a hálózat felé (up-stream) 800 Kbit/s maximális adatátviteli sebesség lehetséges.

**BDSL** (Business Digital Subscriber Line) cégek számára meghirdetett, üzleti célú szolgáltatás. Az adatátviteli technológia megegyezik az ADSL-technológiával, azonban a routerrel kibővített modem lehetővé teszi, hogy több számítógép is csatlakozzon egyszerre az ADSL-vonalra.

**UDSL** (Universal Digital Subscriber Line) csökkentett képességű ADSL-verzió, mivel a rézvezetéken csak adatátvitel biztosított, telefon szolgáltatás nem. Kialakításánál az egyszerűbb üzembe helyezhetőség volt a fő cél, a felhasználói oldalon. A kiépített vonalakon a redukált átviteli sebesség letöltésnél maximum 1,5 Mbit/s, a hálózat felé pedig 512 Kbit/s lehet. A

csökkentett átviteli sebesség következtében azonban nagyobb távolságon képes működni ez a megoldás, mint az ADSL.

**IDSL** (Integrated Digital Subscriber Line) az évek óta alkalmazott ISDN (Integrated Services Digital Network) technika DSL-elnevezése. Lényege, hogy az előfizető számára, a hagyományos rézvezetéken 2 db 64 Kbit/s adatátviteli sebességű csatornát biztosít. A 2 csatornán egy-egy önálló telefonvonalat, vagy egy 128 Kbit/s sebességű adatátviteli vonalat, vagy ezek kombinációját lehet biztosítani a felhasználó számára.

**SDSL** (Symmetrical Digital Subscriber Line) eljárás szimmetrikus adatátviteli sebességet biztosít mindkét irányban, max. 2,3 Mbit/s sebességáig. Ez a technológia elsősorban üzleti alkalmazások támogatására készült.

**SHDSL** (Symmetric High bitrate Digital Subscriber Line) hasonló az SDSL-hez, szintén szimmetrikus adatforgalmat biztosít, azonban az SDSL-hez képest más a modulációs eljárás, így az adatátvitel fizikai távolsága nagyobb, ugyanakkora adatátviteli sebesség mellett.

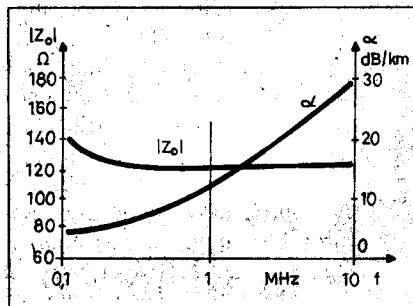
**VDSL** (Very high bitrate Digital Subscriber Line) technológia képes nagyobb sebességű videoalkalmazások és nagy sebességű adatátviteli szolgáltatások átvitelére szimmetrikus és aszimmetrikus módban egyaránt. Itt az elérhető legnagyobb átviteli sebesség 26 Mbit/s lehet.

A felsorolt különböző DSL-megoldások közül az alábbiakban ismerjük meg az ADSL-technológia alapjait, felépítését és gyakorlati alkalmazásait!

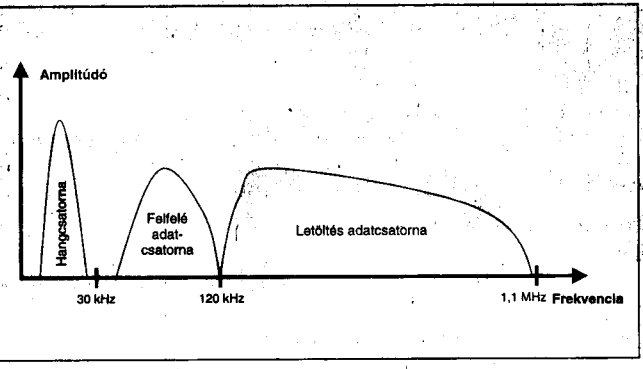
## Az ADSL-technológia

Az ADSL-technológia lehetőséget nyújt arra, hogy a már kiépített, hagyományos telefonvezetéseken a hangátvitel mellett adatcsomagokat is eljuttassunk a felhasználókhöz, kellően nagy sebességgel. Nézzük, hogyan lehetséges ez.

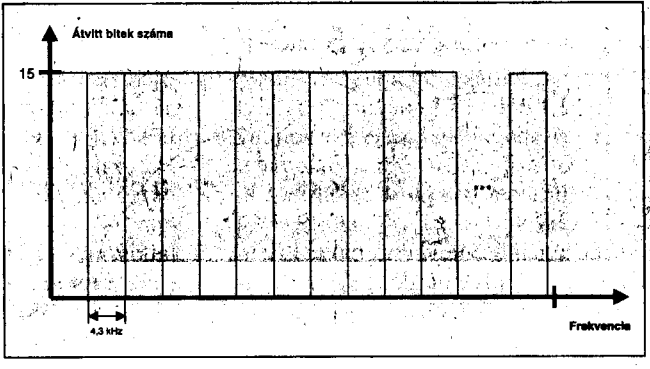
Az 1. ábrán egy sodort rézvezeték jellegzetes hullámimpedanciáját és faj-



1. ábra. Sodort rézvezeték jellegzetes hullámimpedanciája és fajlagos csillapítása



2. ábra. Adatátviteli tartományok a hagyományos telefonvezetéken



3. ábra. A rézvezeték frekvenciatartományának csatornára történő felosztása ideális esetben

lagos csillapításmenetét ábrázoltuk a frekvencia függvényében. Jól látható, hogy a vezeték 1 MHz-es frekvencia környékén még elfogadható csillapítással rendelkezik akár 2 km hosszú szakaszon is. A hagyományos rézvezetőknek ezt a tulajdonságát használták ki a DSL-technológia kifejlesztésekor.

A korábban csak hangátvitelre használt rézvezeték 1 MHz körüli sávzélességét frekvencia felosztással több átviteli tartományra bontották. Az így kialakított tartományokat a 2. ábra mutatja a frekvencia függvényében. Jól látható, hogy az alsó frekvenciatartományban a hagyományos telefonbeszélgetések folynak, összhangban a korábbi szabványos telefon-hangátvitellel. Az adatátviteli csatornákat a hangcsatorna feletti frekvenciatartományban helyezték el. A „felfelé adatsatornában” a felhasználótól induló adatcsomagokat szállítja a rendszer a hálózat felé (up-irány), a „letöltés adatsatornában” pedig a hálózatból érkező adatok jutnak el a felhasználóhoz (down-irány). A három frekvenciatartományt frekvencia-multiplex eljárás fogja össze.

Az 1. ábra mutatja, hogy a sodort rézvezetékeknél nagyobb frekvenciákon egyre nagyobb a fajlagos csillapítás. Így az adatátvitel magasabb frekvenciákon egyre rosszabb körülmények között történik. További nehézséget jelent, hogy a kábelcsatornában a kötegekbe fogott kábeleknél a frekvencia növekedésével az áthallás is egyre jobban növekszik, ez a jelenség újabb zavarokat okoz az adatátvitelben.

A DSL-technológia a nagyobb adatátviteli sebesség elérése érdekében ezeket a problémákat a következőképpen oldotta meg:

– A hagyományos telefonvezetékkel áthidalta távolságok aránylag rövidek, maximálisan 6 kilométer távolságúak.

Ekkora távolságon még elfogadható nagyságú jelszintek érkeznek a csavart rézérpár végére, a vevőáramkörökhöz.

– Másfelől az adatátvitelt összetett DMT (Discrete Multi Tone) moduláció segítségével oldották meg, amely képes figyelembe venni a telefonvonalon mérhető jel/zaj viszonyt.

**A DMT-moduláció lényege**

Az ADSL-rendszerben az adatátvitelt DMT-moduláció segítségével oldották meg. A moduláció lényeges jellemzője, hogy képes a rézvezetéken fellépő külső zavarok kiküszöbölésére úgy, hogy közben teljesül a nagy sebességű adatátvitel a korlátozott sávzélességű vezetéken.

A DMT-moduláció elve szerint, a vezetéken rendelkezésre álló frekvencia tartomány felosztásra kerül kis (4,3 kHz) sávzélességű csatornákra. Ezeket a továbbiakban független adatcsatornáknak lehet tekinteni, amelyeknek saját vivőfrekvenciájuk van. A 3. ábrán a rézvezetéken rendelkezésre álló frekvenciatartomány csatornára történő felosztása látható ideális esetben.

A továbbítani kívánt bitfolyamot – amely a hasznos adatokat hordozza – továbbítás előtt a rendszer feldarabolja kisebb egységekre, s ezeket egymással párhuzamosan továbbítja az ábrán bemutatott adatcsatornáknak. Ha frekvenciafüggetlen lenne a csillapítás a rézvezetéken, továbbá nem lennének belső zavarok (vezetékek közötti áthallás, reflexiók stb.), valamint ipari és műsorszórásból eredő külső nagyfrekvenciás zavarok, akkor mindegyik csatornában ugyanannyi bitet lehetne átvinni egyszerre az adatfolyamból. Ez az ideális eset a valóságban azonban nem teljesül.

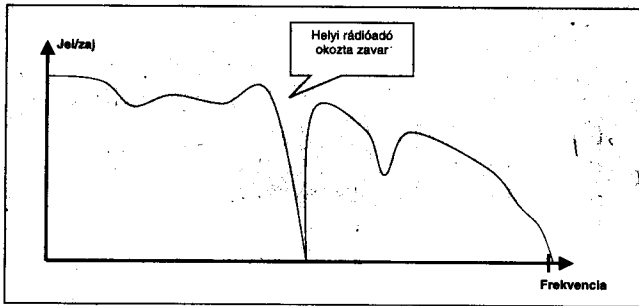
A gyakorlatban sok zavart okozó külső tényező éri a rézvezetékeket. A

lakásokban felszerelt telefonvezetékek rendszerint nem csavart érpáru vezetékek, így az elektromágneses kioltás sem érvényesül tökéletesen. A vezetékre a közelben lévő 1 MHz frekvencia alatti középhullámú rádióadók zavarólag hathatnak. Még komolyabb probléma adódik a vezetékcsatornában egymás mellett elhelyezkedő rézkábelek közötti áthallásokból, valamint az összeszereléseknel és illesztéseknél fellépő reflexiókból. A 4. ábrán zavarokkal és csillapítással rendelkező adott vezeték szakasz átviteli karakterisztikája látható a frekvencia függvényében.

Az ADSL-rendszer lényeges tulajdonsága, hogy az átviteli eszközök (modemek) az adatátvitel előtt lemérik a vezeték szakasz villamos paramétereit (csillapítás, jel/zaj viszony stb.), majd a mérési eredmények függvényében az egyes csatornákra beállítják a maximálisan átvihető bitszámot. Ez megadja az adott csatornában alkalmazott QAM (Quadratura Amplitúdó Moduláció) paramétereit és az adatátviteli sebesség nagyságát.

Ennek értelmében, amelyik csatornában jó a jel/zaj viszony, ott több bit átvitele lehetséges, amelyik csatornában rossz, ott kevesebb számú bit kerül átvitelre. Ha valamelyik csatornában nagyon kedvezőtlenek az átviteli paraméterek (zajos csatorna), akkor azt a csatornát a rendszer egyáltalán nem használja átvitelre. Az 5. ábrán egy adott telefonvonal átviteli karakterisztikájának függvényében kialakított átviteli csatorna kiosztása látható, összhangban a 4. ábrával.

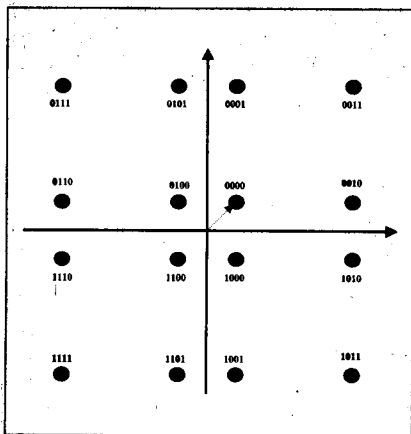
Az egyes csatornák vivőfrekvenciáit az átvitel során QAM vagyis Kvadratura Amplitúdó Moduláció révén moduláljuk. Nézzük röviden, hogyan történik ez.



4. ábra. Zavarokkal és csillapítással rendelkező vezeték-szakasz jel/zaj görbéje

A QAM esetében adott egy állandó frekvenciájú ( $f_0$ ) szinuszos vivő. A moduláció során e vivő amplitúdóját és a fázisát változtatjuk. A meghatározott amplitúdójú és fázisú állapotokhoz egy-egy bitsorozat rendelhető. Ezeket a hozzárendeléseket szemléletesen a konstellációs diagramban lehet ábrázolni. A 6. ábrán a QAM-16 konstellációs diagramja látható.

A QAM-16 azt jelenti, hogy 16 különböző amplitúdó- és fázisállapot került meghatározásra, így 4 bitnyi információ vihető át egyidejűleg. A konstellációs diagramot a következőképpen kell értelmezni. Képzeljünk el egy origó kezdőpontú vektort. Ez a vektor jelöli a szinuszos vivő amplitúdóját és fázisváltozóját. A moduláció során, ahogy változik a vivő amplitúdója és fázisa, úgy ez a vektor más-más pontba mutat, attól függően, hogy miként változott meg az amplitúdó értéke, valamint a fázis helyzete. A vevőoldalon az átvitt szimbólum értéket úgy tudjuk meghatározni, hogy egy referenciajelhez viszonyítva megmérjük a vett vivőjel amplitúdóját, valamint az előző helyzetéhez viszonyított fázisugrását. Az



6. ábra. QAM-16 konstellációs diagramja

így kialakult fázisérték és amplitúdó egyértelműen meghatározza a küldött szimbólum értékét, a konstellációs diagramban látható amplitúdó- és fázisértékekből.

A vevőoldal az adatátvitel előtt, az egységében található referenciajelét összeegyezteti, összehangolja a vonalon érkező adójel amplitúdójával és fázisával. A demoduláció során a vevőegység az így előálló saját referencia-jeléhez viszonyítja az éppen vett vivő pillanatnyi amplitúdó- és fázisértékét.

### Az ATM-ről röviden

A moduláció tárgyalását követően, nézzük most meg, milyen az a bitsorozat, amelyet a DMT-moduláció segítségével viszünk át az ADSL-vonalon. Ismerjük meg, a szabványos adatformátumot, amelyet az ADSL-technológia alkalmaz.

Az ADSL a felhasználótól érkező, illetve odatartó adatokat ATM (Asynchronous Transfer Mode) adatformátumban kezeli, mert ennek segítségével a DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) berendezés – amelyről később beszélünk – képes hatékonyan összefogni az akár több száz előfizetőtől érkező adatforgalmat. Képes jó sáv szélesség-kihasználás mellett továbbítani azt egy szélessávú (rendszerint optikai) vezetéken az ATM-hálózat felé. Nézzük, mi a lényege az ATM-adatátviteli módnak.

Az ATM, aszinkron adatátviteli mód, amely egyesíti magában az újabb csomagalapú adatátviteli technológiát, valamint hagyományos összeköttetés

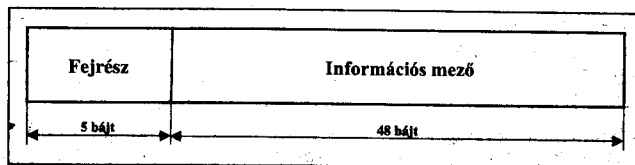


5. ábra. A rézvezeték átviteli karakterisztikájának függvényében alkalmazott átviteli csatornák

alapú technológiát. Az ATM-technológiában kis méretű és fix hosszúságú adatsomagokat alakítottak ki, ezáltal az adattovábbítási folyamatokat gyorsan és komolyabb pufferek nélkül el lehet végezni. Az ATM-ben a csomagokat celláknak nevezzük, amelyek 53 bájttal hosszúságúak. A cella két részre bontható, a fejrészre (header) amely 5 bájttal hosszú, valamint az információs mezőre (payload), amely 48 bájttal hosszú. Az ATM-cella rajza a 7. ábrán látható.

Az 5 bájttal hosszú fejrész szolgál a cella irányításának meghatározására, átviteli hiba ellenőrzésére, és a cellára vonatkozó egyéb információk közlésére. A fejrészt követi a 48 bájttal hosszú információs mező, amelyben a továbbítani kívánt adat kap helyet. A technológia rugalmasságát növeli, hogy az ATM-cella információk mezőjében különböző típusú adatok helyezhetők el. Ilyenek például a digitalizált hanganyagok, videojelek, valamint különböző szabványú adatsomagok, Ethernet-keret, IP (Internet Protocol) csomagok stb.

Az ATM-technológia kidolgozása során azt tartották fontosnak, hogy olyan adatátviteli módot hozzanak létre, amely képes mindenfajta adatot továbbítani igen gyorsan, nagyobb távolságra is, ugyanakkor aránylag egyszerű szerkezeti felépítése legyen. Napjainkban az ATM-adatátviteli módot, a helyi hálózatokat (LAN) összekötő nagyterjedésű gerinchálózatokban (WAN) alkalmazzák leggyakrabban. Ezeket a gerinchálózatokat a klasszikus telefonhálózatokhoz hasonlóan építették ki. Itt



7. ábra. Az ATM-cella felépítése



is vannak csomópontok (központok), ahol egy-egy ATM-kapcsolót helyeztek el, s ezeket a kapcsolókat nagy sáv-szélességű optikai vagy elektromos (koax) vezetékkel kötötték össze. Az így kialakított sok csomópontos, földrajzilag nagy kiterjedésű adatátviteli hálózatban különböző irányú virtuális utakat lehet létrehozni, a továbbítani kívánt ATM-cellák számára.

Mielőtt elkezdjük továbbítani az ATM-cellákat a célállomás felé, az összeköttetés-alapú technológiához hasonlóan, fel kell építeni egy virtuális utat a hálózatban a két végpont között. Ez a telefonközpontok közötti kommunikációhoz hasonlóan, különböző jelzésrendszerekkel lehetséges, vagy esetleg operátorok által kézzel.

A virtuális útvonal kiépítése azt jelenti, hogy a tervezett adatátviteli útvonalon található ATM-kapcsolókban lefoglalunk a jelzésrendszer segítségével csatornákat, amelyeken az adatcellákat tudjuk továbbítani a célállomás felé. Minden ATM-kapcsolóban definiálni kell, hogy a hozzá beérkező ATM-cellákat merre küldje tovább. Ezt az összerendelést tartalmazza az ATM-kapcsolóban lévő transzlációs tábla. A jelzésrendszeren keresztül végrehajtott lefoglalás eredményeképpen, az ATM-kapcsoló transzlációs táblájába bekerül egy bejegyzés, amely megmutatja, hogy az egyik csatornában érkező cellát melyik útvonalon kell továbbküldeni a célállomás felé. Így tudunk kiépíteni egy virtuális utat az adatátvitel számára, két konkrét végpont között. Ezek a lefoglalt virtuális utak csak addig maradnak fent, amíg adatátvitel történik a két végpont között. Ha az adatátvitel befejeződött, akkor a jelzésrendszer segítségével a vir-

tuális út lebontásra kerül és felszabadulnak a csatornák. A **8. ábrán** látható az ATM-kapcsolókból felépített hálózatban egy kiépített virtuális út az ATM-1 és az ATM-9 kapcsolók között.

Az ATM-technológia kidolgozása-kor az egyes ATM-kapcsolókat összekötő átviteli vonalakon (optikai vagy elektromos vezeték) belül kialakítottak virtuális path-okat (Virtual Path, VP), valamint e virtuális path-okon belül definiáltak virtuális csatornákat, amelyeket Virtual Channel (VC) neveztek el. Egy átviteli vonal az ATM-kapcsoló egyik portjáról indul és a következő kapcsoló meghatározott portján végződik. A **9. ábrán** egy fizikai vonal VP és VC felosztása látható.

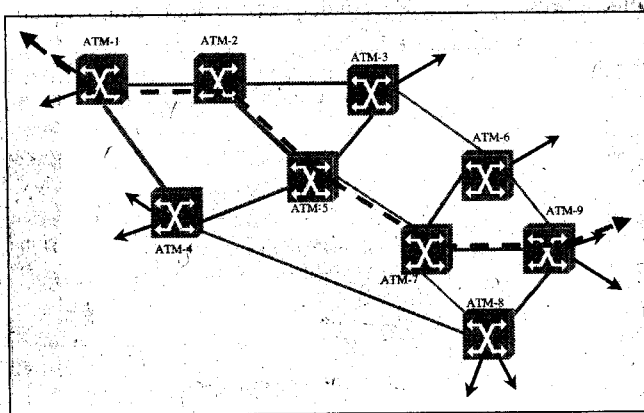
Az így kialakított VP-k és VC-k rendelkeznek a felhasználó által definiált egyedi azonosító számmal, amelyek Virtual Path Identifier (VPI) és Virtual Channel Identifier (VCI) nevet kaptak. Az azonosítható virtuális csatornák nagy számát lehetővé teszi, hogy minden egyes vonalon, ill. porton ugyanazokat az azonosítókat is lehet alkalmazni. Tehát az ATM-cellák irányítását a portszám, a VPI és a VCI azonosítókkal lehet megoldani.

Az adatátvitel számára lefoglalásra kerülő virtuális út úgy jön létre, hogy az egyes ATM-kapcsolók transzlációs táblájába beírásra kerül, hogy egy adott irányból (pl. másik ATM-kapcsoló) beérkező cella, melyik porton érkezik be, és milyen virtuális útazonosítókkal rendelkezik. A fogadó port száma és a VPI/VCI virtuális útazonosító értékek mellé, a meghatározott kimenő irány port száma és VPI/VCI értékei kerülnek be. E táblázat alapján tudja az ATM kapcsoló a beérkező cellákat továbbírányítani.

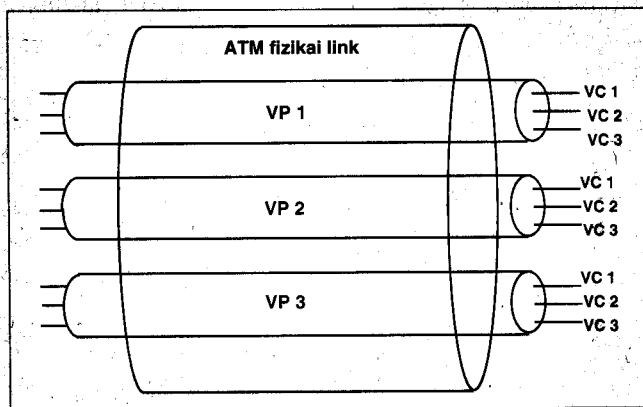
A beérkező cella fejrésezből a kapcsoló kiolvassa a VPI és VCI értékeket, majd kikeresi a táblázatból, hogy melyik port, milyen új VPI és VCI értékei vannak ezekhez hozzárendelve. Ezek ismeretében az új útvonal felé továbbítja a cellákat, s egyben lecseréli a régi azonosítókat. Az új azonosítókkal a fejrészükben indulnak a cellák megfelelő új útvonalon. A **10. ábrán** egy NNI típusú (hálózatban alkalmazott) ATM-cellá fejréseének mezői láthatóak.

Az 5 bájt (40 bit) hosszú fejlécben a VPI azonosító 12 bit hosszú, a VCI azonosító pedig 16 bit. A „hasznos információ jelző” (PTI) azonosító, amely a cellában szállított hasznos adat típusának meghatározására szolgál, 3 bit hosszú. A „cellavesztés prioritása” (CLP) mező 1 bitet foglal le. Ez a mező megmutatja, hogy a cella eldobható vagy sem akkor, ha valamelyik ATM-kapcsolóban torlódás áll elő, a nagy forgalom miatt. Így például egy valós idejű videó továbbítása előnyt élvezhet más adatokkal szemben. Az utolsó 8 biten a cella fejréstét ellenőrző kód (HEC) található. Ennek segítségével az ATM-kapcsoló képes ellenőrizni, hogy a beérkezett ATM-cellá fejrése amelyben a címzés van nem sérült-e meg az átvitel során. Amennyiben sérültnek találja a kapcsoló a fejrést, a cellát nem továbbítja, hanem eldobja.

Egy ATM-kapcsolóban a beérkező cellák továbbítása lehet channel szintű, ekkor a VPI és a VCI értékek közreműködésével jön létre az irányítás, de lehet path szintű is az összekapcsolás. Ekkor a „cross connect” csak VP szinten, a VPI értékek segítségével történik. A virtuális path ekkor nem kerül „kibontásra”, vagyis az eddigi path-ban lévő összes VC együtt marad



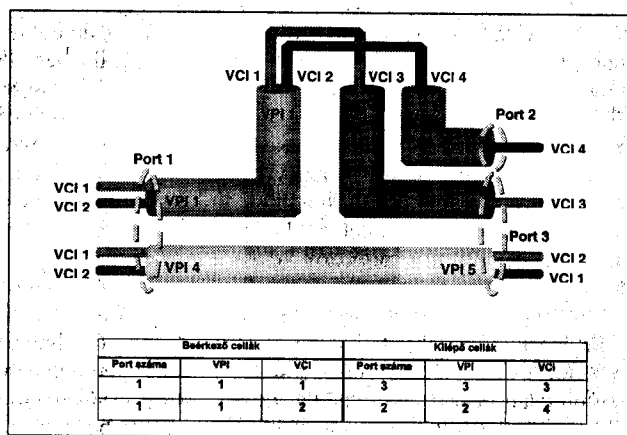
8. ábra. ATM-kapcsolókból felépített hálózatban kialakított virtuális út az ATM-1 és az ATM-9 kapcsoló között



9. ábra. Egy adott fizikai vonal Virtual Path és Virtual Channel felosztása

Bitek	1	2	3	4	5	6	7	8
1. bájt	Virtuális út azonosító (VPI)							
2. bájt	VPI				VCI			
3. bájt	Virtuális csatorna azonosító (VCI)							
4. bájt	VCI				Hasznos információ jelző mező		Cella vesztés	
5. bájt	Címzés hiba ellenőrzés							

10. ábra. NNI típusú ATM-cella fejrészének mezői



11. ábra. VPI- és VCI-összekapcsolások egy ATM-kapcsolóban és a hozzájuk rendelt translációs tábla részlete

az új path-ban is. A translációs táblába ez esetben csak VPI<sub>1</sub> és VPI<sub>2</sub> értékek kerülnek be. Egy translációs tábla részletét és a hozzá tartozó összekapcsolásokat lehet látni a 11. ábrán.

Az ATM-technológia azt is lehetővé teszi, hogy az egyes virtuális csatornához különböző forgalomtípusokat rendeljünk hozzá, amelyek meghatározzák a forgalmi jellemzőket és a szolgáltatás minőségét.

Ezeket összefoglalóan a szolgáltatás minőségének, vagyis QoS (Quality of Service) nevezzük az ATM-ben. A QoS lehetővé teszi, hogy a DSLAM-tól az ATM hálózat felé menő szélessávú optikai vezeték sávszélességét a lehető leghatékonyabban használhassuk ki, minél több előfizetőt kiszolgálva ezen keresztül.

### Az ADSL rendszerteknikai felépítése

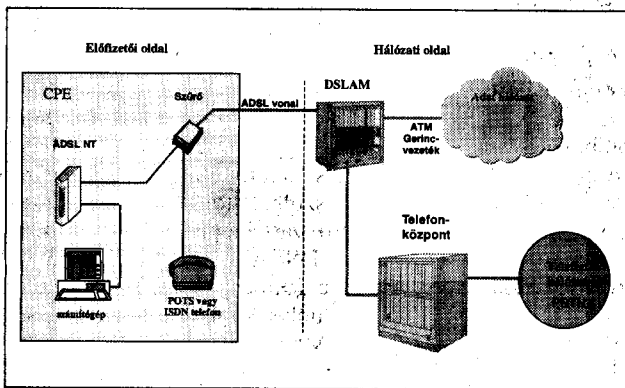
Az ADSL-hálózat felépítése a 12. ábrán látható. A rendszer két nagy csoportra osztható a fizikai és a logikai elhelyezkedés alapján. Az egyik az elő-

fizetői oldal, a másik a hálózati oldal. A hálózati oldalon helyezkedik el a központi multiplexer, a DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), az előfizetői oldalon pedig a CPE (Customer Premises Equipments), vagyis az előfizetői oldali berendezések. A DSLAM és a hozzá kapcsolódó berendezések az ADSL-szolgáltatást nyújtó cég telephelyén találhatóak, míg a CPE-berendezések az előfizetők lakásában vagy irodájában helyezkednek el. A DSLAM egy kisebb méretű telefonközpontnak képzelhető el, amelyben az előfizetők vonalai végződnek, s amelyből indul egy nagy kapacitású vezeték az adathálózat felé.

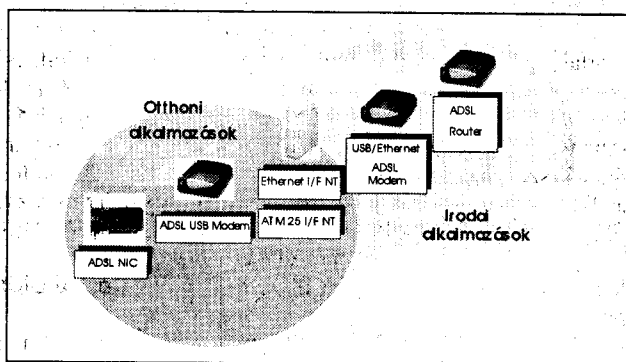
Az előfizetői berendezések alatt négy készüléket kell érteni, mint az ábrán is látható: a szűrőegységet, egy ADSL NT (Network Termination) hálózatlezáró végberendezést, egy telefonkészüléket és egy személyi számítógépet. A következőkben ezeket a készülékeket nézzük meg alaposabban, mi a feladatuk, hogyan működnek.

### Előfizető-oldali készülékek

A 12. ábrán látható, hogy az előfizetői oldalon az ADSL-vonal egy szűrőegységben végződik. A szűrő feladata, hogy a 2. ábrán bemutatott frekvencia multiplexált hang- és adattartományokat szétválassza egymástól, illetve a fel-fel irány esetén elvégezze a hang- és az adatcsatorna jeleinek frekvencia-összegzését. Kétféle szűrő került kidolgozásra. Az egyik a POTS (Plain Old Telephone Service) típus, amely a hagyományos analóg vonalakhoz és készülékekhez illeszkedik, a másik az ISDN (Integrated Services Digital Network) vonalakhoz és telefonkészülékekhez alkalmazható. Különbség a kettő között a frekvencia-karakterisztikában mutatkozik meg. A szűrőegységnek három csatlakozási pontja van. Az egyikhez csatlakoztatható az ADSL NT (adathálózat lezáró végberendezés), a másikhoz csatlakozik a telefonkészülék. A harmadik csatlakozás az ADSL-vonalé, amelyen az összefogott hang- és adattartományok találhatók.



12. ábra. Az ADSL rendszerteknikai felépítése



13. ábra. Felhasználói körök szerint csoportosított ADSL-NT-k

Az ADSL szűrését követően a hangcsatornában érkező jelek a POTS vagy ISDN telefonkészülékekben végződnek, míg az adatcsatorna tartalma az ADSL NT-ben végződik. Rendszertechnikailag a szűrő és az ADSL NT külön egységet képeznek, a kivitelezés során azonban vannak egybeépített egységek és külön dobozolt készülékek is.

Az ADSL NT (Network Termination) előfizetői oldali adathálózati végberendezés az ADSL-rendszer egyik legfontosabb eszköze. Feladata, hogy elvégezze a „letöltés adatcsatornában” érkező ADSL-jelek átalakítását, s az adatokat az NT kimenetének megfelelő formátumú adatfolyammá alakítsa.

Kicsit alaposabban részletezve, az NT a bekapcsolást követően az ADSL vonalon a DSLAM megfelelő portjával megpróbál szinkronizálni. A szinkronizálás során lemérésre kerülnek a rézvezeték átviteli paraméterei, majd az eredmény függvényében alakítja ki a rendszer a DMT modulációnál tárgyalt átviteli csatornákat. Sikeres szinkronizálást követően az NT a bemenetére érkező Ethernet, ATM-25 vagy más szabványú adatfolyamot hibajavító kódolással ellátva széttördeli és átülteti ATM-cellákba. Az így előállított ATM-cellasorozat az NT, a korábban említett DMT-moduláció segítségével küldi el az ADSL-vonalon.

Fordított esetben, amikor a hálózat felől érkeznek adatok a PC-be, az NT elvégzi a demodulációt, összeállítja az ATM cellafolyamot, majd ezt követően az ATM-cellák rakomány részéből (payload) kiolvassa a hasznos adatokat, amelyet Ethernet, ATM-25 vagy más szabványú adatfolyammá illeszt össze.

Az előfizetői oldal készülékeit tovább követve látjuk, hogy az ADSL NT-hez csatlakozik a számítógép. Az ADSL NT-k különböző szabványú csatlakozási pontokkal vannak ellátva, amelyeken keresztül tud a számítógép kapcsolódni. Az ADSL NT leggyakrabban Ethernet szabványú, ATM-25 interfésszel vagy USB (Universal Serial Bus) kimenettel rendelkezik. Attól függően, hogy melyik kimenetet akarjuk használni, a számítógépet el kell látni a megfelelő szabványú illesztőporttal.

Napjainkban a legjobban a PC-kbe szerelhető, vagy az alaplapra integrált Ethernet port terjedt el. Kapható emellett PC-be építhető ATM-25 illesztő-

kártya, de egyre több számítógép rendelkezik már USB soros porttal is. A mai ADSL NT kínálatban lehetőség van arra, hogy a PC-ben már rendelkezésre álló illesztőkártyához keressünk megfelelő NT-t, napjainkban igen sokféle gyártó készít különböző ADSL NT-t. Ezekből ismertetünk most néhányat.

- A leggazdaságosabb ADSL-csatlakozási lehetőség egy PC-vel rendelkező felhasználó számára a számítógépbe helyezhető NIC (Network Interface Card) illesztő kártya. A kártyát a PC-be helyezve közvetlenül csatlakozhatunk az ADSL-vonalra, a kártya képes ellátni az ADSL NT minden feladatát.

- Az USB DSL-modemek külön dobozolt készülékek, amelyek az USB kimenetük segítségével csatlakoztathatók a számítógépekhez.

- Az Ethernet DSL-modemek is különálló egységek, amelyek Ethernet csatlakozójuk révén kapcsolhatók össze a számítógép megfelelő portjával.

- Ha a PC rendelkezik ATM-25 szabványú porttal, akkor ilyen szabványú csatlakozással rendelkező ADSL NT-t is be tudunk szerezni. A gyakorlat azt mutatja, hogy ezek a modemek gyakran rendelkeznek ATM-25-ös és Ethernet kimenettel is egyszerre.

- Nagyobb intézmények számára routerrel ellátott ADSL modemek is rendelkezésre állnak. Ez esetben több PC is csatlakoztatható ugyanarra az ADSL-vonalra.

A 13. ábrán néhány ADSL NT látható alkalmazói körök szerint csoportosítva.

Visszatérve a 12. ábrához, követve például a felmenő adatátviteli utat, látható, hogy a felhasználó számítógépe által küldött adatok a fent említett csatlakozási lehetőségeken keresztül eljutnak az ADSL NT-be. Ott a hibajavító kódolás és az ATM-cellákba történő becsomagolás következik. Az NT-ben előállított bitfolyam a korábban ismertetett DMT-moduláció révén jut el a hagyományos rézvezeték hálózati oldalra, ahol a DSLAM fogadja azt.

### A hálózati oldal berendezései

A fentiekben megismerkedtünk az előfizetői oldali készülékekkel, most vizsgáljuk meg alaposabban a hálózati oldalon található berendezéseket.

### A DSLAM működése

A DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), mint a nevéből is következik, multiplexer berendezés, amelynek feladata az előfizetőktől érkező ATM-cellafolyam összefogása és továbbítása a gerincvezetékhez az ATM-hálózat felé. Fordított irányban pedig a gerincvezetékhez érkező ATM-cellafolyam szétosztása a megfelelő előfizetői vonalak között.

Az ADSL-vonalon az előfizetőtől érkező modulált jel a regenerálást követően a DSLAM szűrőegységébe érkezik, ahol a 2. ábrán látható hang- és adatcsatornák kerülnek szétválasztásra. A hangcsatorna tartalmának feldolgozásával nem foglalkozik a DSLAM, a hanganyag egy vezetékön továbbított a közeli telefonközpontba, azon keresztül pedig a nyilvános telefonhálózatba (PSTN).

Jelen esetben a kövessük például a felhasználó számítógépe által küldött adatok útját, a DSLAM most a „felfelé adatcsatorna” bitfolyamát kezeli. Az adatcsatornában érkező adatfolyamot a DSLAM előfizetői kártyája demodulálja és elvégzi az ATM-cellák fejlécének hibaellenőrzését. Ha az átvitel során megsérült valamelyik cella, akkor az eldobásra kerül. Az ellenőrzött cellák a DSLAM-ban továbbküldésre kerülnek, a benne lévő transzlációs tábla alapján, az ATM-hálózat felé menő gerincvezetékben létrehozott VPI/VCI csatornákat. Minden egyes előfizetőhöz tartozik egy VPI/VCI csatorna a gerincvezetékben is. A multiplexálás lényege, hogy az egyes előfizetőktől induló VPI/VCI paraméterű csatornákat összefogja a DSLAM és továbbítja a nagyobb kapacitású gerincvezetékben az ATM-hálózat felé. Ez a gerincvezeték rendszerint optikai szál, amely képes kiszolgálni több száz felhasználó adatforgalmát. A multiplexálás által lehetőség nyílik forgalomkoncentrációra is. Miért szükséges ez?

Az eddigi leírásból kiderült, hogy minden egyes előfizetőtől indul egy virtuális csatorna (VC), amely egészen az adatszolgáltatóig (pl. internet-szolgáltató) van kiépítve. Képzelnék el, hogy a DSLAM-ba 200 előfizető van bekötve. Mindegyik előfizető számára biztosítunk 1 Mbit/s adatátviteli sebességet. (Még mielőtt kevesellnénk ezt az értéket, vegyük figyelembe, hogy az eddigiekben használatos modemek 56 Kbit/s adatátviteli sebességet, az



ISDN-vonalak pedig max. 128 Kbit/s sebességet tudnak nyújtani.) Könnyen kiszámítható, hogy ha az összes előfizető egyidejűleg tölt le adatokat az ADSL-vonalon, akkor 200 Mbit/s kapacitás szükséges.

A statisztikai számítások és a gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy nagyon kicsi a valószínűsége annak, hogy minden egyes előfizető egyszerre fogja használni a rendelkezésre álló teljes kapacitást. A gyakorlati probléma inkább az, hogy a 200 ügyfélből csak töredék használja egyszerre a rendelkezésre álló sávzélességet. Ha az ügyfeleknek például csak a fele tölt le adatokat 1 Mbit/s sebességgel, akkor 100 Mbit/s sávzélesség kihasználatlanul áll. Ennek a műszaki és gazdasági problémának a megoldására is alkalmas az ATM-technológia.

Mint az „ATM-ről röviden” című fejezetben említettük, az ATM-technológiában kidolgozásra került az átvitel minőségét meghatározó Quality of Service (QoS) rendszer. Ennek keretén belül az ATM-szabvány több különböző szolgáltatási osztályt dolgozott ki. Ezek a következők:

- CBR (Constant Bit Rate) állandó bitebességű szolgáltatás,
- VBR-rt (Variable Bit Rate – Real Time) valós idejű, változó bitebességű,
- VBR-nrt (Variable Bit Rate – non Real Time) nem valós idejű, változó bitebességű,
- ABR (Available Bit Rate) használható bitebességű,
- UBR (Unspecified Bit Rate) nem meghatározott bitebességű szolgáltatás.

A QoS lényege, hogy az imént felsorolt szolgáltatásokhoz meghatározott műszaki paraméterek tartoznak, mint például:

- Cell Delay Variation (CDV), a cella átviteli késleltetésének változása,
- Maximum Cell Transfer Delay (max CTD), max. átviteli késleltetés,
- Cell Loss Ratio (CLR), cellavesztési arány.

A fentiekből következik, hogy amelyek szolgáltatási osztályhoz szigorúbb műszaki paraméterek tartoznak, annak elsőbbsége van a kevésbé szigorú szolgáltatási osztályokhoz képest.

ADSLAM a forgalom koncentrációját úgy tudja megoldani, hogy az előfizetőkhez tartozó VPI/VCI adatátviteli csatornához, az imént említett különböző szolgáltatási osztályokból egyet

egyét hozzárendel. Ebből kifolyólag a szigorúbb műszaki paraméterekkel rendelkező csatorna forgalmának elsőbbsége van. Így a kevésbé szigorú szolgáltatási osztályú, vagy a pillanatnyilag nem használt virtuális csatorna sávzélességét az elsőbbséggel rendelkező csatorna képes használni adatátvitelre.

A létrehozott VPI/VCI csatornákat tehát nem fix egymás melletti csöveknek kell elképzelni, hanem olyan rugalmas csöveknek, amelyek egymásba is csúszhatnak, így használva ki az üresen álló vagy alacsonyabb prioritású csatornák sávzélességét.

A másik tény, amely a forgalomkoncentrációt lehetővé teszi, a már említett statisztikai tapasztalat. E szerint az előfizetőknek csak egy része használja az adatátviteli vonalait egyidejűleg. Ez a magyarázata annak, hogy egy több mint 200 előfizetőt kiszolgáló DSLAM az ATM-hálózatához egy STM-1 szabványú 155 Mbit/s átviteli kapacitású optikai szállal tud csatlakozni.

### A DSLAM felépítése

A DSLAM-ok rendszerint moduláris felépítésűek, vagyis különböző kártyák szekrénybe történő beillesztésével ill. kiemelésével építhetők ki. Így lehetőség van az előfizetők számának rugalmas módosítására, a berendezés újra konfigurálására, valamint új jellemzőkkel és kiegészítő interfészekkel elláthatóságára. Például a Siemens cég által gyártott, XpressLink elnevezésű DSLAM is moduláris felépítésű, különböző kártyák helyezhetők be a tartószekrénybe.

A DSLAM négy különböző kártyából épül fel. A legfontosabb a CU (Central Unit) kártya, amely az egész berendezés agya. Itt található a fő processzor, amely ellátja a berendezés irányítását. Ez a kártya tartja a kapcsolatot a felügyeleti rendszerrel is, valamint itt tárolódnak az üzemeltetéshez szükséges programok, adatbázisok, beállítások.

A következő kártya az LU (Line Unit) kártya, amely a DSLAM és az ATM-hálózat közötti forgalmat bonyolítja le. Ezen a kártyán található az az optikai portok, amelyekhez csatlakoznak az ATM-hálózat felé menő gerincvezetékek. Egy ilyen port lehet például egy nagy teljesítményű lézermeghajtó interfész, amelyhez csatlakoztatható az

optikai szál, valamint a lézeres vevő interfész, amely a hálózat felől érkező jeleket fogadja, ugyancsak egy optikai szálon. Ezek a széles sávú optikai vezetékek szállítják a koncentrált ATM-forgalmat a hálózat felé, valamint onnan a DSLAM felé. Különböző sebességű portok ill. interfészek lehetnek ezen a kártyán, pl. STM-1 szabványú, amely 155 Mbit/s átvitelt biztosít optikai vagy elektromos vezetéken, vagy az E3 szabványú (34 Mbit/s) elektromos interfész. A gyártóktól függ, hogy milyen interfészeket készítenek még, a fentiekben kívül.

A harmadik kártya az előfizetői kártya. Ennek fajtája dönti el, hogy milyen DSL-szolgáltatás biztosítható a részvezetéken. A leírás elején volt szó a DSL-technológiákról. Az ott megemlített technológiákat a gyakorlatban egy-egy kártya testesíti meg, amelyek a DSLAM-ban elhelyezhetők. Egy-egy ilyen kártya lehet 2, 4, 8, 16 vagy 32 portos felépítésű, de ma már készülnek 64 portos változatok is. Ez azt jelenti, hogy ahány portja van egy kártyának, annyi előfizető kezelésére képes. Így a DSLAM-ba beköthető ügyfelek száma azon múlik, hogy hány előfizetői kártyát helyezünk üzembe. Egy teljesen kiépített DSLAM képes akár 500...700 előfizetőt is ellátni.

A negyedik kártya a szűrőegység. Ezen a kártyán található egy-egy szűrőáramkör mindegyik ADSL-vonalhoz. Ezek végzik el a 2. ábrán látható hang- és adatcsatornák szétválasztását, ill. fordított irányban az összegzését.

### A felügyeleti rendszer

Az eddigiekben megismertedtünk az ADSL-hálózatot felépítő készülékekkel, berendezésekkel, amelyek sokféle üzemi paraméter beállítását igénylik. A beállítások mellett a készülékek bonyolultsága miatt különböző meghibásodások, üzemi problémák állhatnak elő. A felügyeleti rendszerek (management) feladata, hogy lehetővé tegyék a felhasználók számára, hogy segítségével megtekinthessék a berendezés állapotát, beállításait, meghibásodásait. A felügyeleti rendszerek rendszerint számítógépen, Windows vagy Unix operációs rendszer alatt futó programok.

Felépítésüket tekintve többféle felügyeleti rendszer létezik. A legegyszerűbbek az ún. LCT-k (Local Craft Terminal). Ezek aránylag kis méretű prog-

ramok, amelyek hordozható számítógépeken (laptop) is könnyen elférnek. Elsősorban szervizes szakemberek használják, helyszíni telepítések alkalomával. A programokra jellemző, hogy csak a legszükségesebb beállítási és riasztási funkciókat tudják, grafika tekintetében is csökkentett az eszköz-készletük.

A nagyobb képességű felügyeleti rendszerek nagy teljesítményű asztali számítógépeken képesek futni, de ma már nem ritka a több gépen futó, hálózatra szervezett felügyeleti rendszer sem. Ezeknek lényege, hogy van egy központi gép (szerver), amely a felügyelt berendezéssel tartja a kapcsolatot és tárolja a tőle kapott információt. A felügyeleti rendszer központi adattárolója rendszeresen kommunikál a felügyelt berendezéssel, s a memóriájában rögzíti a pillanatnyi állapotokat. E mellett van több munkaállomás (client), ahonnan többen tudják a berendezést kezelni, lekérdezni, állítani stb. Természetesen paramétereket állítani egyszerre csak egy felhasználó képes, a többieknek meg kell várniuk, amíg hozzáférési jogot kapnak az állításhoz. Állapotokat lekérdezni többen is tud-

nak egyszerre, anélkül, hogy egymást zavarnák. Sok esetben a különböző munkaállomások egymástól fizikailag nagy távolságra vannak.

A napjainkban használatos felügyeleti rendszerek általában grafikus alapúak, vagyis különböző ablakokat lehet megnyitni, és azokban elvégezni a berendezés adminisztrációját, karbantartását, hibakezelését. Ilyen ablakokban lehet megadni például, hogy az egyes ADSL-vonalaknak milyen VPI/VCI azonosítói legyenek, vagy milyen szolgáltatási osztályt rendeljünk hozzájuk.

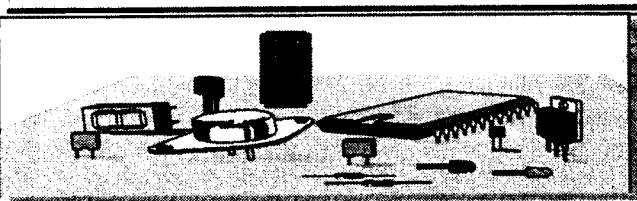
A felügyeleti rendszer nagyon fontos feladata a hibajelzés. A kezelőnek gyorsan tudomást kell szereznie arról, ha például egy kártya meghibásodik, vagy az egyik ADSL-vonal megszakad. A felügyeleti rendszerek a hálózati oldalon található berendezéseket figyelik, de az előfizetőnél lévő ADSL NT meghibásodását is képesek jelezni. Így a gyakorlatban, ha az előfizető azt tapasztalja, hogy nem működik az ADSL-vonala, akkor a kezelő a felügyeleti rendszer segítségével meg tudja állapítani, hogy hol és mi a probléma. A 14. ábrán egy Windows-alapú

felügyeleti rendszer képernyőn megjelenő munkaablakait láthatjuk.

A kommunikációs csatorna kiépítését tekintve két különböző management létezik:

Az egyik az „outband management” amely összeköttetésen kívüli felügyeletet jelent. Ennek lényege, hogy a felügyelt berendezés és a felügyeleti rendszer között a kommunikáció egy fizikailag külön futó vezetéken történik. Rendszerint a berendezésnek és a számítógépnek is van egy Ethernet portja, és ezeket köti össze egy Ethernet kábel. Helyszíni szerelések hibakezelése esetén könnyen lehet így kapcsolatba lépni a berendezéssel, mondjuk egy laptop segítségével.

A másik felügyeleti forma az „inband management” kapcsolat. Ennek lényege, hogy felügyeleti információk a berendezés és a felügyeleti PC között ugyan azon a vezetéken futnak, mint ahol az adatátvitel is történik. Az ATM-technológia segítségével ez könnyen kialakítható, létrehozunk egy felügyeleti információs csatornát megfelelő VPI/VCI segítségével. Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy ha nagy távolságra van egymástól a felügyelt berendezés és a felügyeleti



# LOMEX

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ KERESKEDELEM

CÍMÜNK:  
1134 Budapest, Lehel út 17.

Nyitva: hétköznap 9-17-ig

Nagyker eladás - Tel: 349-59-06  
Szaküzlet - Tel: 320-26-10

Fax: 320-32-92

Honlap: <http://www.LOMEX.hu>  
email: [info@LOMEX.hu](mailto:info@LOMEX.hu)

Az elektronikai alkatrészforgalmazás tekintetében évtizedes múltra visszatekintő cég, igényes színvonalú körülmények között folytatja kis és nagykereskedelmi tevékenységét. Az amatőr, a fejlesztő, a gyártó, a forgalmazó egyaránt partnerre talál a LOMEX Kft. szakmailag jól felkészült csapatában.

Szakembereink komoly gyártói háttér tudatában, nagy volumenű raktári kapacitással állnak mindkét üzletágban az Önök rendelkezésére.

AVX KYOCERA

TOSHIBA

PRECI-DIP

TEMIC

MOTOROLA

Arcolectric  
SWITCHES PLC

FUJITSU

LG Semicon

WMA

THOMSON

TEXAS  
INSTRUMENTS

National  
Semiconductor

Kingbright®

Advanced Micro  
Devices

ZILOG

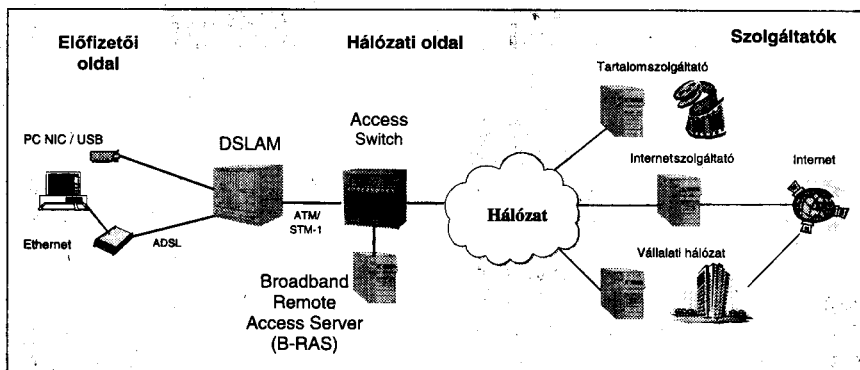
GÜNTHER

HARRIS  
SEMICONDUCTOR

TESLA

BOURNS

rendszer, akkor nem kell külön vezeték kiépíteni a kettő között, hanem az adatvezetéknek lehet ezeket az információkat is szállítani. Erre a legjobb példa, hogy az előfizetőknél lévő ADSL NT a DSLAM felügyeleti rendszerével az előfizetőhöz kihúzott telefonvezetéken keresztül kommunikál. Outband felügyelet esetén egy külön vezeték kellene kiépíteni, amely nagyon drága lenne. Az inband management hátránya viszont, hogy ha megszakad az adatokat szállító vonal, akkor a felügyelet sem működik.



15. ábra. ADSL-alapú szolgáltatói hálózat felépítése

## Az ADSL-vonalon nyújtható szolgáltatások

A 15. ábrán egy ADSL-alapú szolgáltatói hálózat rajza látható. A hálózat alkotóelemeinek nagy részét már ismerjük. Tárgyaljuk meg az újabb eszközöket is. Mint látható, a DSLAM-ból induló STM-1 optikai szál egy access switch-hez csatlakozik. Ez az eszköz lehet egy ATM-kapcsoló, amelynek feladata további forgalomkoncentráció elvégzése.

Egy nagyobb méretű ADSL-hálózatban nem csak egy DSLAM található, hanem több is, például a város különböző pontjain elhelyezve. Az ezekből induló STM-1 vezetékeket célszerű összefogni, s a rajtuk áramló forgalmat koncentrálni egy nagyobb kapacitású (pl STM-4, 622 Mbit/s) vezetékre, hasonlóan a DSLAM-nál leírtakhoz.

Az access switch lehet ugyanakkor egy illesztő eszköz is, amely az ATM-forgalmat illeszti egy IP (Internet Protocol) alapú hálózathoz. Ez esetben az ábrán látható felhő, amely a hálózatot szimbolizálja, nem ATM-hálózat, hanem IP-alapú hálózat.

Az access switch-hez csatlakozik a Broadband Remote Access Server (B-

RAS). Ennek a szervernek feladata, hogy az adathálózathoz az ADSL-vonalon keresztül csatlakozó előfizetőket azonosítsa, belépési jogosultságukat ellenőrizze, s ha a bejelentkező nyilvántartott az adatbázisban, akkor engedélyezze számára az adathálózathoz való hozzáférést. Ez nagyon fontos, mert köztudott, hogy napjainkban igen gyakran próbálnak illegálisan belépni különböző szerverekre és számítógépes hálózatokba.

Az illegális behatolás elleni védelem mellett a B-RAS feladata még a szolgáltatás-kiválasztás (service selection) biztosítása is. Ez azt jelenti, hogy miután az előfizető leellenőrizte és a hálózati hozzáférést engedélyezte a rendszer, a felhasználó gépén megjelenik egy menü, amelyből kiválasztható a kívánt szolgáltatás. A megfelelő menüpont kiválasztását követően, az előfizető a hálózaton keresztül a különböző szolgáltatók közül egyhez csatlakozik. Nézzünk néhány példát, milyen szolgáltatások közül lehet választani:

– Választhatunk egy tartalomszolgáltatót, ahonnan különböző filmek, já-

tékok vagy hanganyagok tölthetők le. Lehetnek ezek szórakoztató anyagok, de lehetnek távoktatást szolgáló multimédiás anyagok is.

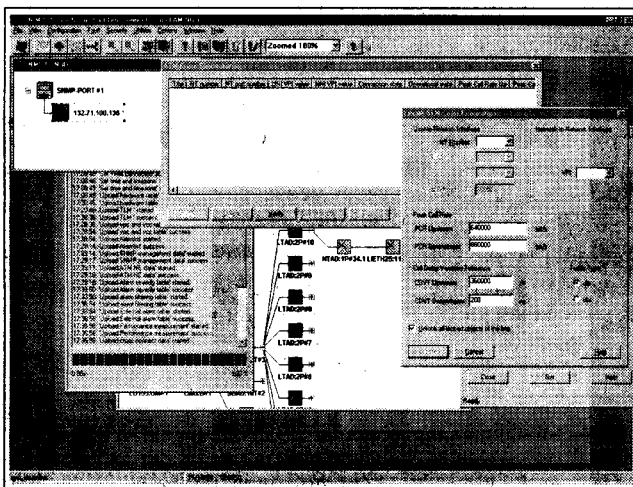
– Csatlakozhatunk egy internet-hozzáférést biztosító szolgáltatóhoz. Ez esetben a korábbi technikai megoldásokhoz képest gyorsabb internet-hozzáférést kapunk.

– Lehetőségünk nyílna egy vállalati magánhálózathoz történő csatlakozásra is. Ez azt jelenti, hogy otthonról csatlakozhatunk a vállalatunk hálózatához, így különböző fontos adatok (levelek, programfile-ok stb.) állhatnak a rendelkezésünkre otthon is. Ez a technikai megoldás lehetőséget nyújt például az otthoni munkavégzésre (Home working). Ehhez hasonló kapcsolatremtés lehetséges egy vállalat kisebb fiókjá és a központi telephely között is (Branch Office connectivity). Ekkor már üzleti alkalmazásról beszélünk.

Összegezve az ADSL-rendszer lényegét, elmondhatjuk, hogy ez egy költséghatékony hálózatbővítési lehetőség, amely a már kiépített telefonhálózatra épül. A moduláris kiépítése sokféle lehetőséget és nagyfokú rugalmasságot kínál. Az ATM-technológián alapuló megoldás pedig lehetőséget teremt a hálózati kapacitás optimális kihasználására is.

## Irodalom:

- Andrew S. Tannenbaum: Számítógép-hálózatok. Panem-Prentice-Hall, Budapest 1999
- Siemens Co: XpressLink Broadband Access with xDSL technology, München 2001
- Provisioning, Service Activation & Assurance of VDSL, SDSL & VoDSL conference, Amsterdam 2001
- Lajkó – Dr. Lajtha: PCM a távközlésben. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1978
- Stan Schatt: Hogyan működik az ATM? Panem-McGraw-Hill, Budapest 1998



14. ábra. Windows-alapú felügyeleti rendszer képernyőn megjelenő kommunikációs ablakai



# Fémkereső-készülékek építése

Nagymáté Csaba villamosmérnök, Chrenko Ferenc okl. villamosmérnök

*A múlt századvégi – fémkeresőkkel foglalkozó – jelentkezésünk óta igen sok minden megváltozott, talán csak a fenti téma iránti érdeklődés nem. Bár mennyire is igyekszik magát távoltartani egy műszaki szakkiadvány a társadalmi változások okozta hatásoktól, nem teheti, hiszen azok jelen vannak a gazdasági-műszaki élet minden területén és sajnos, a szép lassan átforguló gondolkodásunkban is. S hogyan kerül ez a gondolat egy mindig érdeklődésre számot tartó témakör bevezetőjébe? Anélkül, hogy az emberi tényezők változásának eredetére, létrejöttének körülményeire részletesen kitérnénk, utalunk arra, hogy az első ilyen tárgyú közleményünket a legtöbben műszaki érdekességnek, aktív szórakozásnak tekintették és készítették, addig mára néhányan rosszul pallástolt mohó kincskeresési szándékkal szeretnének ilyen műszerhez jutni. Szerencsére a Rádiótechnika olvasói táborából érkező visszajelzések többsége még az eredeti szándékot igazolja vissza, de vannak már az utóbbi jelenségre utaló példák is!*

Dacólva a profitorientált világ kihívásaival, a témával foglalkozó, összefoglaló jellegű cikkeink közül a mostani továbbra is az amatőr gondolkodásmóddal (és szívvel) konstruált, házilag is kivitelezhető fémkeresőkre mutat be néhány igazán szép példát, természetesen a maguk használati korlátaival együtt. Úgy gondoljuk, hogy a Rádiótechnika ilyen tárgyú elméleti jellegű sorozatát [1] teszi „fogyaszthatóbbá” az alábbi gyakorlati bemutatónk. Ez persze ne tévesszen meg senkit, mert az egyes kapcsolásokhoz igazodva jelentős elméleti ismereteket tételezünk fel, illetve adunk, de az alapvető működésmódokat, rendszereket itt már nem érintjük.

Változásokról szólunk az ímént, amelynek vannak pozitív vetületei is. Ilyen például a szabad információ-áramlás, a gigantikus világháló (internet), ahol szintén megtalálhatók a különböző fémkereső-ismertetőik. Így nem véletlen, sőt, ma már egyre megszokottabb, hogy a felhasznált irodalomjegyzékben internet-elérhetőséget is megemlítünk. Felhívjuk azonban a

kedves olvasó figyelmét, hogy az ilyen jellegű forrásanyagot tekintse kritikus szemmel! Döbbenet tapasztaltuk a – megítélésünk szerint szándékos – elvi és kivitelezési hibahalmazt, amely alkalmasint a működésképtelenséggel volt egyenlő. (Természetesen saját honlapunk [4] ritka kivétel...)

Az ilyen típusú anomáliáktól jó néhány neves szaklap cikke sem mentes. A műszaki félretájékoztatás nemzetközi szintű jelenléte nyilván összefügg a már előbb említett üzleti élet filozófiájával, s ez volt a második ok, amiért úgy gondoltuk, érdemes lesz még egyszer – szándékunk szerint korrekt módon – hazai forrásanyagot adni az érdeklődők kezébe. S van még egy tényező, ami szinte kínálta táma folytatását: ez pedig az az áramköri sokszínűség, ami ezeket a műszereket jellemzi. És mint tudjuk, „a változatosság gyönyörködtet”. Szinte nincs még egy elektronikai készülékfajta, amely felhasznál(hat)ja az elektronikai kapcsolástechnika csaknem valamennyi építőelemét. Ennek megfelelően az olvasó a következő oldalakon találkozhat tápegység-típusokkal, kis- és nagyjelfű erősítőkkel, oszcillátorokkal, jelformálókkal, nemlineáris áramkörökkel, impulzusteknikai kapcsolásokkal, differenciáló, integráló fokozatokkal, és olyan speciális alkalmazásokkal, mint a PLL, a VCO, kapuzott hangfrekvenciás fokozatok stb.

Mindezeket megtalálhatjuk vegyesen analóg és digitális változatban, s a felhasznált alkatelmek típusválasztékáról meg sem próbálunk ehelyt ismertetést adni.

Az elektronikai ismeretek ilyen széles palettáján túlmenően a fémkeresők megépítésében rendelkezniünk kell olyan technológiai készségekkel, amelyek lehetővé teszik berendezésünk – típustól függően – kényes mechanikai kivitelezését is. Mindezek együttesen olyan kihívást jelentenek a téma iránt érdeklődőknek, amihez úgy gondoljuk, érdemes a magunk tapasztalatának átadása útján segítséget adnunk. Ezen gondolatokkal bocsátjuk útjára a sorozat befejező részét, amelynek létrejöttét három – talán szubjektívnek tekinthető – tényező mozgósította. A szerzők tudják, soha nem szabad mondani,

hogy soha többé – mi sem tesszük. További tevékenységünk meghatározója az ismert latin mondás általunk módosított változata: laborare necesse est, azaz, „dolgozni pedig muszáj”.

Az évek óta tartó kísérletező és gyűjtőmunka eredményeképpen a szerzőknek igen sok feldolgozott és feldolgozandó anyaga gyűlt össze, amiből az alábbi válogatás összeállt. Bemutatásukhoz többféle rendezésváltozat is lehetséges, ami már a kezdetekben is okozott némi fejtörést. Legyen-e egy több-kevesebb magyarázattal ellátott rajzgyűjtemény, amiben a témában jártasak biztosan eligazodnak, vagy aprólekos gyártási eljárás, amiből jóval kevesebb fér az adott terjedelembé? Kezdő vagy haladó készüléképítőknek szóljon írásunk? Milyen műszerezettségigényű típusokat ismertessünk?

Úgy gondoljuk, hogy a felvetődött kérdések majdnem mindegyikének tekintetében sikerült jó kompromisszumra jutnunk. Ennek értelmében a Rádiótechnika olvasható elméleti sorozat „támogatására” minden típusból bemutatunk egy-egy jellegzetes megoldást, amelyek közül vannak kezdőknek és igencsak haladóknak szóló megoldások. Ahol a témát már – az előzők okán – ismertebbnek véljük, ott csak egy bővebb magyarázatú elvi rajzot közlünk, míg máshol részletes építési leírással is segítjük az utánépítőket.

Ezeken túlmenően minden típuscsoportnál bemutatunk egy egyszerűbb és egy bonyolultabb berendezést is. Műszaki lehetőségünknek köszönhetően a klasszikus szervizkönyvekhez hasonlóan a kapcsolások jellegzetes pontjainak oszcillogramjait is bemutatjuk. Ezek alapvetően kétsugaras oszcilloszkóppal készültek, de némi „szerkesztéssel” háromcsatornás ábrát is láthatunk a precízebb szemléltetés kedvéért. Ugyanilyen megfontolásból az oszcilloszkóp mért értékeit vagy beállítását nyomtattuk ki, megkönnyítendő a mérés reprodukálhatóságát.

## 1. BFO-fémkereső

Követve a Rádiótechnika elméleti cikksorozatának ([1]) tematikáját, elsőként egy igen egyszerű BFO elvű

fémkeresőt mutatunk be. A kapcsolási rajzát az **1. ábrán** láthatjuk. A megoldás érdekessége, hogy minden áramköri feladatot egyetlen integrált áramkör, az LM389-es tok lát el. A Colpitts típusú oszcillátorok tranzisztorainak láb-számozása az IC kivezetéseit jelenti. A keresőfej [2] szerinti mérete  $\varnothing 100$  mm, menetszáma 20,  $\varnothing 0,6$  mm-es CuZZ huzalból. Ezekkel az adatokkal a tekercs induktivitása  $82 \mu\text{H}$ , és az oszcillációs frekvencia kb. 380 kHz.

Sok éven át ezt a nagyságrendű frekvenciát használták a BFO-keresőkben, mivel ez adta a legkisebb tajalhatás-érzékenységet. Ezekkel az adatokkal a találati érzékenysége (behatolási mélysége) kb. 5 cm, kisebb érmékre. Ha nagyobb tárgyat mélyebbről akarunk megtalálni, akkor készítsünk nagyobb keresőtekercset! Amennyiben az oszcillátor frekvenciáját nagyjából egyformának tartjuk, akkor a menetszámot kb. felezní kell minden egyes tekercsátmérő-duplázásánál.

A referencioszcillátor hangolásához varikapdiódát használunk. Az  $L_1$  célszerűen fazékmagos kivitelben készülhet. Légréses, hangolható M1100 v. M2000 anyagú vasat használjunk! A menetszám az ismert  $n = \sqrt{L/A_L}$  formulával számítható, ahol az önindukciós tényező nH-ben helyettesítendő be. (Jelen esetben  $L = 82\ 000$  nH.)

Mindkét oszcillátor lazán csatolódik a LM389-es IC „maradék” tranzisztoraiból felépített hangfrekvenciás részéhez. A kb. 26 dB, erősítésű HF-erősítő könnyedén meghajt egy  $8 \Omega$ -os fejhallgatót. Amennyiben nagyobb erősítésre van szükség, úgy egy  $10 \mu\text{F}$ -os kondenzátort kössünk az IC 4. és 12. kivezetése közé!

A keresőfej kialakítása a már ismert módon történhet; Faraday-ármékolás feltétlenül szükséges! Ugyancsak igen fontos a szilárd tekercsrögztés a mikrofónia elkerülése érdekében. Amennyiben a 100 mm-es fejet készítjük el, az lehet egy alumínium csőkarika is (persze, a rövidrezárt menetet elkerülendő, szigetelőközzel!), amelyet például egy zseblámpa házhoz rögzítünk úgy, hogy a csőkarika megszakításának egyik végét attól elszigeteljük. Az egész elektronika telepéstől befelé a zseblámpa belsejébe, s így egy fali vezetékutatóhoz jutunk.

A fémkereső működése, kezelése igen egyszerű. Helyezzük a keresőfejet a talajra (falra) és állítsuk be a  $P_1$  hangoló potenciométert úgy, hogy kb. 100 Hz-es hangot halljunk! Azután gondosan ügyelve arra, hogy a fej a talajtól (a faltól) állandó távolságra maradjon, mozgassuk lassan a kívánt területen. Mint arról már az elméleti ismertetésnél volt szó óvakodjunk a két osz-

cillátor 0 „ütéses” hangolásától, elkerülendő a frekvenciazáródást, ami jelentősen rontja a készülékünk amúgysem túl nagy érzékenységét! Amennyiben kísérletezni támad kedvünk ezzel a tipikusan „hétvégi” kapcsolással, tervezhetünk hozzá műszeres kijelzést vagy automatikus szabályozást is, az IC kimenetéhez kapcsolt felüláteresztő szűrő hozzáadásával.

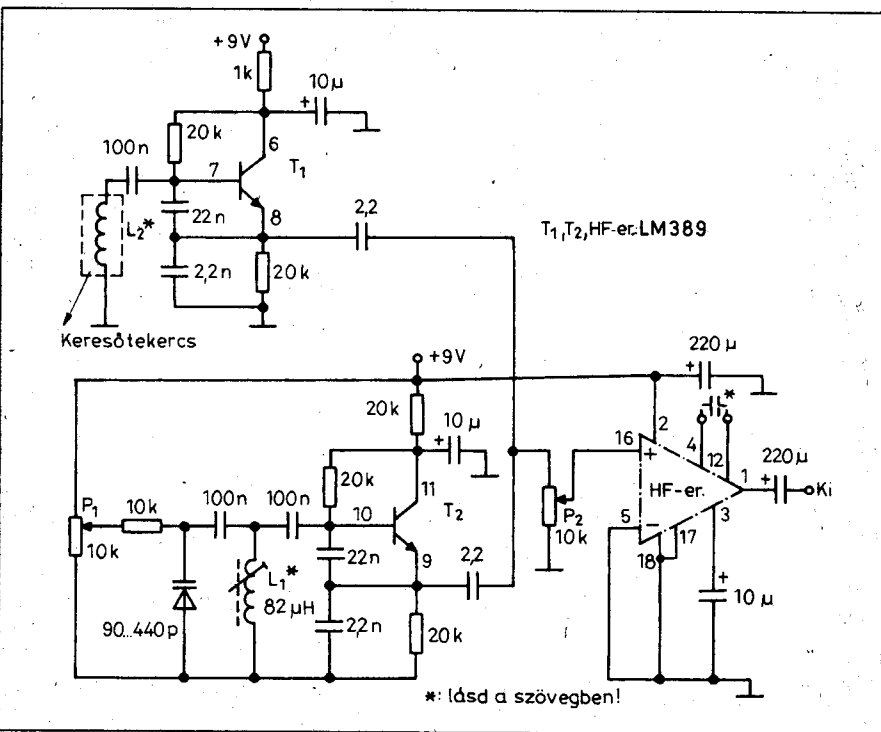
A fenti, igen egyszerű felépítésű keresőnek számtalan változata létezik, nagyjából azonos jellemzőkkel. További áramkörök felhasználásával javíthatunk másodlagos szolgáltatásain (pl. LED-soros kijelzés alkalmazása), de akkor már kapcsolásuk sem ilyen egyszerű. Az érdeklődők ez utóbbira [3]-ban láthatnak – sajnos, nem hibamentes – megoldást.

S ha már bonyolítjuk elektronikánkat tegyük ezt úgy, hogy elsődleges szolgáltatását, azaz a fémkeresést tegyük jobbá! A típusismertetésnél rámutattunk, hogy van néhány trükk, amelyek alkalmazásával a BFO-s detektor is jobbá, alkalmasint kiválóvá tehető. Ezt reprezentálja az interneten is hozzáférhető [4], a kereséségen *DX-1000* nevet kapott készülékünk. (A továbbiakban, olvasói kívánságra, a nagyobb érdeklődésre számítható, vagy újszerű típusokat fantáziánévvel látjuk el, megkönnyítendő a rájuk való hivatkozást.)

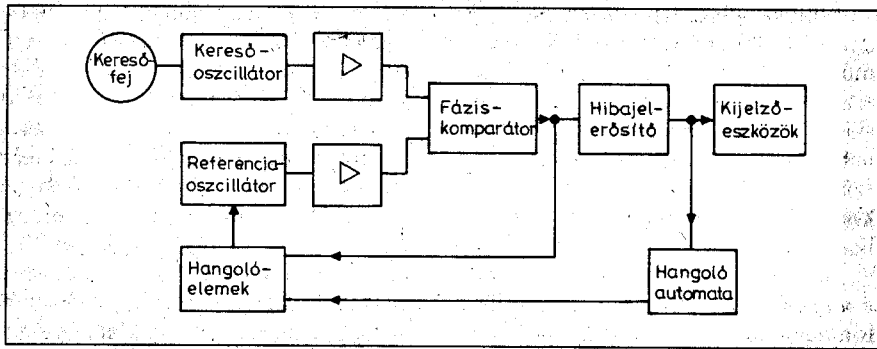
## 2. A DX-1000-es

Készülékünk tömbvázlatát a **2. ábra** mutatja, amelynek alapján a működése a következő.

A keresőoszcillátor fix hangolású, frekvenciáját elvileg csak a már ismert hatások befolyásolják. Jelét a referencioszcillátor jelével hasonlítja össze a fáziskomparátor, miután az erősítő fokozatok mindkét jelet a megfelelő szintre erősítették. Innen a fáziskülönbséggel arányos jel, a *hibajel* visszakerül a referencioszcillátorba. A hibajel úgy vezérli a referencioszcillátort a benne levő hangoló elemeken keresztül, hogy annak jele azonos frekvenciájú legyen a keresőoszcillátoréval és a közöttük levő fáziskülönbség (vagyis a hiba) is minél kisebb legyen. Ezzel egy komplett *fáziszárt hurkot* (PLL-t) hoztunk létre. Tehát amikor a keresőoszcillátor frekvenciája megváltozik, akkor – hogy a referencioszcillátort azzal azonos frekvencián és fázisban tartsa a komparátor áramkör –, megváltoztatja a kimenetén



1. ábra



2. ábra

sebb legyen. Így, ha a két oszcillátor „elmászik” egymástól, akkor egy gombnyomással visszaállíthatjuk az eredeti állapotot. Nagyon nagy érzékenység esetén a frekvenciadrift igen zavaró lehet, mert folyton nyomogatni kell a gombot. Ezért a hangoló automata tartalmaz egy másik lehetőséget is: egy kapcsoló bekapcsolásával folyamatosan működik az utánhúzás, de csak lassú változásokat egyenlített ki, a fémek által okozott gyorsabb változásokat nem.

### 2.1. Részletes áramköri leírás

A DX-1000 kapcsolási rajzát a 3.a ábrán láthatjuk. A Colpitts-kapcsolású keresőoszcillátor a  $T_4$  tranzisztorra épül. 50 kHz körüli frekvenciáját alapvetően az  $L_1$ , kapacitíven árnyékolt keresőtekercs, valamint a  $C_1$  és a  $C_{16}$  kondenzátor határozza meg (természetesen a mindig jelen levő szórt kapacitással együtt). A diszkrét kondenzátorok nagy kapacitásúak, így alaposan megnövelik a tekercs árnyékolásának hatékonyságát. Az oszcillátort az azt követő fokozatoktól egy egyszerű emitterkövető ( $T_3$ ) választja el.

A  $T_1$  köré épült referenciaoszcillátor hasonló felépítésű és azonos frekvenciájú, azzal a különbséggel, hogy ez

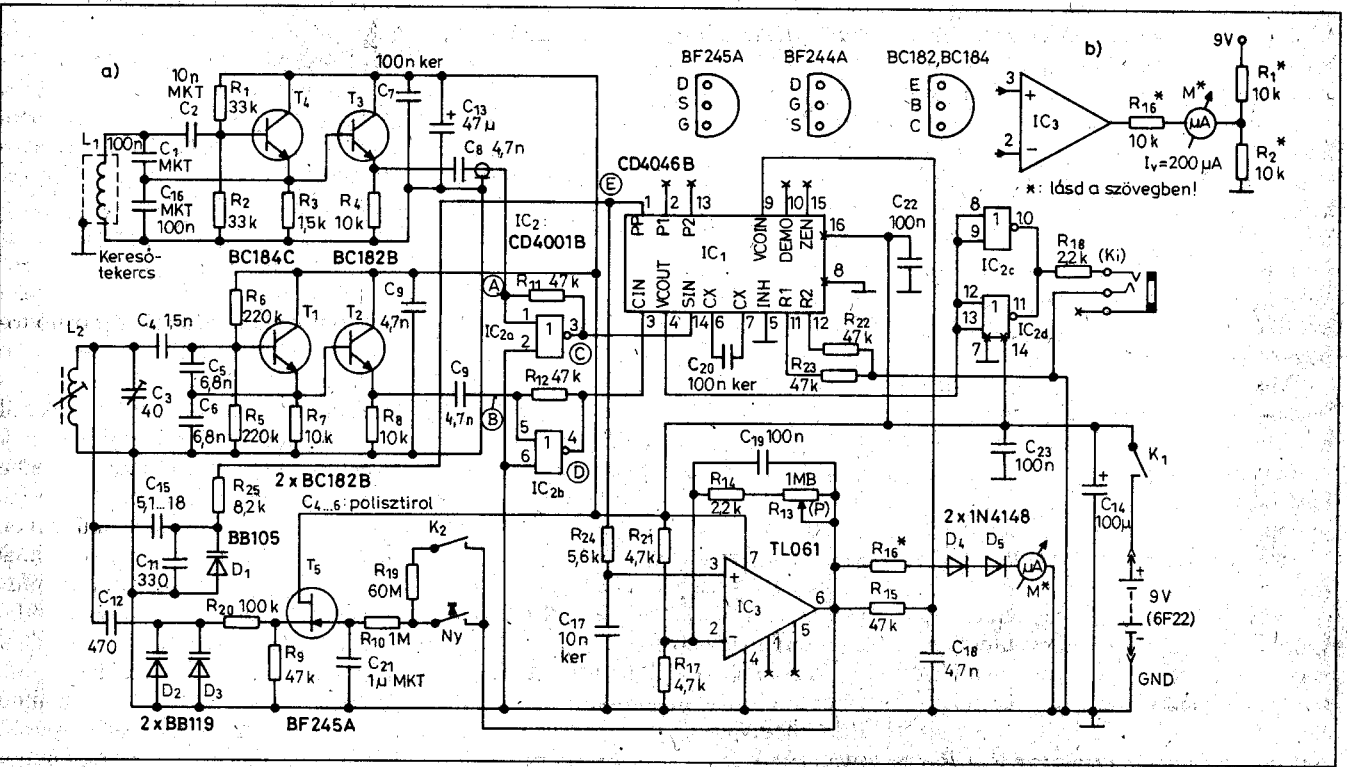
levő feszültséget; ez jelzi közvetve a fém jelenlétét.

A visszacsatolás a szokásos PLL-áramkörökhöz képest igen kicsi, azért, hogy a frekvencia változását csak aránytalanul nagy feszültségváltozás tudja előidézni, vagyis minél nagyobb legyen a kimenőjel változása. Ezt a hibajelét egy erősítő tovább erősíti. Ez utóbbi erősítése – így a fémkereső érzékenysége – állítható. A felerősített jel vezérli a kijelző eszközöket (műszer + hanggenerátor).

Így elvileg már működik is a fémkereső, de a valóságban kicsit bonyolultabb a helyzet. A két oszcillátor frekvenciája vissz szabályozás nélkül is egymás közelében kell hogy legyen,

mégpedig olyan pontossággal, hogy a PLL-áramkörnek csak minimálisan kelljen beavatkoznia, különben a kimeneti erősítő túlzérlődik. Fémkeresőnkben ez a tartomány olyan kicsi, hogy kézi hangolással gyakorlatilag nem is lehet beállítani, s a két oszcillátor hőmérsékleti driftjéről nem is szólnunk.

E két okból hangolóautomata is van a DX-1000-ben. Ennek működése gyakorlatilag abból áll, hogy gombnyomásra a felerősített hibajel is visszakerül egy másik úton a referenciaoszcillátorba, mégpedig úgy, hogy viszonylag nagy mértékben képes befolyásolni a jel frekvenciáját és fázisát, és ezáltal biztosítja, hogy a hibajel a lehető legki-



2. ábra

hangolható. Hangolási durván az  $L_2$  ferrimagos tekercs vasmagjával lehet, finomabban a  $C_3$  trimmerrel. A varikapdiódák az automatikus hangolást szolgálják. Az elválasztást a  $T_2$  biztosítja.

A két oszcillátor jelét egy-egy erősítő fokozat erősíti fel CMOS-szintre. Az erősítők egy-egy NOR kapuból ( $IC_{2a}$  és  $IC_{2b}$ ) állnak, amelyeket az  $R_{11}$  és  $R_{12}$  ellenállás úgy állít be, hogy kimenetük vezérlés nélkül a **H** és **L** szint között kb. „félúton” legyen (azaz analóg módba kényszerítjük a digitális kapukat). Erősítésük eléggé nagy ahhoz, hogy kimenetükön közel 50%-os kitöltésű négyszögjel jelenjen meg, már viszonylag kis vezérlés hatására is.

A két jel az  $IC_1$ , CD4046B típusú CMOS PLL fáziskomparátor bemeneteire kerül. Az IC-vel és alkalmazásai-val az [5]-ben részletesen foglalkoztunk. Az IC-be beépített két komparátor közül a 2-es számúnak a kimenetén (1. kivezetés) megjelenő hibajel viszszerül a referenciaoszcillátorba az  $R_{25}$ -ön keresztül. A szokásos PLL-áramköröktől eltérően itt nem található meg a hagyományos aluláteresztő szűrő. E helyett az  $R_{25}$ ,  $C_{11}$  tag és a  $D_1$  varikap kapacitása képez egy ilyen szűrőt.

Erre a különleges megoldásra azért van szükség, mert az eleve is kis kapacitású varikap a  $C_{11}$  és  $C_{15}$  kondenzátornak köszönhetően csak igen csekély hatással van a rezgőkör frekvenciájára, mégis ez biztosítja elsősorban az oszcillátorok fázishelyes együttfutását. A csekély elhangolást a kis időállandóból adódó gyorsaság kompenzálja: a diódán keresztül a komparátor igen gyorsan tudja korrigálni a bekövetkező változásokat, egy perióduson belül is hatásosan be tud avatkozni. A varikap vezérlőjele sem a szokásos egyenfeszültség, hanem változó kitöltésű négyszögjel.

Mivel a varikap ilyen gyenge csatolásban van a rezgőkörrel, a hibajelben a szokásosnál sokkal nagyobb változásra van szükség a korrekcióhoz, mint egy normál PLL-nél, így eleve nagyobb kimenőjelet kapunk, ami jelentősen egyszerűsíti a jel további feldolgozását.

A hibajelet az  $R_{24}$ ,  $C_{17}$  aluláteresztő szűrő alakítja át változó egyenfeszültséggé, amelyet a  $C_{19}$ -cel szintén aluláteresztő jellegűre beállított  $IC_3$  műveleti erősítő erősít és egyfolytán tovább simít. A szűrt hibajel szintje az  $R_{17}$ ,  $R_{21}$  osztóval beállított fél tápfeszültséghez

hasonló szintű kell, hogy legyen; csak az ettől való eltérés erősítődik fel. A műveleti erősítő erősítése és ezzel az érzékenység az  $R_{13}$ , „B” jellegű (logaritmikus) potenciométerrel igen széles tartományban szabályozható, így a készüléket pl. akár csatornafedlap, akár kisebb pénzérmék keresésére is beállíthatjuk.

A felerősített hibajel is visszakerül a referenciaoszcillátorba a hangoló automatán keresztül, amely a  $D_2$  és a  $D_3$  varikapból, valamint a hozzájuk csatlakozó vezérlő áramkörből áll. Az automata csak akkor lép működésbe, ha a nyomógombot benyomjuk vagy a  $K_2$  kapcsolót bekapcsoljuk.

A nyomógombon keresztül a felerősített hibajel az  $R_{10}$ ,  $C_{21}$  aluláteresztő szűrőre, majd a  $T_5$ -re épülő forráskövetőről a varikapdiódákra kerül. Ennek a szűrőnek az időállandója az előzővel ellentétben igen nagy, mert ez nagy mértékben képes beavatkozni a rezgőkör frekvenciájába. Rádásul a hibajel már kétszeres fázistolást szenvedett, mire idáig eljutott, így az áramkör gerjedésre hajlamos. Ennek elkerülése céljából a néhány tized Hz-nél nagyobb frekvenciákat el kell nyomni.

Ha tehát megnyomjuk a nyomógombot, a felerősített hibajel is szabályoz, aminek az lesz az eredménye, hogy a hibajel az erősítő bemenetén nagyon pontosan a fél tápfeszültség közelében lesz és a két oszcillátornak nem csak a frekvenciája, hanem a fázisa is nagyon pontosan szinkronba kerül. Ehhez persze úgy kell beállítani az oszcillátor egyéb hangolóelemeit ( $L_2$ ,  $C_3$ ), hogy ezt lehetővé tegyék. Ez az állapot akkor kell, hogy előálljon, amikor az erősítő kimenete szintén kb. fél tápfeszültségen van.

Ha a munkapont bármely okból elvándorol, akkor azt könnyen vissza tudjuk állítani a nyomógomb benyomásával, ill. bekapcsolás után benyomva a gombot, 1–2 másodperc alatt beáll a megfelelő állapot. Ez annak is köszönhető, hogy a fáziskomparátor frekvenciakomparátorként is képes működni, vagyis, ha nincs fáziszárt állapot, akkor előbb a frekvenciát közelíti. Ebből adódóan nagy a behúzási tartománya és ez teszi lehetővé, a PLL ilyen egyszerű megvalósítását.

A gombot kiengedve a  $C_{21}$  kondenzátor tárolóként működik, tehát a beállítás megmarad, de a visszacsatolás megszűnik, hogy keresés közben a fémelekeltette változások ne egyenlítő-

jenek ki. A kondenzátor töltését a  $T_5$ -te felépített forráskövető segít megőrizni. A szokásostól eltérően itt nem FET- vagy MOSFET-bemenetű műveleti erősítőt alkalmaztunk, mert azoknak sokszorososan nagyobb a fogyasztása. Ez az olcsóbb, kisebb fogyasztású fokozat is alacsony szinten tartja a kondenzátor kisülését.

A lassú kúszás kiegyenlítésére a  $K_2$ -vel bekapcsolható  $R_{19}$  ellenállás szolgál, aminek ugyanaz a hatása, mint a nyomógombnak, de ilyenkor lényegesen lassabban érvényesül, ezért a fémelek okozta hirtelen változások nem szenvednek különösebb csillapítást.

Az erősítő kimenetéről a jel kétfelé ágazik. Egyrészt az M mutató műszerre kerül az  $R_{16}$  ellenálláson és a  $D_4$ ,  $D_5$  diódán át. A diódák funkciója a szinteltolás: mintegy 1,2 V-ot „levonnak” a műveleti erősítő kimeneti jeléből, hogy amikor az a legkisebb kimeneti értéket eléri – ami sajnos, nem nulla – minél kisebb legyen a mutató kitérése.

A jel a PLL IC-ben található feszültségvezérelt RC-oszcillátort is vezérli a 9-es lábom keresztül, úgy, hogy a feszültséggel azonos irányba változik a frekvenciája. A VCO kimenete (4-es kivezetés) az  $IC_7$  fennmaradó két kapuját vezérli, amelyek az  $R_{18}$ -on keresztül meghajtják az aljzatba csatlakoztatott walkman-fejhallgatót. A jobb hatásfok érdekében a sztereó fejhallgató két oldalát sorba kell kötni, úgyelve a fázishelyességre!

A tápfeszültséget 1 db 9 V-os telep szolgáltatja, a  $K_1$  kapcsolón keresztül. A  $C_7$ , a  $C_{13}$ , a  $C_{10}$  és a  $C_{14}$  kondenzátor tápfeszültségidegítő- és szűrő funkciókat lát el.

## 2.2. Alkatrészek

Fémkeresőnk alkatrészei szinte kivétel nélkül könnyen beszerezhetőek a kereskedelemben. Az előírt értéktől való 20% eltérés sem okoz működési rendellenességet. Az elvi rajzon külön feltűntettük, hogy a kondenzátorok adott helyen milyen típusúak legyenek (kerámia, polisztirol, MKT). Az autói két típus helyére ne használjunk kerámiát, fordítva viszont a típuscsere nem okoz problémát. Az MKT kondenzátorból célszerű a kéttrazteres változatot alkalmazni (C2239). Jó helyette a WIMA fóliakondenzátor is, vagy más jó minőségű fóliakondi. A polisztirol típusokból csak azokat használjuk fel, amelyek légmentesen zárt kivitelűek!



$R_{16}$  60 M $\Omega$ -os értéke nem ekkor a kapcsolási rajzon. A mintakészülékben kompromisszumként a kapható (!) 50 M $\Omega$ -os típust építettük be, bár beszerzési nehézségek esetén 5–6 db sorba kötött 10 M $\Omega$ -ost használunk.

A bipoláris tranzisztorok nagyon sok típussal helyettesíthetőek. A lényeg az, hogy npn, hangfrekvenciás, nagy erősítésű tranzisztorok legyenek (pl. a BCxxx-sorozat B, vagy még inkább C kategóriájú tagjai). A  $T_1$  és a  $T_4$  helyére feltétlenül C kategóriájút tegyünk!

A FET-et nehezebb helyettesíteni, de valószínűleg nem szükséges, mert a BF245 az egyik leggyakoribb típus. Ha mégsem áll ilyen a rendelkezésünkre, akkor ugyanolyan jó a BF244A, de ugyanezekből a B és C kategóriájúak már nem! *Figyelem!* Ezen típusok láb kiosztása eltér a BF245-étől, ahogyan azt a rajzon is feltüntettük!

A  $D_4$  és  $D_5$  helyén gyakorlatilag bármilyen kis teljesítményű szilícium-dióda megteszi. A BB119 helyett jó pl. a BB109, a BB110, a BB139, illetve szinte mindegyik közepes kapacitású típus. A legtöbb varikap megfelelő, de

ha kicsi a kapacitása, akkor többet kell párhuzamosan kötni, ha nagy, akkor csak egyet.

A BB105 helyett ugyanolyan jó a BB405, de más kiskapacitású varikap is jó, legfeljebb kissé módosítani kell élesztéskor a  $C_{15}$ -öt. Mindkét fajta varikapot régi tévé-hangolóegységekből is ki lehet termelni.

A  $C_3$  trimmer lehet 20-tól 180 pF-ig bármilyen, kerámia vagy fólia is. A mutatós műszer egy kivezérlésjelző alaplmszer. Erre a célra ez a legalkalmasabb, ui. olyan felépítésű, hogy a gyors változásokat is jól követi, mégis jól csillapított, ezen kívül kicsi, könnyű és jól tűri a rázkódást.

A kivezérlésjelzők általában 500  $\mu$ A...1mA végkiterésűek, ami szintén mellettük szól. 5 mA feletti végkiterésű alaplmszert lehetőleg ne használjunk!

Ezt a fémkeresőt nem középpálású alaplmszerhez terveztük, pedig az jobb lenne, de nehéz beszerezni. Aki nek ilyen van, nyugodtan építse be! Ekkor a  $D_4$ ,  $D_5$  diódát el kell hagyni, a műszert pedig az  $R_{16}$  és egy két ellenállásból kialakított tápfelező osztó kö-

megfelelő nagyságú ellenállásokból állítjuk össze, akkor az  $R_{16}$  is elhagyható.

### 2.3. Építés, bemérés

BFO-elvű berendezés leírását a [6]-ban részletesen bemutattuk. A konstrukcióra vonatkozóan is az ott leírtak érvényesek. Például a keresőfej kialakítását, elkészítését a 30–31. oldalon részleteztük, most csak az ott bemutatottaktól eltérő javaslatokat, megoldásokat írjuk le.

A keresőtekerecs menetszáma  $n = 15$ ,  $\emptyset 0,4$  mm-es CuZZ huzalból, de 0,3 és 0,6 mm közötti átmérővel megfelel minden sérülésmentes huzal. A rétegelt lemezből készült fej kellő merevséget biztosít, de a tekercset magát is igyekezzünk merevvé tenni! A tekercsátmérő 250 mm, amelyet úgy valósíthatunk meg, hogy egy alkalmas falapra, amelynek vastagsága 10...20 mm, felrajzoljuk a 250 mm-es átmérőjű kört. A kör kerülete mentén 15...20 mm-enként szegeket ütünk a fába, majd e „kerítésoszlopok” által kijelölt sokszög köré tekercseljük a meg-

## HÍRADÁSTECHNIKAI ALKATRÉSZEK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

*Ahol még a csapból is...*

**Tisztelt Vásárlók!**

A Mikro vill Kft. teljes áruválasztékával várja Önöket a hét öt napján reggel 1/2 9-től délután 5-ig. Csomagküldés, telefonos rendelésvétel. Postai utánvétes szolgálat, 10 000 Ft feletti rendelés esetén mi fizetjük a szállítási költséget. Árukatalógusunk flopin és az Interneten is elérhető! Szervizek és viszonteladók kiszolgálása kedvezményel.

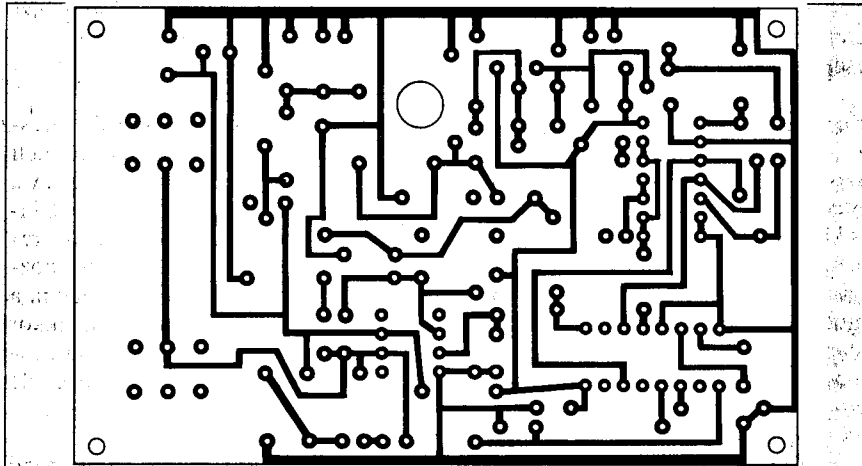


## MIKROVILL

HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.  
1126 Budapest, Böszörményi út 2.  
T.: 212-4130, F.: 212-4865  
e-mail: mikro vill@matavnet.hu  
http://web.matavnet.hu/mikrovill

*...alkatrész folyik*

- Analóg IC-k
- Biztosítékok
- Csatlakozók
- Diódák
- Digitális IC-k
- Kapcsolók
- Kábelek
- LED-ek
- Hangszórók
- SMD alkatrészek
- Spray-k, vegyszerek
- Tranzisztorok
- Triak, diak, tirisztor
- Transzformátorok
- TV-videó alkatrészek
- Relék
- RC elemek
- Zsugorcsövek



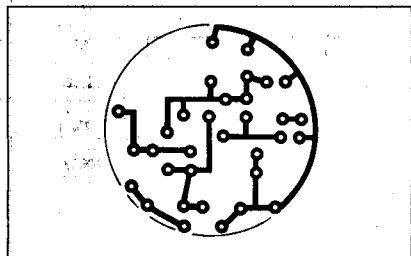
4. ábra

adott menetszámot. A kész tekercset néhány helyen szigetelő szalaggal összefogjuk, s ezután a szögeket kihúzzuk. Ezt követően erős cérnával – mintha kábelkorbácsot készítenénk – körbefonjuk. Az így már elég merevvé vált tekercset szintelen akrilán lakkal több rétegben fújjuk le! Száradás után már csontkemény huzalkarikánk lesz.

Ezt követi a Faraday-árnyékolás készítése a már ismert módon. Legvégül az egész egységet a varrodobozból származó ún. danubia-szalaggal hézagosan bandázzuk be! Ezt a tekercskészítési módszert valamennyi később ismertetendő keresőtekercs-konstrukciónál alkalmazhatjuk, ill. szinte kötelezően alkalmaznunk kell!

A keresőfej hornyába az ily módon előkészített kerettekercset tegyük és epokittal, vagy más műgyantával öntjük ki; majd az egészet csiszoljuk síkba! Mostani keresőfejünkön azonban van egy kis változtatás: nevezetesen a nyél furata mellett készítettünk egy 30 mm átmérőjű süllyesztett furatot is, amibe az oszcillátorpanelt fogjuk majd rögzíteni!

Az  $L_2$  4 mm átmérőjű, kék (N20 anyagú), vasmaggal hangolt tekercs. Menetszáma:  $n = 1200$ ; 0,1 mm körüli átmérőjű zománchuzalból. A tekercse-



5. ábra

lés hossza a vasmagénál kb. 2 mm-rel kisebb. Ha sötét színjelű (N50-es) vasmagunk van, akkor kissé kevesebb menet kell, ha sárga (N10-es), akkor több. Persze, készíthetünk másfajta tekercset is, a lényeg, hogy hangolható legyen és az oszcillátor megfelelő frekvencián rezegjen vele.

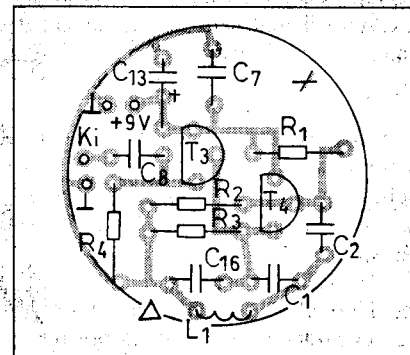
A kereső nyomtatott áramkört rajzait a 4. és 5. ábra mutatja. Konstrukciónkban az az újdonság, hogy a keresőoszcillátort külön panelre szereljük és a fejben helyezzük el.

A beültetési rajtot a 6.a és 6.b ábrán láthatjuk. A kivitelezés sajátos volta miatt a beültetéshez is fűzünk néhány megjegyzést. Az  $R_{19}$  ellenállást célszerű nem a panelbe, hanem közvetlenül a kapcsoló és a nyomógomb közé forrasztani. A FET-et és a  $C_{21}$  kondenzátort úgy helyezzük el egymás mellett, hogy a FET kapukivezetése és a kondenzátor kivezetése ne a panelen, hanem a levegőben találkozzon és a kap-

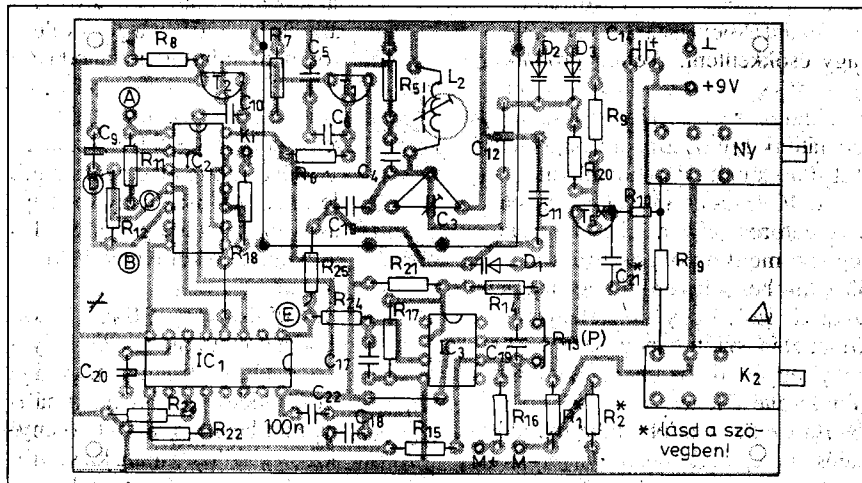
csolóra forrasztott  $R_{10}$  másik kivezetését is közvetlenül ide kössük! Ezáltal a legegyszerűbb elkerülni a panelen kialakuló kúszóáramokat. Így talán már érthető a beültetési rajzon nehezen ábrázolható „légszerelés”. A  $C_{21}$ -at a forrasztási oldalon helyezzük el, minél rövidebb kivezetésekkel!

A referenciaoszcillátort körbefogó árnyékoló lemez – vékony, ózott acéllemez – 15 mm szélességű és három oldalon zárt. A panelt az áramkört szempontból ideálisabb középnulás műszer meghajtásához terveztük, de szinte módosítás nélkül alkalmazható az eredeti áramkört változathoz is.

A bemérést akkor végezzük, amikor a keresőfej a végső összeszerelés előtt áll és teljesen összeállt a kapcsolás! A beméréshez egy multiméter és egy oszcilloszkóp elengedhetetlen. A kapcsolás jellemző pontjain felvett oszcillogramok segítséget adnak a beállításhoz. Az alábbi beállítási eljárás középnulás műszerhez készült, de hasonló a teendőnk egy magnó-kivezérlésjelző-műszer esetén is.



6.b ábra



6.a ábra

Az áramkörre 6,6 V-os tápfeszültséget adunk. Ez egy kimerülés határán levő 9 V-os telepnek megfelelő feszültség, amiről még jól kell működnie a fémkeresőnknek. Ha az IC-ek és elkókat nem fordítva forrasztottuk be és a panel is jó, akkor nem fog füstölni semmi, de még csak nem is melegekedhet érezhetően egyetlen alkatrész sem.

Először az  $R_{16}$  értékét határozzuk meg akkorára, hogy amikor az IC<sub>3</sub> kimenete a legmagasabb szintű (ezt úgy érjük el, hogy a 3-as kivezetését egy 1...4,7 kΩ-os ellenállással a pozitív tápfeszültségre kötjük), az alpműszer végkiterést produkáljon!

Ha az aljzatba fejhallgatót csatlakoztatunk, akkor annak bűgő hangot kell adnia. Megjegyezzük, hogy keresőnk alapvetően műszeres kijelzéssel készült. Az akusztikus megjelenítés egy, a rendszerben benne rejlő lehetőség kihasználása, korántsem ideális megoldással. Nevezetesen a PLL VCO-ja állandóan jár, azaz egy állandó hangot hallunk találat nélkül is, s csupán a hangmagasság változása az, ami jelzésértékű lesz. Sokan zavarónak találhatják ezt a módszert; ők ne használják! A továbbfejlesztés iránya a kapuzott hangfrekvenciás fokozattal való kiegészítés lehet (lásd a későbbi típusoknál!).

Ezután ellenőrizzük a frekvenciákat! A keresőoszillátorból 50 kHz körüli frekvenciájú, 200...1500 mV<sub>cs-cs</sub> jel kell, hogy „kijöjjön”. Ha a frekvencia nagyon eltérő, a  $C_{16}$  és  $C_1$  módosításával változtathatunk rajta.

A referenciaoszillátor feszültsége legalább 0,5 V<sub>cs-cs</sub>. Az  $L_2$  hangolásával be kell tudnunk húzni az előbbi frekvenciára. Ha nem sikerül a frekvencia beállítása, de az eltérés nem jelentős, akkor a  $C_4$ -et is megváltoztathatjuk, egyébként a menetszámot kell növelni, vagy csökkenteni, esetleg próbálkozunk más színjelzésű vasmaggal! Ha az oszcillátor frekvenciája nem stabil (jittert látunk rajta), az nem baj, mert a PLL-hurok működéséből adódik.

Az IC<sub>3</sub> 3-as és 14-es bemenetén az oszcillátorok jelei a teljes tápfeszültségnek megfelelő amplitúdójú, kb. 50% kitöltési tényezőjű négyszögjellel erősítve kell, hogy megjelenjenek, a kimenetén szintén négyszögjel kell, hogy legyen, de az ekkor még bármilyen kitöltésű lehet.

Ha ezeket rendben találtuk, akkor valószínűleg működik a fémkereső.

A végső beméréshez a keresőfejet tegyük egy viszonylag fémmentes

helyre, a  $C_{15}$ -tel párhuzamosan kösünk ideiglenesen egy 18 pF-os kondenzátort, a  $C_3$ -at állítsuk középállásba, állítsuk az érzékenységet maximumra és  $K_2$  kapcsolót kapcsoljuk be! Ezután tartuk nyomva a nyomógombot, és az  $L_2$  vasmagját kezdjük kívülről befelé csavarni, hogy a frekvenciát folyamatosan csökkentjük! Amikor kezdjük megközelíteni a keresőoszillátor frekvenciáját, a fejhallgatóban hallható hang a különbségi frekvenciának megfelelően kezd „vibrálni”, majd amikor elérjük, a hang hirtelen átvált magasabb tartományba. Oszilloszkóppal a szinkronozott állapot még látványosabban megfigyelhető, illetve beállítható. (A 7. ábra oszcilogramjai ezt a helyzetet mutatják.) A továbbiakban a  $C_3$ -mal lehet finoman hangolni, amivel a mutatót középre állítjuk.

Mivel bekapcsoltuk a  $K_2$ -t, a fémkereső dinamikus üzemmódban van, tehát a mutatónak nem szabad kúsznia, viszont enyhén, alig észrevehetően remeg. A keresőtekerceshez közelítve egy vastárgyat, a mutatónak érzékenyen kell reagálnia balra való kitéréssel. Ha a vasat mozdulatlanul a közelben tartjuk, akkor a mutató lassan vissza kell hogy térjen az eredeti állapotába, és amikor elveszük, ugyanezt a jelenséget fordított irányban produkálja a műszer. Nem mágneses fémek esetén éppen fordított a viselkedés. Ha a nyomógombot benyomjuk, akkor azonnal visszatér a mutató az eredeti helyzetbe.

Kikapcsolt  $K_2$  mellett a mutató lassan elmozdul az eredeti helyzetéből. Tesztelés céljából nyomjuk be a gombot és a mutatót állítsuk a  $C_3$ -mal a bal szélső álláshoz közel! Ilyenkor a „legerjedősebb” az áramkör. Ha ilyenkor, vagy már a behangolás során erős vibrálást hallunk és a műszer a gomb elengedésekor nem mindig ugyanoda áll be, akkor gerjed a szabályozó hurok. Ezen azzal segíthetünk, hogy a törésponti frekvenciáját lejjebb visszük az  $R_{10}$  növelésével, amíg meg nem szűnik a gerjedés. A túlságosan nagy varikapacitás is okozhatja a gerjedést. Ha ezt tapasztaljuk, akkor vegyük ki az egyik diódát!

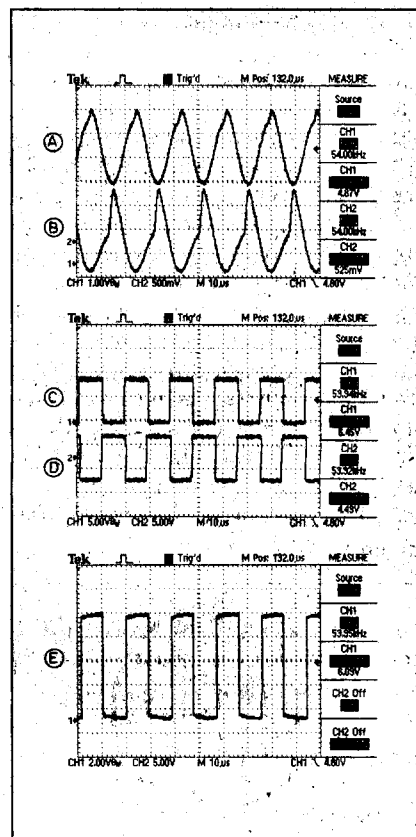
Ha BB105-ös, vagy BB405-ös kapacitásdiódát építettünk be a  $D_1$  helyére, akkor a  $C_{15}$  optimális nagysága 5,1...18 pF. Akkor jó, ha maximális érzékenységet beállítva a mutató enyhén remeg és a hallható hang kissé vibrál. Ha esetleg gerjedni kezd a készülék, akkor kösünk a  $C_{15}$ -tel párhuzamosan

akkora kondenzátort, hogy biztonságosan megsűnjön a gerjedés.

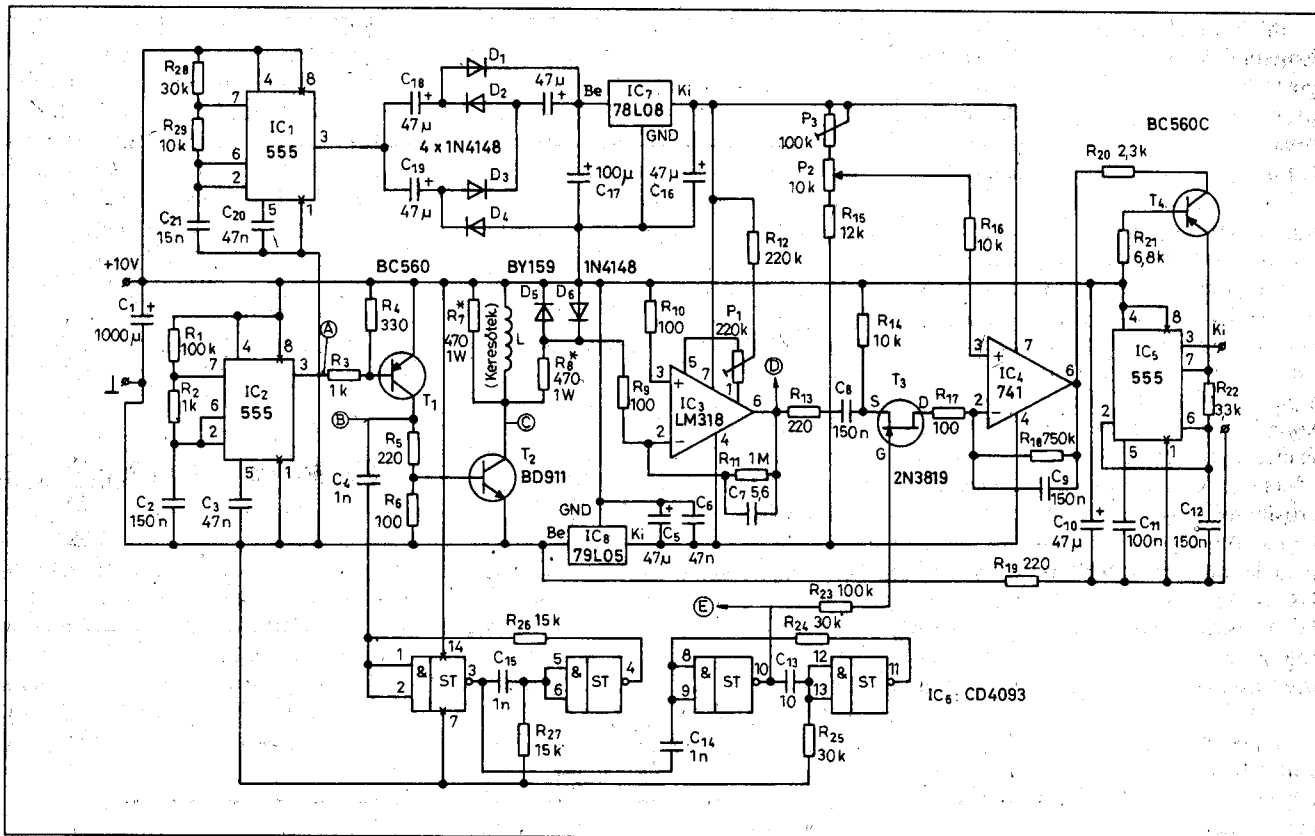
Ezután közelítsünk egy régi 10 filérest – vagy hasonló nagyságú alumínium korongocskát – a keresőtekerceshez, szemből! Kb. 10...15 cm-ről kell úgy érzékelnie a fémkeresőnek, hogy a remegésnél észrevehetően nagyobb kitérése legyen a mutatónak. Ha az üres kezünket közelítjük, de nem érünk hozzá, akkor arra nem szabad reagálnia a műszernek. Ha mégis reagál, akkor nem jó az árnyékolás. Más típusú varikap esetén a  $C_{15}$  értéke más is lehet, de 5 pF alá ne menjünk!

#### 2.4. A DX-1000 típusú fémkereső használata

**A munkapont ellenőrzése.** A készüléket bekapcsoljuk, az érzékenységet szabályozó forgatógombot teljesen jobbra forgatjuk, majd benyomjuk és nyomva tartjuk a nyomógombot. Egy-két másodpercen belül a műszer mutatójának középállásba, vagy ahhoz közeli állapotba kell kerülnie, úgy, hogy a nyomógomb elengedése után a fémkereső érzékenyen reagáljon a fémtárgyakra. Ha nem így van, akkor a doboz belse-



6.b ábra



8. ábra

jében található trimmerkondenzátorral be kell állítani a megfelelő munkapontot úgy, hogy közben a nyomógombot benyomva tartjuk! Helyes beállításnál, a mutató a középállás közelében van és maximális érzékenység beállítása esetén enyhén remeg.

**Keresés.** A fémkereső bekapcsolása után benyomjuk a nyomógombot, és megvárjuk, hogy a mutató beálljon középállásba. A keresést célszerű dinamikus üzemmódban végezni, ezért kapcsoljuk be a  $K_2$ -t! Mint láttuk, ebben az üzemmódban a nagyon lassú változások automatikusan kiegyenlítődnék. Ezután kezdetünk keresgélni úgy, hogy a keresőfejet a talajtól kb. 3 cm-re, a talaj domborulatait követve mozgatjuk magunk előtt. Azért célszerű így eljárni, mert a készülékben nincsen a talaj mágnesességét kiegyenlítő áramkör, ezért a talajtól való távolság változására is reagál, a talaj minőségétől függő mértékben. Ha fémet találunk, akkor a műszer mutatója hirtelen kitér. Mágneses anyagokra balra, nem mágneses fémekre jobbra való kitérést tapasztalunk, amikor közelítünk hozzájuk a fejjel. (Távolodáskor ellenkező irányú a jelenség.)

Ha érdekes, hogy mágnesezhető-e a tárgy, kapcsoljunk át statikus üzemmódba! Ekkor a mágnesezhető anyagok balra, a nem mágnesezhető fémek jobbra térítik ki a mutatót. A fémkereső fémválasztó képessége közepes, ami azt jelenti, hogy a tömörebb vastárgyakat (pl. vasszöveget) nagyon jól meg tudja különböztetni a többi fémtől, a vékonyabb, lemezszerűbbeket viszont nem mágnesezhetőnek találja, de ez függ a tárgy helyzetétől is. Pl. egy söröskupak lapjával jobbra, élével, vagy oldalról közelítve hozzá pedig balra való kitéréssel reagál.

Statikus üzemmódban határozhatjuk meg a tárgy pontos helyét is. A legnagyobb kitérést akkor kapjuk, ha a tárgy a fejhez képest középen van, de nem ad a készülék éles maximumot. Pontosabb a hely meghatározása, ha nem a maximumot figyeljük, hanem jobbra-balra mozgatva a fejet a jelzés határozott csökkenését.

Statikus üzemmódban a mutató nem marad a helyén, hanem lassan magától is elvándorol, ami különösen érzékenyebb állásokban zavaró. A vándorlás mértéke nem csak az érzékenységtől, hanem a fémkereső és a környe-

zet hőmérsékletének különbségétől is függ, tehát ha kivisszük a műszert a szabadba, akkor eleinte igen nagy mértékű ez a jelenség, majd gyorsan csökken.

A vándorlás korrigálására szolgál a hangoló automata. Ennek lényege az, hogy egy gombnyomással gyorsan visszaállíthatjuk a mutatót középre.

### 3. Egy újabb PI-változat

Olvásóink körében a [6]-ban ismertetett PI-rendszerű kereső volt a legnépszerűbb. Aki az áramkört új alkatrészekkel változatlan formában készítette el, biztos örülhetett sikerének. Többször változtattak pl. a nyákterven, s előjöttek a kapcsolás gyenge pontjai. A vevőerősítőben alkalmazott 709-es IC igencsak gerjedékeny a közel 80 dB-es erősítés mellett. A legelképesztőbb „gubancú” deszkamodellben kiválóan üzemelő áramkör leküzdhetetlen gerjedést produkált rosszul megválasztott nyákmintázat esetén. Ugyancsak sokaknak jelentős problémát okozott a segédápként használt DC/DC-konverter elkészítése. Szinte törvényszerű volt tehát megtenni a lépéseket az



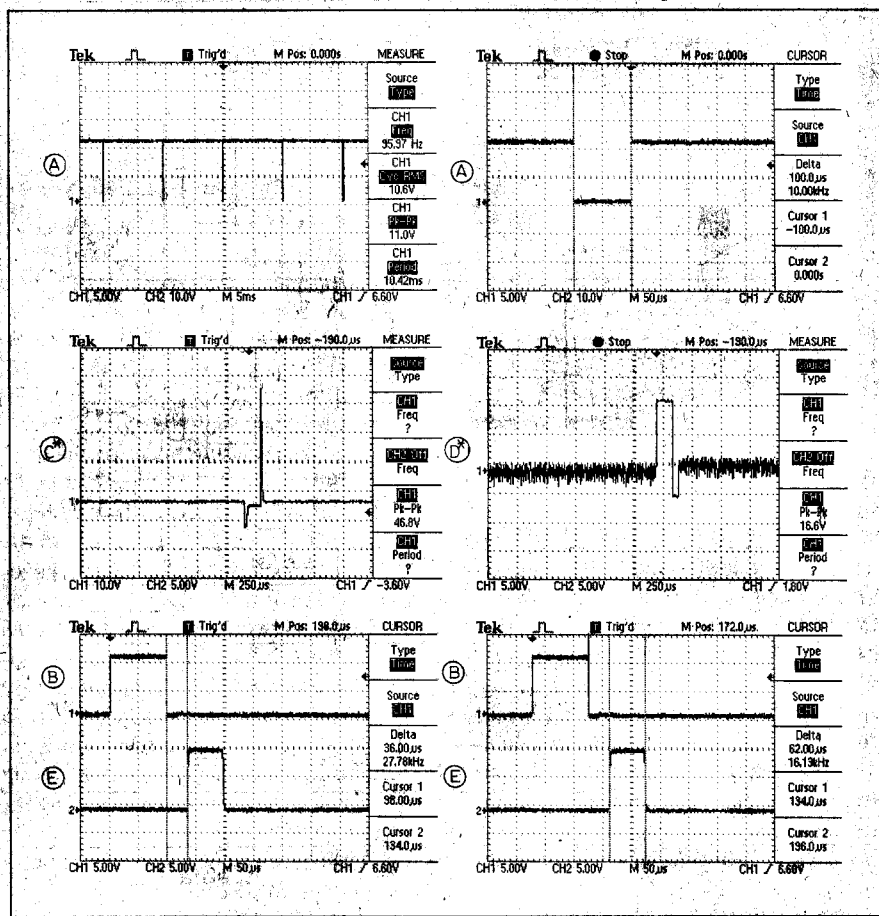
áramkör tökéletesítése felé. S ahogy ismereteink gyarapodtak erről a kategóriájának klasszikusának tekintett típusról, úgy formálódott újjá áramkörünk anélkül, hogy bonyolultsága jelentősen nőtt volna, sőt! Tekintettel arra, hogy már a rész megoldások is minőségi javulást eredményeztek, ebbe az áramköri evolúciós folyamatba tekinthet most belé az olvasó.

Elsőként a már nem túl fiatal és jegevény 709-es típust cseréltük a vevőerősítőben. Az alkalmazott LM318 gyors működésű OPA külső kompenzálást nem igényel, és slew-rate értéke tízszerese a klasszikus eszközökének. A 8. ábrán már az ezzel az erősítővel (IC<sub>3</sub>) megépített változatot látjuk. Az egyes jelölt pontokon mért jelalakokat a 9. ábrán tüntettük fel. Ugyancsak újdonságként fedezhetjük fel a tekercs nélküli DC/DC-konvertert, amelyet IC<sub>1</sub> és a kissé szokatlanak látszó egyenirányító komplexum alkot.

A bevezetőben említett áramköri változatosságot bizonyítandó, ugyanerre a feladatra a 10. ábrán láthatunk egy szintén gyakran alkalmazott megoldást. Bármelyiket is válasszuk, gondosan ügyeljünk a táprendszerek csatlósmentesítésére, mert ennek elégtelensége egy újabb gerjedési forrás lehet! (A 8. ábrán C<sub>1</sub> értéke, ill. a 10. ábrán a 100 µF + 68 µH névleges értékű alkatrészek nem lehetnek kisebbek a megadottnál.)

Végezetül sikerült egyszerűsíteni a kapuzott HF-fokozatot is, megtakarítva a nehezebben beszerezhető p-csatornás FET-et. A kapuzási érzékenység egy kicsit nőtt is ezzel a megoldással, mivel az integrátor szolgáltatja T<sub>4</sub> kollektorfeszültségét, míg bázisa állandó munkapontban van. Korszerűbb félvezetőket alkalmaztunk a kapcsoló fokozatban is. Mindezek eredményeképpen egy nyákkialakításra kevésbé érzékeny, stabil működésű keresőhöz jutottunk, amelynek teljesítményképesége megegyezett az eredeti kapcsolásával. A teljes áramköri analízis és az építési leírás a [6]-ban olvasható, az ott megfogalmazottak itt is érvényesek. Ugyanakkor most van lehetőségünk azokat a jellegzetes jelalakokat bemutatni, amelyekből való bármiféle eltérés a rendellenes működés biztos jele.

Sokat javult már áramkörünk, de még mindig van két javítható pontja, ami ha teljesül, a stabil működésen túl minőségi javulást is hozhat. A PI-rend-

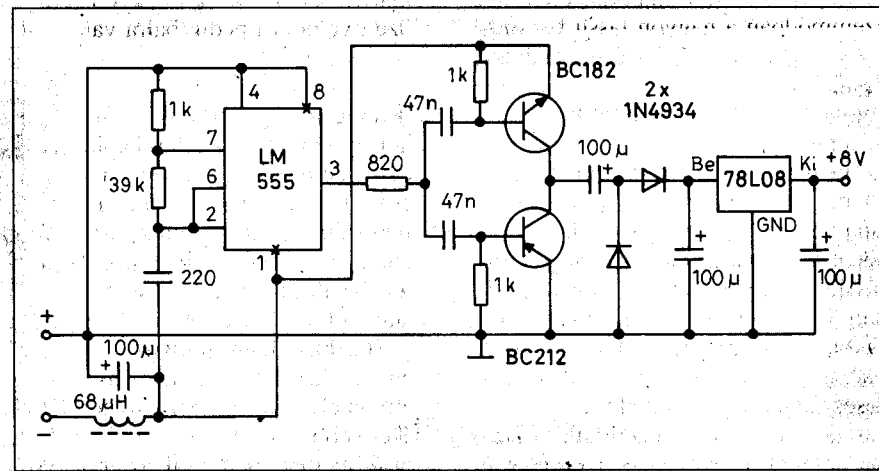


9. ábra

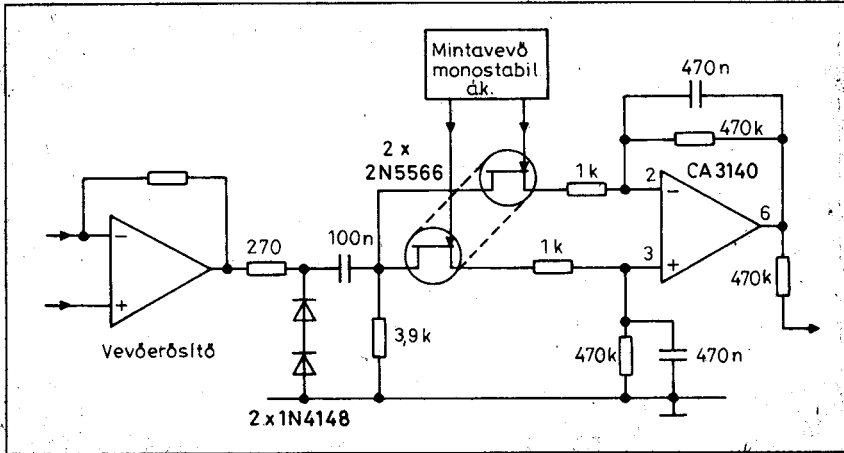
szer elvi ismertetésénél láttuk, hogy a rendszerben levő hátrányok egyik kiküszöbölési lehetősége az ún. kettős mintavétel alkalmazása, amely nemcsak a kisfrekvenciás zavarok kiszűrésére jó, hanem a diff. integrátor a stabilitást is nagymértékben javítja. Javíthatjuk tehát áramkörünket, ha a driftre hajlamos integráló fokozatunkat átala-

kítjuk. Vázlatos megoldást mutat a 11. ábra, amelyet több professzionális gyártó alkalmaz. (Az ábrán a két FET-et összekötő szaggatott vonalak az eszközök közötti jó termikus kapcsolatot jelképezik. Műszakilag jobb megoldást jelentene kettős jFET alkalmazása.)

Még újszerűbb elv az lehet, ha az integrátort egyszerűen elhagyjuk, és



10. ábra



11. ábra

másképp gondolkodunk. Ha megnézzük a 9. ábra c oszcillogramját, látjuk, hogy az impulzus nagysága kb. 40 V. Nagyobb impulzusfeszültséggel nagyobb érzékenységet érhetnénk el. Egy mikrokontrolleres konstrukció [7] „feltörésével” és alapos átdolgozásával sikerült az alapkapcsolást egyújabb evolúciós állomásra eljuttatni, s megszületett az *Equinox*, amelynek neve a létrehozására fordított időnek állít emléket.

#### 4. Az Equinox

A detektor tömbvázlatát a 12. ábrán láthatjuk. A már ismert tömbökön kívül jó néhány új funkciójú építőkövet fedezhetünk fel. Maga a rajz egy kibővített vázlat, a működés könnyebb megértése céljából. A megalkotás során a legfőbb szempont az volt, hogy az áramkör jól tagolt, részekre osztható legyen, egyrészt segítve a hibakeresést, másrészt lehetővé téve az egyes fokozatok optimálisan beállíthatóságát.

A teljesítménykapcsolót itt is egy órajel-generátor impulzusai vezérik, amelyből származtatható a mintavételi impulzus is. A teljes áramkörnek két lényeges új tulajdonsága van. Az első a driftmentes üzemmód, amelyet az IC<sub>4</sub> (ismét LM318) biztosít. „Éltes kora” ellenére nagyon gyors és nagy erősítésszerű műveleti erősítő, amely képes azonnal feléledni a nagy túlvezérlés után és erősíteni az igen kicsi jeleket túllövés, vagy gerjedés nélkül.

Az áramkör összes előnyét kihasználva, az DC-csatolású és a lehető legnagyobb erősítéssel dolgozik. Ezzel az erősítéssel a telepfeszültség- és a hőmérséklet-változások jelentős kimenőfeszültség-vándorlást eredményez-

nek, aminek eredményeképpen a kezelőszerveket állandóan állítgatni kell.

Ezzel a problémával egy újszerű áramkör foglalkozik. Ennek legfontosabb eleme az R<sub>22</sub>, C<sub>9</sub> tag, amely egy egyszerű aluláteresztő szűrő. A szűrő eltávolít minden impulzust, s osztáspontján egy sima DC-jelet ad, amely az IC<sub>4</sub> kimeneti feszültségének egyen-áramú átlaga.

Az IC<sub>3b</sub> és az IC<sub>3c</sub> analóg kaput a mintavevő impulzus vezérli oly módon, hogy IC<sub>4</sub> DC-feszültségének átlagát kivonja a közvetlen kimenetből. (Ez utóbbi tartalmazza ezt a DC-szintet de a „ráült” keresett impulzust is.) Ennek eredményeképpen a jel egyen-áramú összetevője eltűnik, és csak a számunkra lényeges impulzus jut tovább C<sub>8</sub>-on keresztül az áramkör többi részébe. Mivel a kimenet nem tartal-

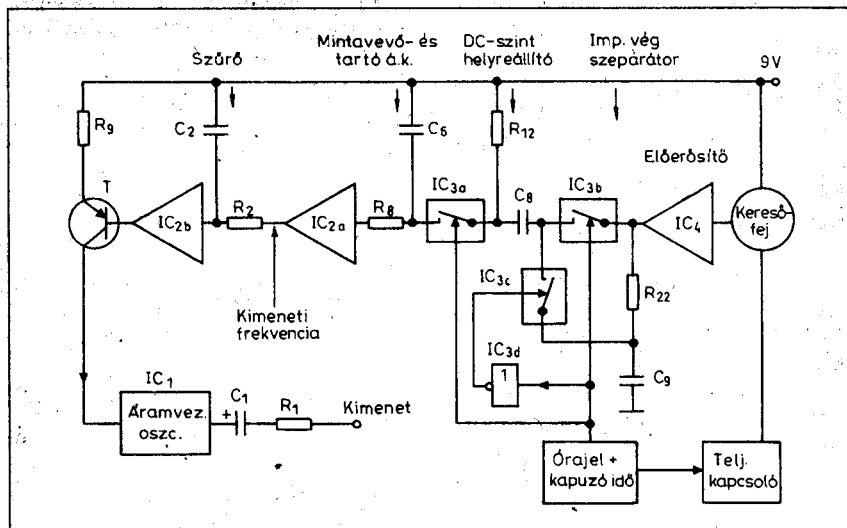
maz egyen-áramú összetevőt, aligha beszélhetünk driftől.

Másik fontos jellemzője a kapcsolásnak a mintavevő- és tartó áramkör használata, amely a kívánt impulzust detektálja. Az R<sub>12</sub> úgy állítja be a DC-szintet az IC<sub>3a</sub> bemenetén, hogy az a pozitív tápfeszültség legyen, negatívba futó impulzusokkal superponálódva. Ezeket az impulzusokat nagyságukkal arányos feszültséggé kell alakítani, hogy ezzel egy VCO-t hajtunk meg.

A hagyományos megoldás ebben a fokozatban az integrátor, gyors töltési és lassú kisütési aránnyal. Ez működik is, de mivel a kisütés viszonylag lassú, az áramkör reakcióideje korlátozott. Rádásul, mivel az integrátor feszültsége emelkedik és csökken minden impulzusperiódusban, az eredmény egyetlen hang lesz a fejhallagtóban.

A mintavevő- és tartó áramkör az IC<sub>3a</sub> analóg kapcsolót használja, amely csak a kívánt időintervallumban kapcsol be. Ekkor a C<sub>6</sub> feltöltődik az impulzus feszültségére és addig gyakorlatilag ez a feszültség van jelen rajta, amíg a kapcsoló ki van kapcsolva, azaz amíg a következő impulzusból mintát vesz. Bármely változás (növekedés, csökkenés), amely az impulzus nagyságában bekövetkezik, ciklusonként tárolódik a C<sub>6</sub>-ban a mintavételi periódus alatt.

A mintaimpulzusok alatt a C<sub>6</sub> csupán az IC<sub>2a</sub> a bemeneti ellenállásán keresztül veszíthet töltést, de ez az ellenállás gyakorlatilag végtelennek tekinthető. Ez az áramköri trükk jelenti a legnagyobb előrelépést a hagyomá-



12. ábra

nyos integrátorhoz képest, mert állandó feszültséget tart fenn az impulzusok között a lassú drift helyett. Ennek eredményeképpen a kezelő által hallott frekvencia egyenletesnek hangzik, az áramkör válasza pedig rendkívül gyors.

#### 4.1. Részletes áramköri leírás

A teljes kapcsolási rajzot a 13. ábrán láthatjuk. Első ránézésre kissé bonyolultnak tűnik, de valójában csak egy kicsivel több az elődjénél. Az áramkör működéséhez a 9 V-os telepen kívül még egy segédtápra is szükség van, miként azt az összes eddigi típusnál láttuk. Itt most a [8] irodalomban részletesen bemutatott kapcsolt kapacitású DC/DC-konvertert használjuk feszültségkétszerező beállításban. Működését aprólékosan nem elemezzük, tényköz-

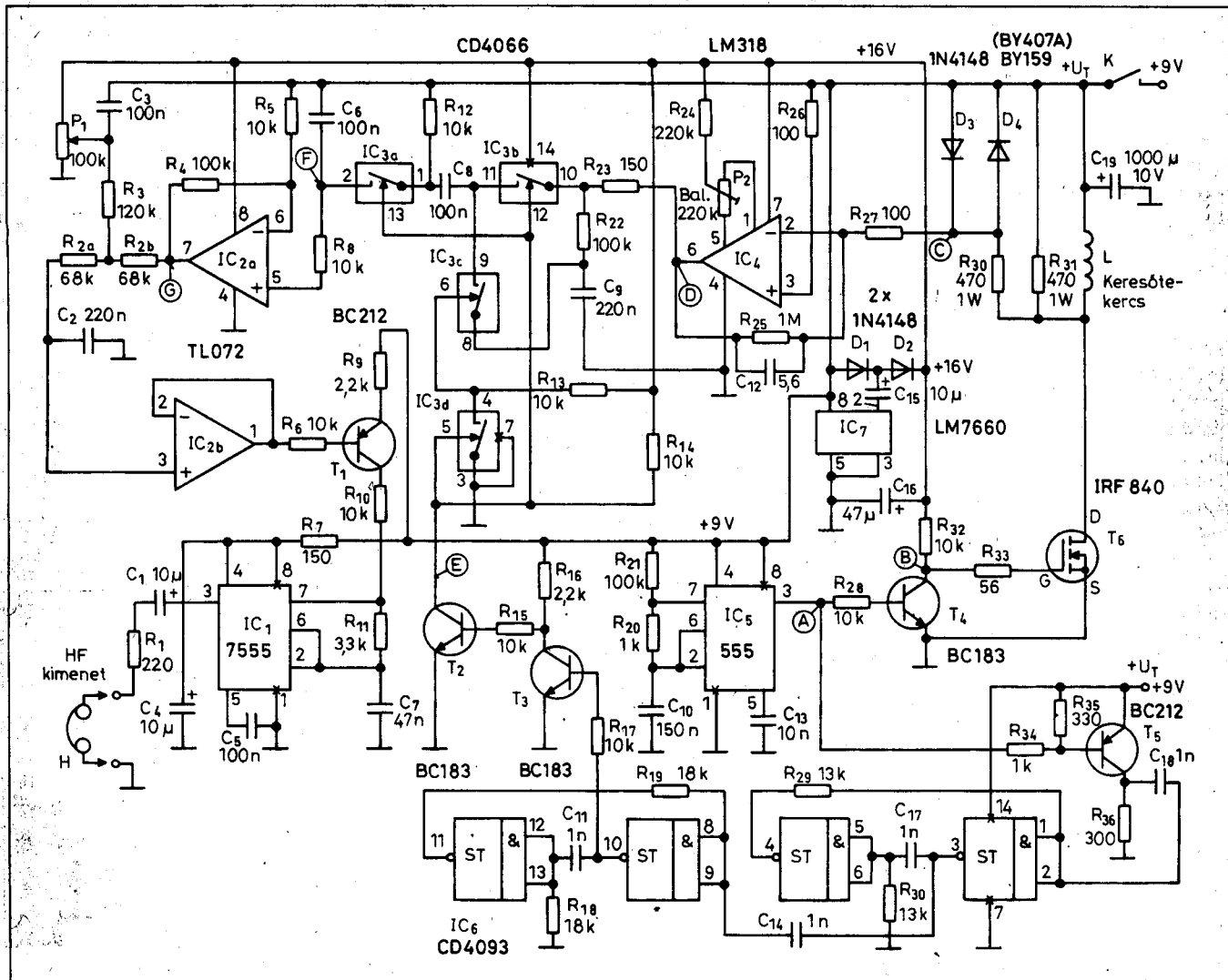
lésszerűen megállapítjuk, hogy az IC<sub>7</sub> 10 kHz-es frekvencián dolgozik, s így viszonylag kis kapacitású puffer szükséges a 10 mA-es terhelhetőségű kimenet megfelelő szűréséhez.

Az időzítő és az impulzusgenerátor feladata a kapcsolófokozat vezérlése, valamint a mintavevő impulzus előállítására. Az IC<sub>5</sub> órajel-generátor kb. 100 Hz-es impulzussorozatot állít elő, míg az IC<sub>6</sub>, Schmitt-triggeres kapukon alapuló kettős monostabil áramkör a kívánt kapuzóimpulzusok előállításáért felelős. A T<sub>2</sub> és a T<sub>4</sub> fázisfordítást végez és illeszti a generátort a 16 V-os feszültséghez. A monostabil be- és kimenőjeleinek formálását, illetve a szükséges invertálásokat a T<sub>3</sub>, ill. a T<sub>5</sub> tranzisztor végzi.

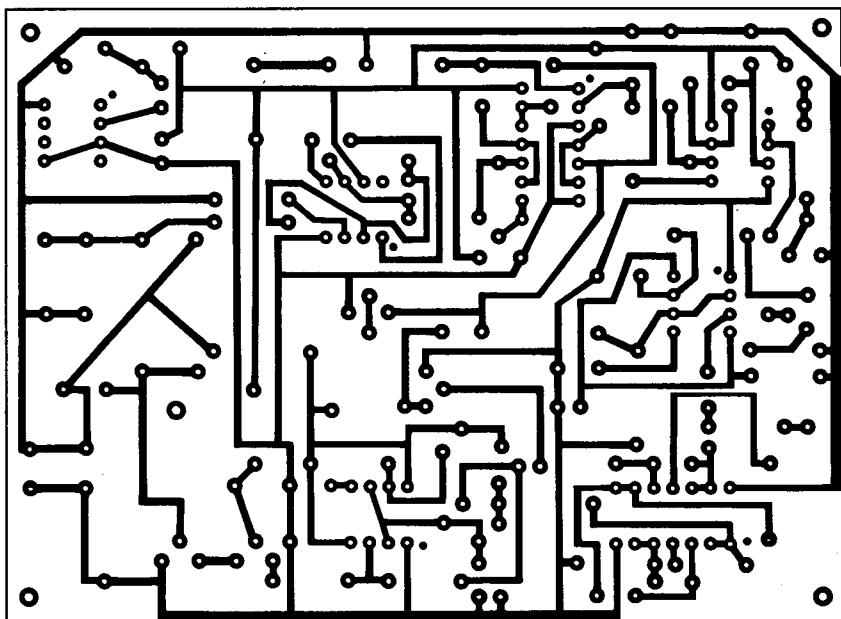
A keresőtekerca a 9 V-os telep energiáját használja. Az áramimpulzusokat a T<sub>6</sub> nagyfeszültségű MOSFET kap-

csolja a tekercsre. Ez ismét egy jelentős változtatás az alaptípushoz képest, mert ott bipoláris tranzisztort alkalmaztunk ebben a fokozatban. Mint tudjuk, az indukált feszültség nagyságát az áramváltozás sebessége határozza meg. A MOSFET bekapcsolása relatíve lassú, mivel gate-kapacitása feltöltődik az R<sub>32</sub>-n és az R<sub>33</sub>-on keresztül, de kikapcsolása rendkívül gyors, mert amikor T<sub>4</sub> bekapcsol, alacsony impedanciás utat biztosít a gate-kapacitás kisülésének. Az R<sub>33</sub> limitálja a gate-áramot, s egyben védi a T<sub>4</sub>-et a FET esetleges meghibásodásának következményeitől. Az eredmény az igen nagy di/dt érték és a kb. 500...600 V-os indukált feszültség, szemben az alaptípus kb. 40 V-os impulzusnagyságával.

A viszonylag nagy kapacitású táphidegítő C<sub>19</sub> gondoskodik az energiatárolásról, amikor a nagy impulzusáram



13. ábra



14. ábra

hirtelen „megrántja” a tápot. A  $T_6$  kikapcsolása után megjelenő nagyfeszültségű pozitív tüskét az  $R_{30}$  és az  $R_{31}$  csillapítja, a  $D_3$  és a  $D_4$  dióda pedig határolja. A diódák által határolt tekercsfeszültséget az  $IC_4$  erősíti invertáló kapcsolásban. A fokozat erősítését az  $R_{25}$ , valamint az  $R_{27} + R_{30}$  ellenállásaránya állítja be. A  $C_{12}$  kondenzátor növeli a stabilitást és a sebességet. Az IC neminvertáló bemenete az  $R_{26}$ -on keresztül a tekercs másik feléhez csatlakozik, ami természetesen egyben a pozitív tápág is. Az  $R_{26}$  csatlakozási pontja fizikai helyzetének a megválasztása igen fontos. Olyan közel kell lennie a tekercshez, hogy az  $IC_4$  a tekercsvégek közötti feszültségkülönbséget erősítse, ne pedig a pozitív tápvezetéken létrejövő nemkívánatos feszültségességet. A ofszet a  $P_2$ -vel nullázható.

Már itt felhívjuk a figyelmet ennek a bizonyos „0” szintnek az értelmezésére, ami különösen a bemérésnél lesz fontos. Mivel az IC bemenetei a telep-földhöz képest +9 V-os feszültségen vannak, és a  $P_2$ -vel természetesen ugyanezt az értéket kell majd beállítani. Ugyanakkor az IC „rendszerulajja” a +9 V, így ehhez mérne a kimenet természetesen 0, helyes ofsztbeállítás esetén.

A teljes impulzusalából a mintavevő áramkör által vezérelt  $IC_{3b}$  kapcsoló vágja ki a vizsgált részt. Az  $IC_{3d}$  a  $T_2$  jelének fázisát fordítja meg. Utób-

bi kapcsoló az  $IC_{3c}$  analóg kaput hajtja meg, amely így akkor kapcsol be, amikor az  $IC_{3b}$  kikapcsol. Az  $IC_{3c}$  kimenetén az  $IC_4$  kimeneti feszültségének egyenfeszültségű átlaga jelenik meg az  $R_{22}$ ,  $C_9$  szűrőtag után. A két analóg kapu kombinált kimenete tehát tartalmazza a vizsgálandó lecsengő impulzusrészt, valamint az átlagos DC-szintet, amihez végül lecseng az impulzus. A  $C_8$  eltávolítja a DC-szintet, de továb-

bítja az impulzust, és az  $R_{12}$  egy új egyenfeszültségű szintet visz be a rendszerbe, amely egyenlő a telepfeszültséggel. Az  $R_{12}$ -n megjelenő jel egy egyszerű negatívba futó (lefutó) impulzus, amelynek nagysága attól függ, hogy mennyi fém van jelen a tekercs közelében.

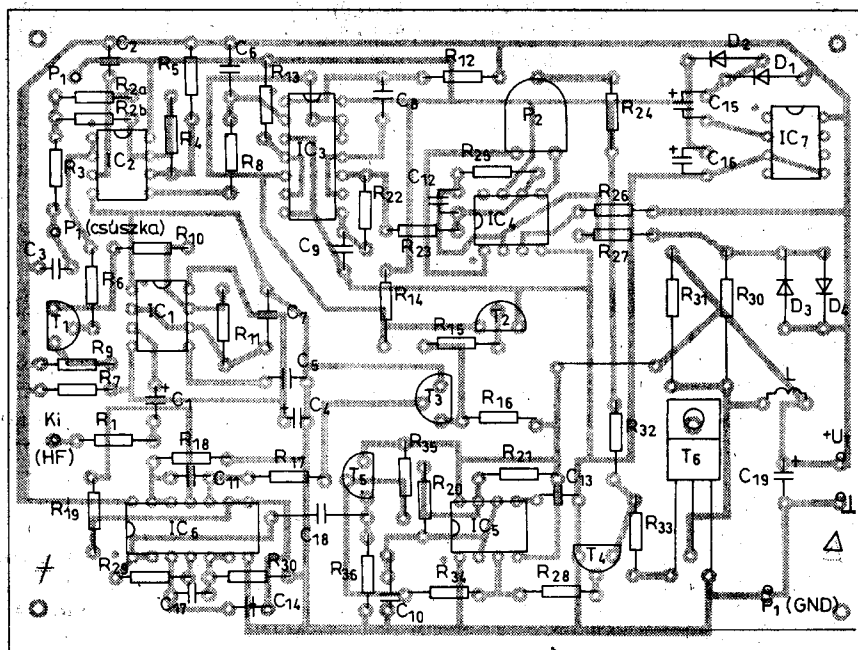
#### 4.2. Mintavevő- és tartó áramkör

Az  $IC_{3a}$  analóg kapu úgy kapcsol be, hogy csak a kívánt impulzusrész alatt van nyitva. Ez idő alatt az impulzusfeszültség tölti a  $C_6$ -ot. Amikor a kapu bezár, a  $C_6$  állandó értéken tartja feszültségét, mivel a kisülés útvonala nem zárt sem vissza a kapu felé, sem az  $IC_{2a}$  igen nagy bemeneti ellenállása felé. Az eredmény egy kellően stabil feszültség, amelyet minden egyes új impulzusszint korrigál. Ha az impulzus nem változik amplitúdóban, akkor a feszültség ugyanaz marad.

#### 4.3. DC-erősítő és VCO

A  $C_6$  feszültségét az  $IC_{2a}$  neminvertáló fokozat a tizenegyszeresére erősíti. Az OPA kimenetén az előzőeknek megfelelően negatív impulzusok vannak, ami egy negatív átlag ofsztetfeszültséget jelent.

Ezt lehet korrigálni a  $P_1$  ofsztbeállító potenciométerrel, némileg szokatlan beállításban, ugyanis nem a beme-



15. ábra



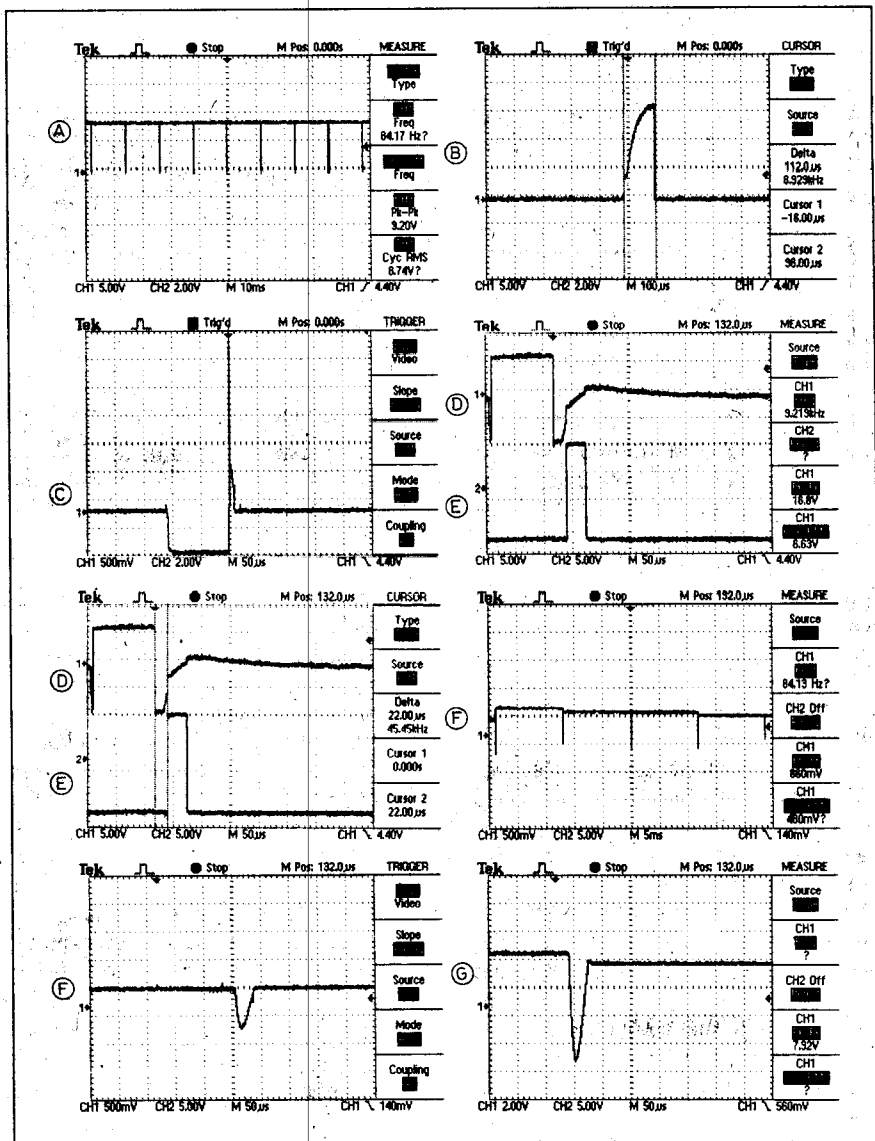
neti oldalon avatkozunk be. Ez a potenciometer egyúttal az érzékenységszabályozó kezelőszerv is.

Az IC<sub>2a</sub> felerősített jelét az R<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> tag szűri, majd a most már tiszta DC-szint az IC<sub>2b</sub>, egységnyi erősítésű buffererősítőbe jut. Ennek kimenete a T<sub>1</sub> áramgenerátort vezérli. Az áramgenerátor határozza meg a C<sub>7</sub> töltőáramát, ezen keresztül pedig az IC<sub>1</sub>-en alapuló oszcillátor frekvenciáját. Az alacsony fogyasztású 7555-ös tehát feszültséghangolt oszcillátorként (VCO-ként) üzemel, amelynek kimenete az R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> tagon keresztül több, mint elegendő hangerőt biztosít az ide csatlakoztatott fejhallgatókn. Az R<sub>7</sub>, C<sub>4</sub> tag hidegíti a VCO tápágát, biztosítva a kimeneti jel tisztaságát és meggátolja, hogy az oszcillátor interferenciát létesítsen az áramkör többi részével.

#### 4.4. Elkészítés, bemérés

A keresőfej kialakításával kapcsolatban ismét csak a [6]-ra kell hivatkoznunk, ahol részletesen leírtuk az elkészítést. A bevált konstrukción ezúttal nem változtattunk. A mostani fej 200 mm átmérőjű, a menetszáma: n = 25, Ø0,65 – Ø0,7 CuZZ huzalból. Megjegyezzük, hogy egy esetleg meglévő alaptípus fejét változtatás nélkül használhatjuk ehhez a kapcsoláshoz is. A fej kábelezéséhez a többletkapacitás elkerülése érdekében nem használjunk árnyékolt kábelt!

Az áramkör nyomtatási rajzát a 14. ábra, az alkatrészek beültetését a 15. ábra mutatja. Mielőtt a tekercset csatlakoztatnánk az áramkörhöz, igen hasznos lehet néhány ellenőrzést elvégezni rajta (hidegforgasztások, nem helyesen beültetett alkatrészek, ónhidak stb.). Az IC-k számára beültethetünk



16. ábra

foglalatot. Különösen a mintavevő kapuzó áramköri részekbe ültessünk be jó minőségű alkatrészeket! Általánosan

elmondhatnánk az áramkörrel, hogy ha az gondosan készült el, akkor elsősorban működik és beméréséhez műszer sem



#### BEMUTATÓTEREM:

2225 Üllő, Pesti út 69.  
Telefon: 06-29/320-071  
Tel./Fax: 06-29/320-688  
Fax: 06-29/322-225

<http://www.reflexsound.hu>  
e-mail: [reflex@reflexsound.hu](mailto:reflex@reflexsound.hu)

Nyitva: hétfőtől–péntekig 7–17<sup>h</sup>-ig

## Minden, ami a sikerhez kell!

- Fix és mobil, bonyolult, nagyterek hangrendszereinek tervezése, kivitelezése, bemérése
- Hangsugárzók gyártása, forgalmazása,
- Hangszórók gyártása, forgalmazása,
- Kiegészítő egységek (hangprocesszorok, crossoverek stb.) gyártása, forgalmazása,
- 100 V-os információközlő rendszerek tervezése kivitelezése,
- Hangrendszerek bérbeadása,
- Rendezvények hangosítása



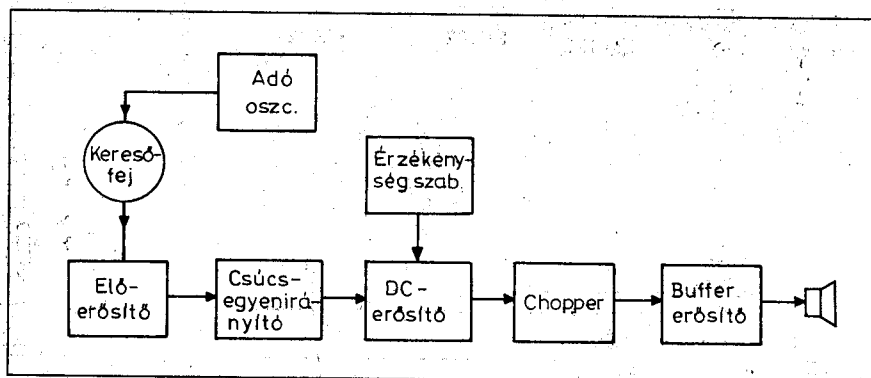
kell, csupán  $P_2$  állítása a gondunk. Jól lehet ez elvileg is így van, sajnos, a legkisebb rendellenesség javíthatatlaná teszi keresőnk, ha nincs oszcilloszkópunk és multiméterünk. Nem véletlen tehát, hogy itt mutatunk be nagyszámú oszcillogramot az áramkör különböző pontjaihoz (16. ábra). Egyedül a  $T_6$  kimeneti pontjának jelalakját nem vetjük fel, mert a nyomtatásra alkalmas digitális szkópunk ezt a relatíve magas feszültséget nem tudja feldolgozni közvetlenül. (Hagyományos, katódsugárcsőves szkóppal 500...600 V mérhető.)

Még jól működő áramkör esetében is érdemes fokozatról fokozatra haladva megnézni a jelalakokat. Különösen felhívni a figyelmet a  $-$  kapcsolás lényegét eldöntő  $-D$  és  $E$  jelalak egymáshoz viszonyított helyzetére. Amennyiben nem pontosan az ábrának megfelelő helyzetet látjuk, akkor csak látszólag jó a műszerünk; érzékenysége akár a harmada is lehet az elfogadhatóknak!

Külön felvettünk ugyanezen görbéket, markerjelekkel ellátva, amelyekről leolvashatjuk, hogy a kapuzás a  $T_6$  kikapcsolása után 22  $\mu$ s-mal kezdődik. Ezt 35  $\mu$ s-ra növelve, jelentősen romlik érzékenység. Ebből a szempontból hagyományos integrátorral működő PI-kereső sokkal rugalmasabb, de most más utat választottunk. A javasolt bemérési eljárás tehát a következő:

- a keresőfejet helyezük egy kartondobozra, legalább 0,5 m távolságra minden fémtől. (Ebből következik, hogy a doboz is legalább 50 cm magasan legyen);
- a  $P_1$  és a  $P_2$  potenciométert állítjuk középső helyzetbe;
- feszültségre kapcsolva (legjobb áramkorlátozott tápegységre) műszerünket ellenőrizzük az egyes fokozatok oszcillogramjait. Amennyiben csak multiméterünk van, akkor a  $D$  ponton +0,5 V körüli értéket állítsunk be  $P_2$ -vel! Az eljárás azért becsapós, mert ez beállítható erősen gerjedő áramkör esetén is.

Ha a  $G$  ponton  $-1,5$  V körüli értéket mérünk, akkor nagy valószínűséggel jó az áramkörünk. Ismét hangsúlyozzuk a jeltisztaságot! PI. „életveszélyes” csökkenteni a  $C_{19}$  értékét. Fémfelületet közelítve a fejhez, a  $D$  ponton igen látványos a változás, míg ha csak multiméterrel mérünk, akkor a  $G$  pont feszültsége  $-6...-7$  V lesz. Ha ezek után fej-



17. ábra

hallgatót csatlakoztatunk a kimeneti pontra, akkor  $P_1$  segítségével beállítható az elhalkuló kattogó hang (ilyenkor semlegesítjük a kb.  $-1,5$  V-os ofszetet), s ekkor a legérzékenyebb a keresőnk.

Bármely rendellenesség esetén a szokásos hibakeresési módszert követjük: a tápfeszültségek ellenőrzése, jelalakok vizsgálata fokozatról fokozatra, gerjedés lokalizálása stb. A tapasztalatokról elmondhatjuk, hogy a kísérletezés fázisait is beleértve a műszer háromszor készült el, s mindhárom példány egyformán viselkedett. Ugyancsak kísérleti jelleggel kidolgoztuk a kvarcoszcillátoros változatát is, ami újabb két IC beépítést jelentette volna. Most ezt nem részletezzük, mert nincs még meg a kellő tapasztalat arról, hogy a stabilitás jelentősen különbözne a most bemutatott típustól.

Meglehetősen nagy teret szenteltünk (talán nem véletlenül!) az IB-rendszerű készülékek ismertetésének, mindjárt az elején leszögezve azt, hogy ha az elviben rejülő minden lehetőségét kihasználjuk, akkor meglehetősen bonyolult keresőt kell készítenünk. Hogy ne mindjárt a „sűrűjébe” vezessük az olvasót, bemutatunk egy alapkiépítésű készüléket, amelynek a szolgáltatásai nem nyújtják a maximumot, de ha ez nem is igény, akkor minősítése kiválónak mondható.

## 5. Viking

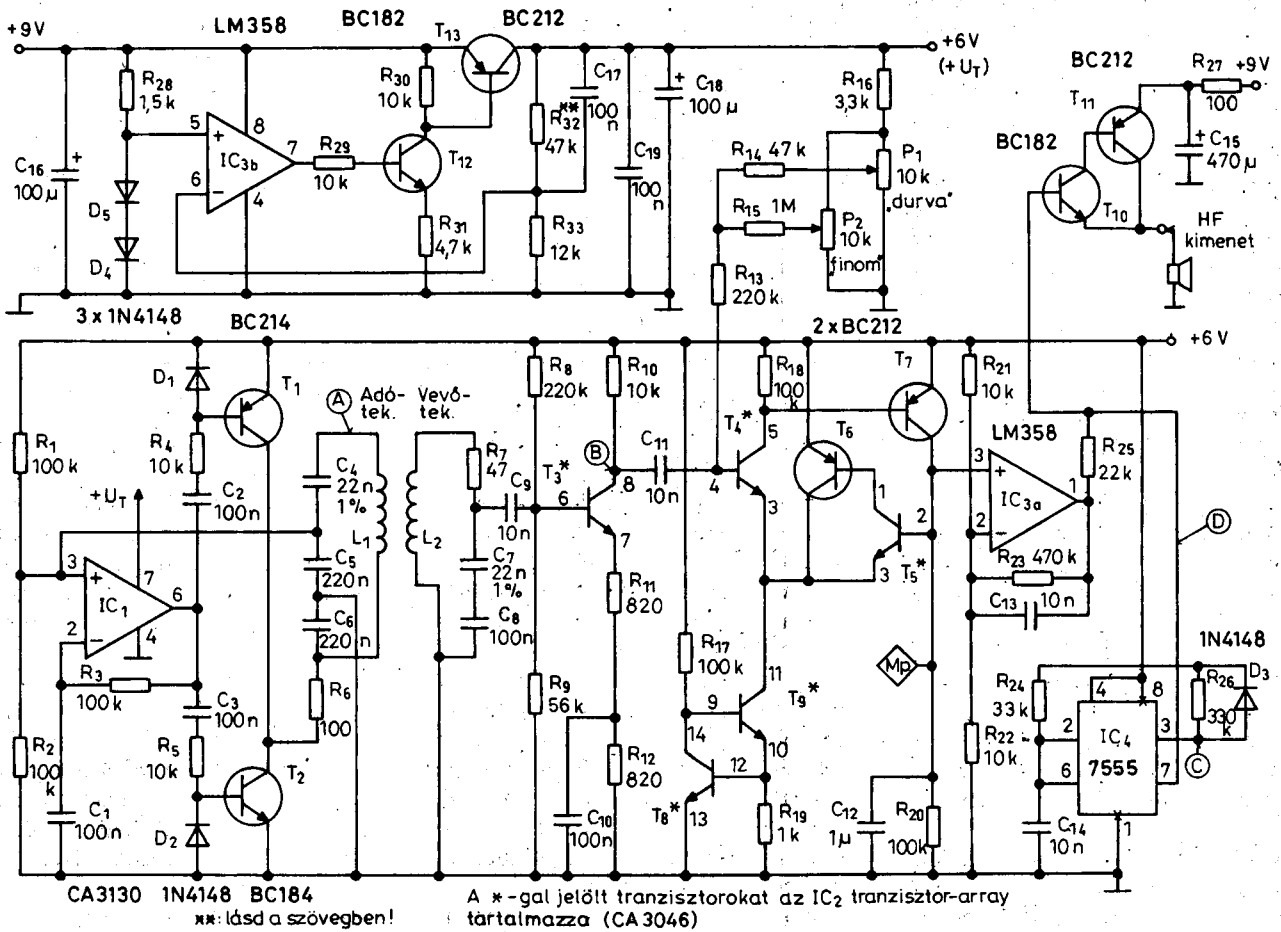
A Viking fantázianevű kereső tömbvázlatát a 17. ábra mutatja. A keresőfej kéttekercses, amelyek közül az egyik az adótekercs ( $L_1$ ); ezt az adóoszcillátor hajtja meg. A vevőtekercset ( $L_2$ ) úgy helyeztük el, hogy az részben átlapolja  $L_1$ -et. Az átlapolás mértékének változtatásával található egy olyan pont, ahol a vevőtekercsben indukált feszültség 0 lesz, vagy olyan kicsire

semlegesítik egymást, hogy fémmentes állapotban nem kapunk észlelhető elektromos jelet a kimeneten. Ha fém tárgy kerül a fejhez, az a beállított egyensúlyt (Inductive Balance) felborítja, és a készülék jelet ad a hangszóróban. Az egyszerű IB-áramkörben fém jelenlétekor mérhető jelamplitúdó növekedés a hasznos jel. A további fokozatok: erősítők, pontos csúcsérték-detektor, további erősítők a HF-kimenetig. Egy állítható DC-szabályozó segítségével beállítható a kezdőhang küszöbértéke, azaz az érzékenység. Rádiótechnikai hasonlattal élve, ez egy „egyenest vevő”, amelynek a kapcsolási rajzát a 18. ábrán láthatjuk.

### 5.1. Részletes áramköri leírás

Az oszcillátor, amelyet az  $IC_1$  és a  $T_1$ ,  $T_2$  alkot, egy kicsit furcsának, komplikáltnak tűnhet. Ez a sajátos kapcsolás nemcsak az áramköri változatosság miatt, de igen jó tulajdonságai okán kerül alkalmazásra. Ugyanis a működési feladatában az esetben egy elfogadható adóteljesítmény közepes telepfogyasztás mellett, valamint megfelelő hőfokstabilitás, erősen változó hőmérsékletviszonyok között is. A telítésbe vezérelt tranzisztorok szolgáltatják a teljesítményt, gondoskodván a közel táptól tápig terjedő amplitúdójú négyszögjelről. Az  $R_6$  állítja be a tekercsre adott teljesítményt. Az impedanciaillesztés a rezonáns tekercshez az áramkör kapacitív megcsapolással oldja meg a tekercsleágazás helyett, ami egyszerűbb tekercskonstrukcióhoz vezet. A visszacsatolás révén a tekercsben 20 V<sub>cs-cs</sub> körüli, szinte tökéletes szinuszos jelalak mérhető.

Tovább haladva, a vevőrész egy, az adóval azonos frekvenciára hangolt körrel kezdődik. Első látásra úgy tűnhet, hogy ha a tekercs  $Q$  jósági ténye-



18. ábra

zője nagy lenne, akkor növekedhetne a vevő érzékenysége és javulhatna a jel-zaj viszonya, de a gyakorlatban igen bonyolult a két áramkört pontosan hangolni. Éppen ezért az  $L_2$  tekercset az  $R_7$  egy kissé csillapítja, növelve annak sávszélességét. Az ebből származó amplitúdóesést a  $T_3$  erősítése kompenzálja.

Az áramkörnek ezután a felerősített jelet egy csúcsertékképzővel detektálnia kell. A csúcsertékképző kimenőjele DC-szint. A feladatot megoldhatnánk egy egyszerű diódás detektorral is, de a dióda hőfokfüggése állandó, bosszantó driftet okozna. Speciális csúcseyenirányítónk magyarázó rajzát a 19. ábrán láthatjuk.

A  $T_1$  tranzisztor bázisán levő maximális feszültség egyrészt a referencia-feszültségből, másrészt a bemeneti jel pozitív csúcsertékből tevődik össze. Ha ez a feszültség meghaladja a  $T_2$  bázisán levő feszültséget, akkor a  $T_1$  bázisát a  $T_2$  bázisára kapcsolja, amely ekkor megnöveli a  $C_2$  feszült-

ségét addig, míg az a bemenet csúcsertékkével nem lesz egyenlő. Feltéve, hogy a  $T_1$  és a  $T_2$  azonos típusú és jó termikus kapcsolatban vannak egymással, a bázis-emitter kivezetések hőfokfüggő hatásai nem jelentkeznek a kimeneten. A közös emitterek áramtáplálásuk, amelyet a vázlaton az  $R_2$  ellenállás biztosít. Mint látni fogjuk, a tényleges áramkörben ezen a helyen egy tranzisztoros áramgenerátor szerepel.

### 5.2. A tranzisztormező (array)

A teljes áramkörben az összes npn tranzisztort, ami ebben a fokozatban van, egyetlen csipen integrált tranzisztorendezés, a CA3046 tok adja. Ebben a tokban a  $T_4$  és a  $T_5$  közösített emitterű, így ideális a fent részletezett felhasználásra. Ezen kívül még van három különálló tranzisztor is a csipen. Ezek közül kettő (a 18. ábrán a  $T_8$  és a  $T_9$ ) a differenciálerősítő áramgenerátorát adja, míg a harmadik erősítőfokozat-

ként funkcionál ( $T_3$ ). A  $T_5$  a  $T_6$ -tal komplementer Darlington-párt alkot.

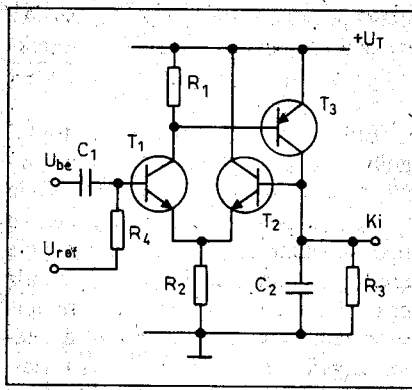
A bemeneten a  $C_{11}$ -en keresztül érkeznek a jelek, a beállítható referencia a  $P_1$  és a  $P_2$  potenciométerrel szabályozható, a kimenet feszültsége pedig a  $C_{12}$ -ről vehető le. Az elérhető stabilitás ezzel a kétségtelenül komplex elrendezéssel kimagaslónak bizonyult, lehetővé téve a detektor számára azt, hogy teljesítményben felülmúlja ennek a típusnak bármely – általunk ismert – más kapcsolását.

Az áramkör maradék része már nem ilyen komplikált.  $IC_{3a}$  gondoskodik a DC-erősítésről. A kimenete kezdetben 0 közeli értékre állítható (a  $P_1$ -gyel és a  $P_2$ -vel), és erős jelnél (közelifém) közel 6 V-ra emelkedik. Csak az szükséges ezek után, hogy ezt a jelet megszagassuk és buffereljük, hogy az hangszóróra vezetve hallható legyen. A szagatást az LM7555 típusú  $IC_4$  végzi, astabil üzemmódban.

Egy kicsi ravaszság itt is van a kapcsolásban. Az  $IC_7$  lába egy belső FET

drainje, amely FET általában az időzítő kondenzátort sűti ki. (Ez a FET kapcsol be, amikor a kimenet – a 3. láb – alacsony szintű.) Itt most arra használjuk, hogy  $R_{25}$  feszültségét lehúzza.

Így keskeny impulzusokból álló impulzussorozatot kapunk, ami azért előnyös, mert a kis hangszórók ilyenekkel meghajtva szólnak a leghangosabban. (Megjegyezzük, hogy minden további típusnál ezt az elvet használjuk.) A hangszóró meghajtóteljesítményét a  $T_{10}$ - $T_{11}$  komplementer Darlington-pár szolgáltatja.

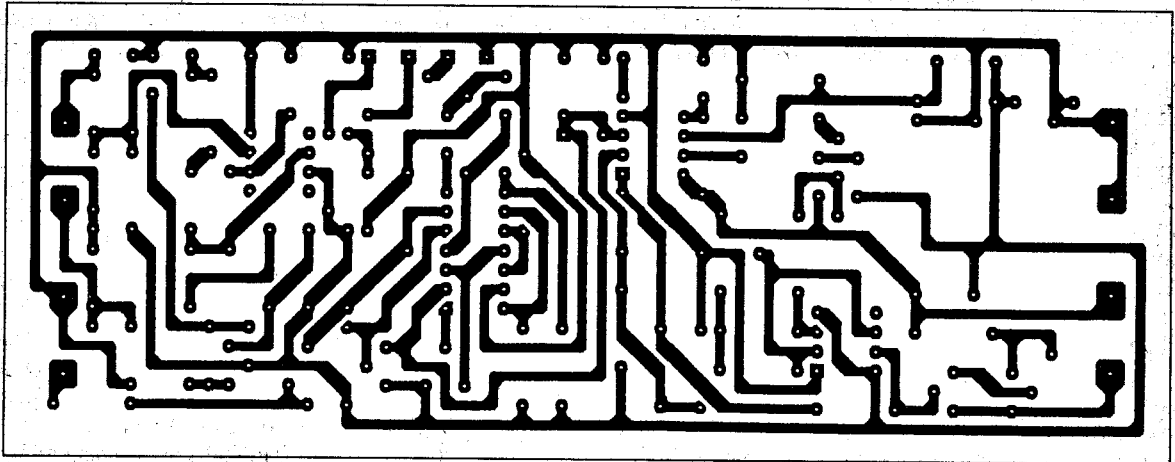


19. ábra

szabályozza saját kimenetét, hogy annak feszültsége 6 V-ra áll be. A stabilizátor dropja 0,1 V alatt van!

### 5.3. Elkészítés, bemérés

Egy egyszerű felépítésű IB-keresőt ígértünk, ami talán teljesült is, de nem jelenti azt, hogy az elv megvalósításánál nem kell szembenéznünk sajátos építési problémákkal. Így az alábbiakban részletezett kivitelezési eljárás sikerén múlik készülékünk használhatósága. Legnagyobb újdonság az előző típusokhoz képest a keresőfej belseje.

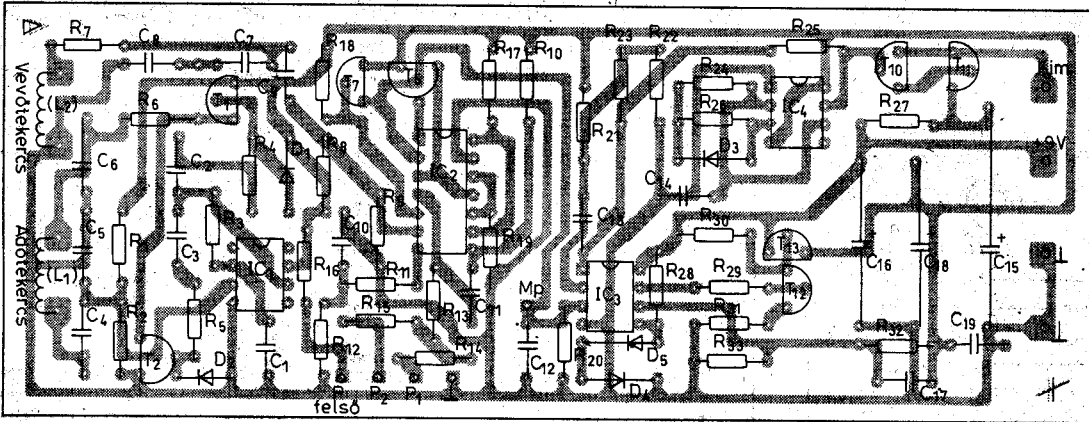


20. ábra

Az előbb említett jó stabilitáshoz a jól szabályozott tápegység is szükséges. A teljes feszültségünk 9 V-nál kezdődik, de idővel 7 V alá esik. A legtöbb integrált feszültségszabályozó legalább 2 V-tal nagyobb feszültséget kíván meg a bemenetén, mint a kimeneti stabilizált szint (azaz ekkora a dropja), ez pedig már nem engedhető meg teljes üzemenél.

A számos elemből felépített átteresztő stabilizátor kapcsolás 1,2 V-os referenciát használ. Mivel egy ún. „Band-gap referencia” eléggé nehezen beszerezhető és drága, két db szilíciumdióval ( $D_4$ ,  $D_5$ ) oldottuk meg a kérdést. Az  $IC_{3b}$  összehasonlítja a kimeneti feszültség  $R_{32}$  és  $R_{33}$  által leosztott hányadát a neminvertáló bemenetén jelen levő referenciaszinttel, és úgy

A kettekerceses elrendezések közül most az ún. D-D megoldást választottuk. Az elkészítés menete a [6]-ban leírtaknak megfelelően történjen (ott  $\Omega$  fejet használtunk), illetve a már DX-1000-nél leírt eljárást kövessük egészen a tekercesek pólyázásáig. A kiindulási alap most is egy kb. 200 mm átmérőjű műanyag tálca (vagy tányér), amelynek belsejébe 3–4 mm vastagsá-



21. ábra

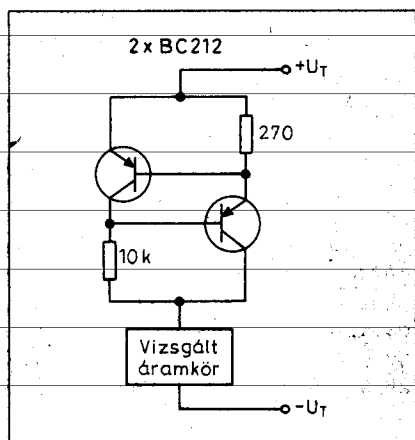


gú réteglémez-korongot ragasztotunk. Erre fektetjük (és majd ragasztjuk) a D alakúra meghajlított tekercset (részletes bemutatás az [6]-ban). Anyagától függően csiszolóvászonnal érdesítsük fel a tányér belsejét! Ugyancsak előre csavarozzuk fel a két műanyag konzolt, amihez majd a nyelet rögzítjük! A tekercselési átmérő 150 mm a 200 mm-es belső átmérőjű tányérhoz, vagy 110 mm a 170...180 mm belső átmérőjű tányérhoz. A menetszám mindkét esetben  $n = 100, \varnothing 0,4$  CuZZ huzalból. A lakkozás miatt is merevvé vált „D betű” formájú tekercset egyelőre ne ragasszuk a tálcába!

Az elektronika egyszerű vonalvezetési nyáktervét a 20. ábrán, a beültetési rajzát a 21. ábrán láthatjuk. A kapcsolás alkatrészei nem kritikusak, egyedül a  $C_4$  és a  $C_7$  értékének kell 1%-os tűrésűnek lennie (leginkább egymáshoz képest, azaz párba kell válogatni). A nyáklap könnyű megrajzolatóságának érdekében a  $T_2$  és a  $T_6$  tranzistor rásztermetét egy kicsit „torzítottuk”. Az IC-khez használhatunk foglalatokat is. Az összes kivezetési pontba, valamint az  $Mp$  mérőpontba forrassunk 1–1 tűskét! (Modul-tévévevőkől termelhetjük ki).

Az oszcillátorfokozatban jó minőségű WIMA vagy MKT kondenzátorokat használjunk! A kritikusabb méreteknél a nyákon három furathelyet is hagyunk néhány kondenzátornál, hogy eltérő méretű példányok is beforraszthatók legyenek.

A gondos beültetés után kezdődhet a bemérés. A kész áramkörünket áramhatárolós tápegységre kapcsoljuk. Amennyiben nincs ilyen, hanem egyből a 9 V-os telepet vesszük igénybe, segít a 22. ábrán látható, akár légsze-



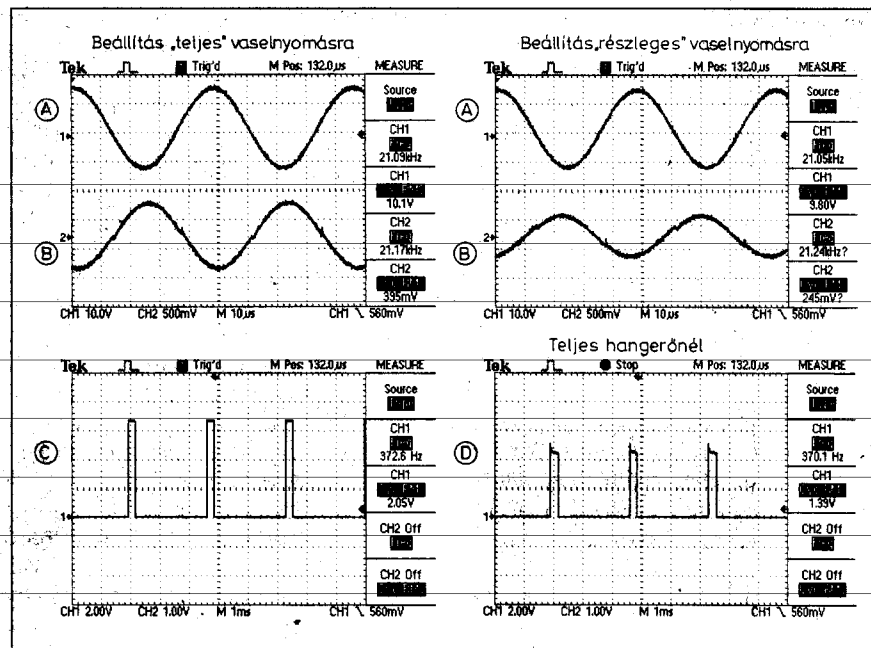
22. ábra

relésű áramgenerátor alkalmazása. Az egyszerű kapcsolás a megadott értékkel – rendellenesség esetén – az áramot 25 mA-re redukálja.

Először az  $IC_3$ -at helyezzük foglalatába, s tápra kapcsolás után ellenőrizzük a +6 V meglétét! A  $D_4, D_5$  dióda nyitófeszültség-szórása esetén  $R_{32}$ -n módosíthatunk a szükséges mértékben, úgy, hogy a kimeneti feszültség 6...6,5 V legyen! Ezután  $IC_2$  kerül a helyére (természetesen minden változtatásnál a tápot vegyük le a kártyáról). Az  $Mp$  pontra lépünk multiméterrel, és ellenőrizzük, hogy annak feszültsége 0...4 V-ig szabályozható-e a  $P_1$  állítgatásával!

Ha mindent rendben találunk, akkor csatlakoztassuk a hangszórót és  $IC_4$ -et, majd újra kapcsoljuk be az áramkört, ezúttal az áramlimiter nélkül! A  $P_1$  állítgatásával a hangnak ki-be kell kapcsolódnia, hangzása a professzionális keresőkével egyező kell, hogy legyen. Mindkét potmétert szabályozva állítsuk be az éppen hallható hangot! Ekkor, ha ujjunkkal megérintjük  $L_2$  tekercs bemeneti pontját, a hang erőnek jelentősen növekednie kell.

A további lépésekhez szükséges az adótekercs, valamint az  $IC_1$  is. Jól működő fokozat esetén az A oszcillogramon (23. ábra) látható, kb. 20 kHz frekvenciájú, 28 V<sub>cs-cs</sub> körüli szinuszos jelet kell észlelnünk. Gyakorlatilag ekkor az áramkör működőképes, s következik a fejbeállítás, ami a munkánk legkritikusabb része.

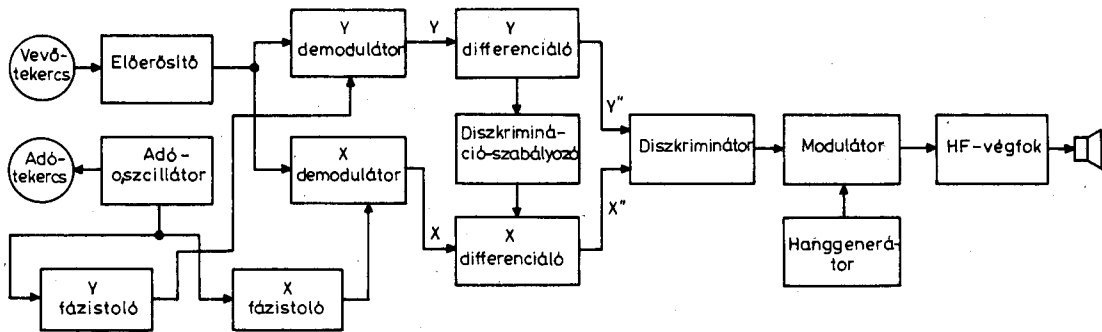


23. ábra

Helyezzük a két „D” tekercset a falappal „bélelt” tányérba, a széléhez igazítva! Az adótekercset fixen beragaszthatjuk, hogy az ne mozogjon már a beállításnál. Ugyanez igaz a kábelkivezetésre is, amely erenként árnyékolts kábel. A vevőtekercset némi átlapolással helyezzük az adótekercsre, és az egész fejet kössük az elektronikára!

Oscilloszkóppal csatlakozunk  $T_3$  kollektorára, multiméterrel pedig az  $Mp$  mérőpontra. A fejet helyezzük fémentes környezetbe! Bekapcsolás után az érzékenységet a két potenciométerrel teljesen szabályozzuk le! Nagy valószínűséggel a  $T_3$  kollektorán látunk jelet és a multiméter akár néhány voltot is mér. A vevőtekercset ekkor óvatosan mozgassuk és figyeljük a szkópot. Található lesz egy olyan helyzet, amikor a feszültség hirtelen leesik, akár nullára is. Ez már közel van a végső pozícióhoz. Korábban említettük, hogy az ilyen típusú IB-készülékek jobban működnek némi ofszettel. A vevőtekercset úgy mozgassuk el, hogy a multiméter kb. 0,5 V-ot mutasson. Ebben a pozícióban egy pár ponton gyorsragasztóval rögzíthetjük azt úgy, hogy hagyjunk magunknak némi „mozgásteret”. Tudniillik még most is nagyot tévedhetünk!

Tisztáznunk kell magunkban ugyanis, hogy mi a szándékunk: vaselnymás, vagy színesfém-elnymás. És már nem mindegy, hogy ezt a feszültségminimumot az adójelhez képest milyen fázishelyzetben produkálja a ve-



24. ábra

vőerősítő. Ha csak próbálgatásra hagyatkozunk, az eredmény hosszadalmas és kétséges lesz. Korrekt módon kétsugaras szkóppal állíthatjuk be a szándékunknak megfelelő üzemet. A kinyomtatott oszcillogram a színes-fém-üzemmód helyes fázisbeállítását mutatja, de még ezen belül is beállítható – az ofszet változtatásával – teljes, vagy részleges vaselnyomásra. Ha nem vigyázunk, akkor a jel könnyen fázist vált ugyanolyan ofszet mellett, s a hatás éppen ellenkező lesz!

Amennyiben sikerült a tekercset végleges pozícióba mozgatnunk, ragasszuk is meg, majd utána a végső kiöntés előtt próbáljuk ki a működését! Ehhez a  $P_1$  és a  $P_2$  kezelőszervet állítjuk az érzékenység határára, ami akkor áll elő, ha a hangszóróban elnémuló hangot hallunk. A dokumentált beállítás mellett egy régi húszfillérest 10 cm-ről, fém üdítő dobozt 25 cm-ről már jelzett, míg egy acetilsípofogót 2 cm-ről sem. Természetesen kipróbáltuk az ellenkezőjét is. A további mechanikai munkákra vonatkozólag megint a [6]-ra kell utalnunk, ahol részletesen taglaltuk pl. mire is jó az epokitt és a fűrészpor keveréke, vagy hogyan nézzen ki az elektronika doboza. Bár úgy gondoljuk, hogy aki idáig már eljutott a detektor építési fázisaiban, ez utóbbi munkálatok már nem okozhatnak gondot.

Említettük, hogy ha az IB-elv minél több tulajdonságát szeretnénk kihasználni, meglehetősen bonyolult elektronikát és fejet kell készítenünk. S máris eljutottunk az amatőr építés határaihoz, amikor bemutatjuk az MD-1 nevű fél-professionális fémkeresőt.

## 6. Az MD-1

Ez a fémkereső TR (adó-vevő) rendszerű, a VLF (nagyon alacsony frek-

venciájú) technológiát és az IB (induktív híd) megoldást alkalmazza, vagyis a gyári műszereknél alkalmazott leggyakoribb működési elvű és az ezeknél szokásos, azaz a gyakorlati felhasználhatóságot szem előtt tartó konstrukciós megoldásokon alapul. Megfelelően igényes megépítés esetén tudása a komolyabb márkák régebbi, de még gyártott típusainak felel meg, amatőr körülmények között pedig igen jónak mondható. A konstrukció nagy előnye, hogy viszonylag igénytelen, házilag megépíthető fejjel is jó teljesítményre képes.

Az ilyen fémkeresőket az „automata hangolás”, „kapcsold be és menj!” (turn-on-and-go), csendes működés, automata talajkiszűrés (automatic ground rejection), szemétkiszűrés (trash rejection) tulajdonságokkal szokták reklámozni.

Működését a 24. ábra tömbvázlata alapján tárgyaljuk. Az adófokozat az adótekercesben szinuszos áramot gerjeszt. A kiegyensúlyozottan elhelyezkedő vevőtekercesben indukálódik a fémtárgyak által keltett válaszjel. Ezt a kiszajú előerősítő erősíti. A felerősített jel a két fázisdemodulátorra kerül. Ezek két csatornára bontva egyenirányítják a jelet. Az Y csatorna a fémek érzékelésére, az X csatorna a fémtárgy ferromágnességének megállapítására szolgál. A két demodulátor vezérlőjelét az adóoszcillátorból kicsatolt jelből állítjuk elő.

A két demodulált jelet egy-egy kettős differenciáló/erősítő/szűrő áramkör dolgozza fel, miközben az X csatorna jelébe a kezelő által változtatható arányban belekeveredik a Y csatornára, így a fémválasztás erőssége állítható. Ezután a diszkriminátor hasonlítja össze a két jelet. A diszkriminátor kimenőjele vezérli a modulátort, amely a

hanggenerátort kapcsolja össze a hangszóróval, ill. fejhallgatóval.

A tényleges áramkör a 25. ábrán látható. Az adóoszcillátor az adótekercesből és a  $C_1$ ,  $C_{13}$  kondenzátorból álló rezgőkörre épül, amelyet a  $T_1$  hajt meg. A berezgshez szükséges fázisfordítást külön tranzisztor, a  $T_2$  végzi, így a rezgőkört nem kell megosztani (Buttler-oszcillátor). A rezonanciafrekvencia a szokásosnál sokkal alacsonyabb, 5,1...5,5 kHz, ennek köszönhetően a vas és a nemvas fémtárgyak jobban elkülöníthetők egymástól.

A kiegyenlített vevőtekercesben indukálódó válaszjel az  $IC_2$ -re épülő kiszajú erősítőre jut, amely az RC visszacsatoló hálózata következtében sávszűrőként is működik. A felerősített jel az  $IC_{3a}$ -val, ill. az  $IC_{3b}$ -vel megvalósított két fázisdemodulátorra jut, amelyek kimenő DC-jelét kettős RC tagok simítják.

A fázisdemodulátorokat az oszcillátorból kinyert jellel vezéreljük, (a 26. ábrán C és D) amelyet fázisban úgy módosítunk, hogy az Y demodulátor  $90^\circ$ -ban, az X pedig kb.  $180^\circ$ -ban eltolt vezérlőjelet kapjon, az  $IC_{5c}$  és  $IC_{5d}$  komparátor általi négyszögesítés után. Így két egyenfeszültséget kapunk, amelyek fémtárgyak hatására megváltoznak.

Az Y jel legerősebben a  $90^\circ$  fázistolású válaszjelre fog változni, amely irányú komponens minden indukált örvényáramból származó válaszjelben jelen van. A talaj által adott válaszjel az erre merőleges  $0^\circ$ -hoz közeli, tehát erre jóval kevésbé érzékeny. Az X jelnél a demodulációs irány nagyjából a  $0...180^\circ$ -os tengely, a merőleges irány kb.  $90^\circ$ -os, amely a ferromágneses és a nem ferromágneses fémek közötti átmeneti tartományban van. Így ez a jel a vasakra negatív, a nem ferromágne-



ses fémekre pedig pozitív irányban változik. Ezen alapul a diszkrimináció.

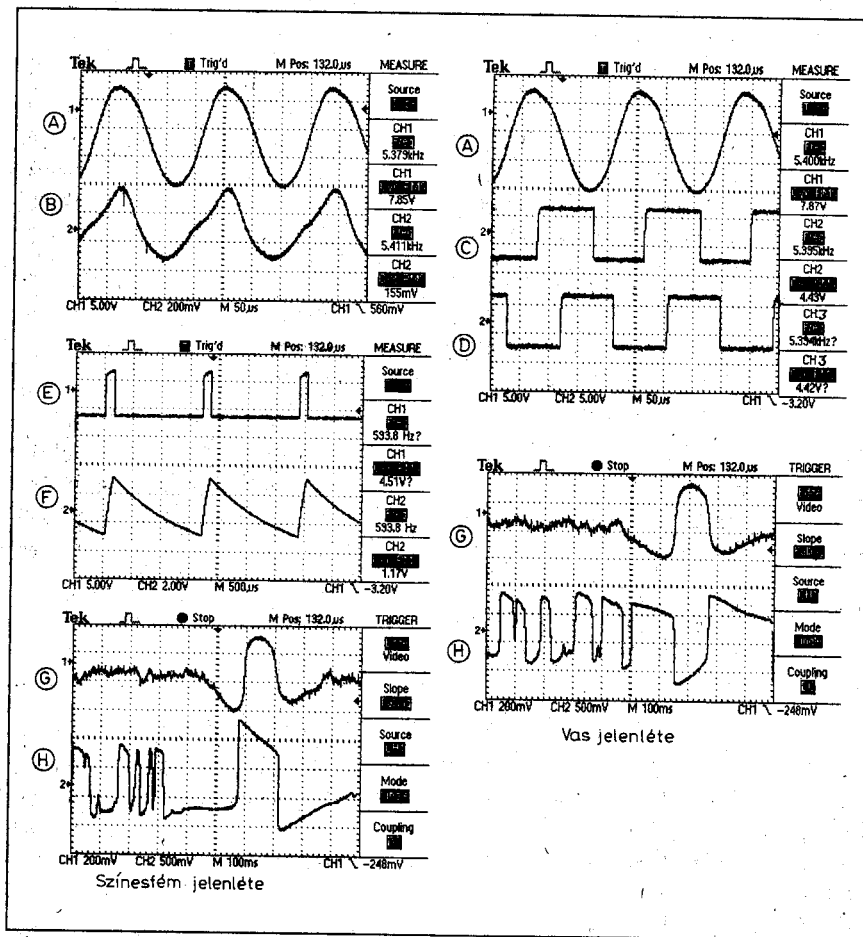
A két jelet a továbbiakban egy-egy kettős differenciáló áramkör dolgozza fel, amelyről érdemes néhány szót szólni. A kettős differenciáló alkalmazásával igen nagy stabilitást érhetünk el, a műszer érzékenysége sokkal jobb, mint a hasonló hagyományos megoldású készülékeknel, a kezelés egyszerűségéről nem is beszélve. Ott használható, ahol a fém hatására változó egyenfeszültséget kell feldolgozni, ezért főleg az IB-fémkeresőknel elterjedt.

A demodulátorból kapott egyenfeszültség a fej kiegyenlítetlenségéből adódó ofszetfeszültséget és a fej lassú hőmérsékletváltozása miatti driftet is tartalmazza, ami nagyságrendekkel nagyobb, mint amit egy még éppen érzékelhető fémtárgy okoz és ez is erősen korlátozza a maximális erősítést. Mindkettőt automatikusan kiküszöbölhetjük azzal, hogy a DC-szintet és a nagyon lassú változást nem dolgozzuk fel; az erősítőláncban valahol AC-csatolást alkalmazunk, tehát egy differenciáló RC-tagot teszünk a jel útjába.

A differenciálással információt veszítünk. Például ha egy fémtárgy elhalad a fej előtt, az egyenszint megváltozik, majd ahogy a fém eltávolodik, visszaáll, a változás iránya egyértelmű. A differenciálás után a jel már pozitív és negatív irányba is kileng, attól függően, közeledik-e éppen a tárgy, vagy távolodik, az egyenáramú középpérték nulla. Ez az X csatornánál, ahol fontos tudni az eredeti irányt, már több mint zavaró, ráadásul a fém elhaladtakor kapott két hasonló nagyságú kilengésből csak az egyik irányút használhatjuk fel.

Ha ezt a jelet még egyszer differenciáljuk, akkor már három kilengést kapunk, mégpedig úgy, hogy két kisebb között egy harmadik, nagyobb csúcs van, ellenkező amplitúdóval. Ez a középső csúcs utánozza az eredeti jel változását, de pontatlanul és fáziskéséssel: akkor jelenik meg, amikor a fém már távolodik, viszont igen jól kiemelkedik a háttérzajból (a 26. ábrán: G).

A műszerünkben alkalmazott kettős differenciáló áramkört az IC<sub>4</sub> négyes műveleti erősítőből alakítjuk ki, mindkét csatornára külön. A differenciálást nem a klasszikus differenciáló kapcsolással valósítjuk meg, hanem többszörösen kihasználjuk az erősítőkét. Az IC<sub>4a</sub>-ra épülő kapcsolás tulajdonképpen egy sávszűrő erősítő és



26. ábra

nemcsak differenciáló, hanem integráló tagokat is tartalmaz. Az R<sub>9</sub>, C<sub>15</sub>, R<sub>11</sub>, C<sub>17</sub> RC-szűrő sem csak a demodulátor jelét simítja, hanem a folyamatban aluláteresztő tagként is részt vesz.

Az első differenciálót követi az IC<sub>4d</sub>-n alapuló második differenciáló fokozat. Az időállandók úgy vannak megválasztva, hogy a zavaró jelekből a gyors vibrálást az aluláteresztő tagok csillapítják, a túlságosan lassú változásokat pedig a feluláteresztők nyomják el, miközben a hasznos jelre ez az egész még kettős differenciáló áramkörként és erősítőként is működik.

Az IC<sub>4d</sub> visszacsatoló ágában a két dióda az OPA invertáló bemenetén a differenciáló tag helyes működéséhez szükséges virtuális földpontot a válaszjel igen széles határok között való változása közben is biztosítja. Ez a fokozat már semmit sem kap az eredeti DC-jelből, így komolyabb drifttel nem kell számolnunk: az R<sub>43</sub>-mal nagy erősítést állíthatunk be.

Ha a fej előtt fém halad el, az Y'' kétszer differenciált jel kileng mindkét

irányban, a diódák behatárolják az amplitúdót (G). A fém detektálására a középső, pozitív irányú csúcsot használjuk fel.

Az X csatorna jele hasonló feldolgozáson esik át, de az X'' jel csak a potenciométer jobb szélső állásában származik tisztán az X jelből, másik szélső állásában inkább az Y jeltől függ. Az IC<sub>4c</sub> már nem egyszerű erősítőként, hanem inkább komparátorként működik, mert az X'' jelnek csak a polaritása érdekes. A komparáláshoz szükséges erősítés elérésére különlegesen kis visszaramú diódákat kell alkalmazni, amelyeket az egyszerűség beszerezhetőség miatt tranzisztorokból alakítunk ki (T<sub>4</sub>...T<sub>6</sub>). Az X'' jel negatív irányban nagyobb lehet, hogy a D<sub>7</sub> diszkriminátor diódát biztosan nyissa.

Azzal, hogy az X és az Y jelet két, azonos időállandójú RC-tagokat tartalmazó csatornán dolgoztuk fel, nagyjából kiküszöböltük a differenciáló áramköröknek a feldolgozott jel ide-oda lengéséből adódó hátrányát, ui. ha az eredeti jelek azonos irányú válto-

zást képviselnek, akkor ugyanabban az időpillanatban  $X''$  és  $Y''$  is azonos irányú lesz, és fordítva ( $G$  és  $H$  jelalak). A két jel összehasonlításával visszanyerhetjük az elvesztett információ egy részét. Az ezt elvégző diódás diszkriminátor működése egyszerű: ha  $X''$  pozitív polaritású, akkor  $Y''$  pozitív csúcsa az  $R_{34}$ -en keresztül eljut a modulátorba,  $X''$  negatív polaritása esetén viszont a dióda levágja.

Sajnos, a vastárgyak válaszjelének fázishelyzete erősen irányfüggő. Ezért ahogy a keresőfej elhalad egy vastárgy felett, nem pont ugyanakkor adnak csúcsot a két csatornában, aminek következtében gyakran előfordul, hogy a diszkriminátor a kiszűrendő fémek esetében is átengedi az  $Y''$  jelet rövid időre. Azonban még így is teljesen más lesz a jel, mint a nem kiszűrendő fémeknél.

A diszkriminációt beállító potenciométer bal szélső állásában a két csatornán majdnem azonos jel fut, így minden fémet jelez a fémkereső. Jobbra forgatva a gombot, műszerünk egyre inkább figyelembe veszi a ferromágnességet, így a fémtárgyak között ferromágneses tulajdonságaik alapján válogathatunk.

Az  $IC_{5a}$  egy komparátorból kialakított Schmitt-triggeren alapuló multivibrátor, amely kis kitöltési tényezőjű négyszögjelet állít elő ( $E$  görbe). Ennek az  $IC_{5b}$  komparátor bemenetén mérhető legnagyobb amplitúdóját szabályozza az  $Y''$  jel a  $D_6$  és az  $R_{34}$  segítségével. Ha az amplitúdó eléggé nagy, akkor a modulátor kimenetét az  $T_{27}$  felhúzza és a négyszögjel a  $T_7$ ,  $T_8$  emitterkövető Darlington-páron át a hangszóróra vagy a fejhallgatóra kerül.

Az  $R_{45}$ ,  $C_{25}$  tag a tuskéket távolítja el a jelből, az  $R_{46}$ ,  $C_{30}$  pedig a viszonylag nagy áramfelvétellel járó hangjelzésnek a többi áramkörre való visszahatását csökkenti.

A tápegység az  $IC_1$  műveleti erősítőre épül. A 12 V-os telepfeszültségből, amelyet 8 db ceruzaelem biztosít, alacsony dropú stabilizátor áramkör állítja elő a 8,7 V stabil tápfeszültséget, amit az  $IC_{1a}$  osztalékos  $\pm 4,35$  V-ra.

Az ilyen fémkeresőkben, a GEB-áramkört, amelyet a gyakorlatban a felhasználók gyakran mellőznek vagy nem jól használnak, más megoldásokkal helyettesítik, ahogy itt is történik:

- a talaj által adott válaszjel alapvetően lassúbb változást képvisel, mint a fej alá hirtelen beke-

rülő fémeké, ezért ezt nagyobb részt elnyomja a megfelelően méretezett kettős differenciáló, a talaj válaszjelének kis fázisszöge miatt a földhatás által okozott maradék hamis jelzéseket a diszkriminátorral ki tudjuk szűrni akkor is, ha az  $X''$  jel csak olyan kis arányban származik az  $X$  jelből, hogy a vastárgyak okozta jelek még nem kerülnek kiszűrésre. Ezért van  $R_{39}$  a potenciométerrel sorba kötve: valójában nem lehet 0 diszkriminációt beállítani, úgy a földhatás miatti válaszjeleket a diszkriminátor kiszűri. Ez csökkenti az érzékenységet: egy fémtárgynak erősebb pozitív változást kell produkálnia az  $X''$  jelben, mint az ellenkező hatású talajnak ahhoz, hogy ne kerüljön kiszűrésre. A talajban mérhető érzékenység annál inkább csökken, minél mágnesebb a talaj és minél erősebb diszkriminációt alkalmazunk. Ezt sajnos, nemigen lehet megkerülni, de fémkeresőnk érzékenysége még nem olyan nagy, hogy ez komolyabb problémát okozzon.

## 6.1. Megépítés

Az áramkör nyáktervét a **27. ábra**, a beültetési rajzát a **28. ábra** mutatja. A kétoldalas nyákot célszerű fotoeljárással, vagy PnP fóliával elkészíteni, de úgy terveztük meg, hogy kézzel is könnyen megrajzolható legyen, sőt egyoldalas változatban is elkészíthető, ha az alkatrészoldali fóliát huzalokkal helyettesítjük.

Csak jó minőségű alkatrészeket használjunk! A kondenzátorok két raszterre ültethető MKT vagy WIMA típusúak, kivéve a külön jelzett kerámiákat. Az ellenállások lehetőleg fémréteg-ellenállások legyenek. A ki-be kapcsoló a  $P_1$  potenciométerrel egybeépített.

A legkritikusabb művelet most is a fej elkészítése. Kivitelezését tekintve a [6]-ban leírt „ $\Omega$ ” típusú fejről van szó, amelyet változatlan adatokkal készítettünk el újra. A tekercselés speciális műhelyrajza szintén ott található meg. Különleges alakjától eltekintve a tekercskészítés fázisai megegyeznek a Viking-fej készítésének lépéseivel, azok szigorú betartása mellett.

## 6.2. Bemérés

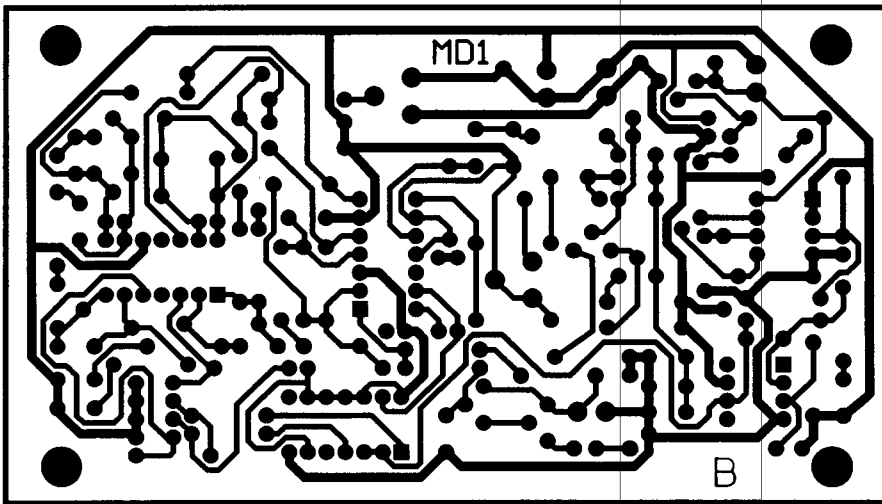
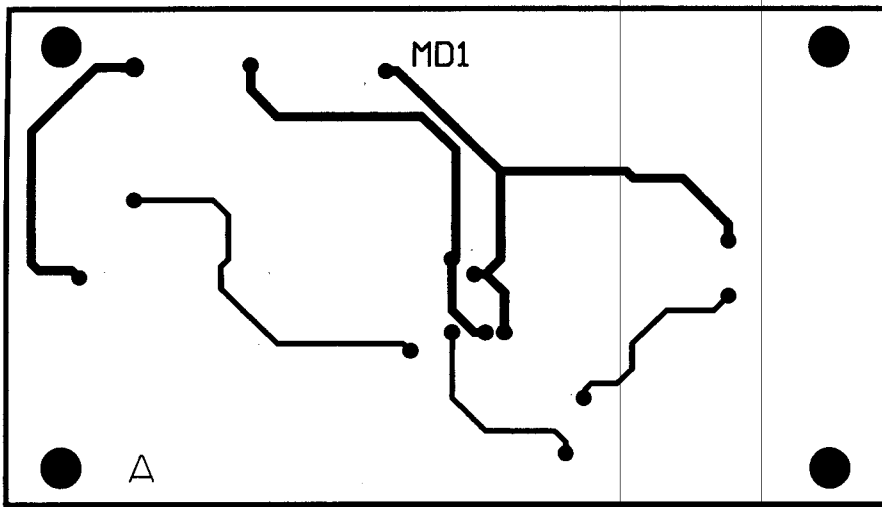
Ezt akkor végezzük el, amikor a fej funkcionálisan már kész, de még nincs kiöntve, így az esetleges hibái még időben kiderülnek. A tápegységnek  $-U_T$ -hez képest 8,5 és 9 V közötti stabil tápfeszültséget kell adnia ( $+U_T$ ), a GND ponton ennek a fele mérhető. Az áramfelvétel hangjelzés nélkül kb. 35 mA. A  $T_1$  kollektorán 5,1...5,5 kHz-es, 13...17 V<sub>cs-cs</sub> amplitúdójú szinuszos jelet kell kapnunk (A görbe). Ha a feszültség túl kicsi, akkor az  $R_1$ -et csökkentjük, ha a jelalak torz, akkor növeljük. A frekvenciát a kapacitás változtatásával állíthatjuk be: (A  $C_{13}$  számára van a panelen egy üres forrpontpár erre a célra.) Az előerősítő kimenetén fém nélkül a fej ofszetjele jelenik meg felerősítve (B), ennek csak az amplitúdója érdekes: az IC ne legyen túlvezérelve.

A  $P_2$ -t úgy állítjuk be, hogy  $IC_{3b}$  90°-os vezérlőjelet kapjon. A keresőfej és a bemeneti erősítő is okoz fázistolást, ezért nem az adójelhez, hanem a 0°-os válaszjelhez képest állítjuk be. Tehát fogunk egy ferritrudat, és a vevőtekerces közepéhez közelítjük. Eközben figyeljük az Y jelet, amely ettől valamilyen irányban megváltozik. Ügyeljünk arra, hogy eközben ne vezéreljük túl a bemeneti erősítőt! Ha a  $P_2$ -t úgy állítjuk be, hogy a jel ne változzon a ferrit hatására, akkor éppen 90°-os a vezérlőjel. Előfordulhat, hogy a fej fázistolása túlságosan nagy, ezért a trimmerrel nem tudjuk beállítani a megfelelő fázisszöget. Ekkor a  $C_{14}$  módosításával a bemeneti erősítőnek adjunk az ezt kompenzáló fázistolást!

Az  $IC_{3a}$  kb. 180°-os szögben demodulál, ennél a pontos érték nem kritikus. Sőt, ez kísérletezésre is lehetőséget ad: az  $IC_{5a}$ -hez tartozó RC-tagok módosításával úgy eltolhatjuk a fázisszöget, hogy alufólia-darabok, üdítősdoboz-fülek is a kiszűrendő tartományba essenek! A jelenlegi fázisszög helyességét úgy tudjuk ellenőrizni, hogy maximális diszkriminációt állítunk be, alufóliára, kétforintosra még rövid, egyenletes; vastárgyakra, söröskupakra, kis konzervdobozra semmilyen, vagy koppanó-recsegő hangot kell hogy adjon a műszer.

A  $P_3$ -mal az  $IC_{4d}$  munkapontját állítjuk be úgy, hogy alaphelyzetben még ne adjon hangot a fémkereső. Az  $Y''$  jel elég nagy zajt is tartalmaz ( $G$  jelalak a 26. ábrán), főleg lakott területen, így egy csúnya vibráló jel hallható a hang-





27. ábra

szóróban, amit a  $P_3$ -mal teljesen elhárítunk, hogy biztosan csak fémekre szólaljon meg a műszer. Az X'' jel alaphelyzetben a zajt maximális amplitúdóval tartalmazza ( $H$  görbe).

Egy új 1 forintosra a házilag elkészített fejjel 11 cm-ről már eléggé határozott jelet kell, hogy kapjunk, nagy érzékenyséű fejjel pedig legalább 14 cm-ről. Ez terepen némileg csökkenhet a talajviszonyoktól és a diszkriminációtól függően.

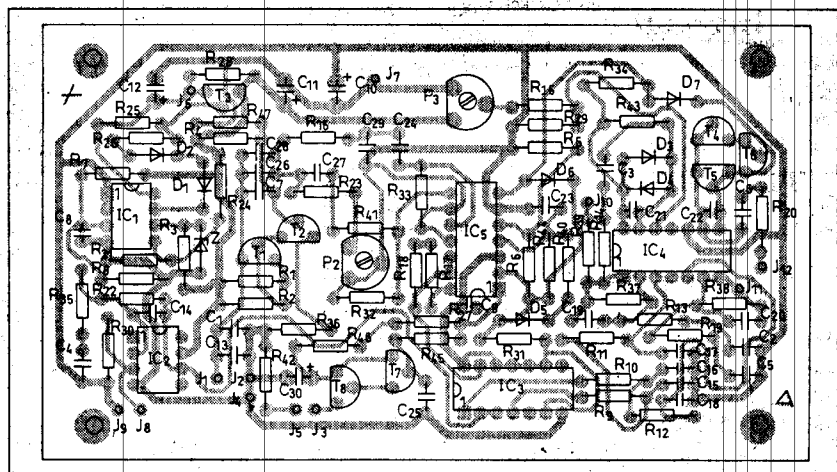
Kísérletezésre ad lehetőséget még az  $R_{39}$ : ezt akár át is köthetjük. Ekkor a terepre kimenne, ha nem akarunk szemétkiszűrést, akkor a diszkrimináció potenciométert úgy állítjuk be, hogy a lehető legkisebb értéken legyen, ahol a talajra még nem ad zavaró jelzést a műszer; ekkor a legjobb a műszer talajban mérhető érzékenysége. Az  $R_{39}$  eredetileg szándékosan túlméretezett,

hogy lehetőleg semmilyen talajt se jelezzen a készülék.

Ismertetésünk végén bemutattunk volna egy még éppen kezelhető bonyolultságú professzionális fémkeresőt, de már nem a változatlan utánépítés szándékával, éppen a keresőfej speciális igényei miatt. Az elektronikai és kivitelezési fejlesztéseinknek köszönhetően a *Silver Star* kereső teljesítményében vetekszik a legtöbb méregdrága gyári berendezéssel. Erre területi okokból, sajnos, most nem került sor, de valamelyik idei *Rádiótechnika* lapszámban visszatérünk rá.

**Felhasznált irodalom:**

1. Nagymáté Csaba: Fémkeresők elméletben és gyakorlatban (Rádiótechnika 2002/3...10., 12.)
2. EDN 1997. XII.
3. Sheed Mansoor Algalandis: Digital metal detector provides visual indication (Electronics World Febr. 2001., 134. o.)
4. www.extra.hu/muszer
5. Nagymáté Csaba: PLL-es fémkeresők (Rádiótechnika évkönyve 1997, 27. o.)
6. Nagymáté Csaba: Fémkeresők (Rádiótechnika évkönyve 1995, 25. o.)
7. Mark Stuart: Microcontroller P.I. treasure hunter (Everyday with Practical Electronics Juni 1994., 409. o.)
8. Diószegi Gyula: Kapcsolt kapacitásos DC-DC konverterek (Rádiótechnika 2002/2., 72. o.)



28. ábra

# Kontel kft

## Elektronikai alkatrész nagykereskedés

Címünk: KONTEL KFT. BUDAPEST, Munkásotthon u. 33-39  
Fax: +36-1-369-17-72 Tel.: +36-1-370-370-9 E-mail: kontelbi@axelerp.hu

Témaköreink:

**AKTÍVALKATRÉSZEK:**  
EPROMOK, PROCESSZOROK, KONTROLLEREK, E-EPROMOK, LOGIKAI INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK, ANALÓG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK VALAMINT PROGRAMOZHATÓ LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK, DIÓDA, TRANZISZTOR, GRAETZ, LCD, LED, OPTOCSATOLÓ, RIZSSZEMIZZŐ,

**PASSZÍV ALKATRÉSZEK:**  
KONDEZÁTOR:  
ELEKTROLIT: 85°, 105°, ÁLLÓ, FEKVŐ, BIPOLÁRIS, KERÁMIA, MULTILAYER, TANTÁL, POLIÉSZTER, POLIPROPILÉN, X2 ZAVARSZŰRŐK, ELLENÁLLÁSOK: 0.25W 5% 2#, 0.6W 1% 3#, 2W 5% 5X12MM, 5W 5%, 1206 5%, 0805 5%,  
POTENCIOMÉTEREK: TRIMMER, HELITRIMMER, TENGELYES, INDUKTIVITÁS, VARISZTOROK: PTC, NTC, TRANSZFORMÁTOROK: AVISOR, FNT, TOROID, KVARCKRISTÁLYOK, ELEKTRET MIKROFONBETÉTEK,

**CSATLAKOZÓK:**  
TELEFONCSATLAKOZÓ, AUDIÓ- VIDEÓ CSATLAKOZÓ, SZÁMÍTÓGÉPES ÉS EGYÉBCSATLAKOZÓ, NYÁKOS SORKAPOCS, BONTHATÓ SORKAPOCS, IC FOGLALAT: PRECÍZIÓS, LEMEZES, PLCC, SMD PLCC, NYÁKCSATLAKOZÓ CSALÁDOK: 2 MM, 2,54 MM, 3,96 MM ÉS 4,2 MM-ES LÁBTÁVOLSÁGGAL,

**EGYÉB:**  
JELFOGÓ, KAPCSOLÓ, NYOMÓGOMB, NYÁKLEMEZ, TÁBLÁBAN ÉS DARABBAN, ÜVEGSZÁL, BAKELIT, EGY ÉS KÉTOLDALAS KIVITEL, PRÓBA-PANEL SPRAY, SZALAGKÁBEL, TELEFONVEZETÉK, MŰANYAG, FÉM MŰSZER-DOBOZ, MŰSZERVENTILÁTOR, BIZTOSÍTÉK, BIZTOSÍTÉK FOGLALAT, HŰTŐBORDA, HŰTŐZÁSZLÓ, FORRASZTÓPÁKA, FORRASZTÓCSÚCS, FORRASZTÓÓN, ÖNLESZÍVÓ SZALAG,

Megrendelésre egyéb anyagok beszerzését is vállaljuk, csomagolási egység szerint!

Cégünk elektronikai alkatrészek nagykereskedelmével foglalkozik vállaljuk komplett listák beszerzését és összekészítését.

Viszonteladókát kedvező feltételekkel kiszolgálunk!  
Várjuk új partnerek jelentkezését!  
Kérje árlistánkat vagy kérje árajánlatunkat!  
Email-ben vagy faxon!

Címünk:  
KONTEL KFT.  
1043 BUDAPEST,  
Munkásotthon u. 33-39  
Fax: +36-1-369-17-72  
Tel.: +36-1-370-370-9  
E-mail: [kontel@axelerp.hu](mailto:kontel@axelerp.hu)



OMRON

KEMET



EXCELL



intersil

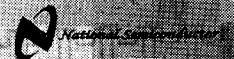
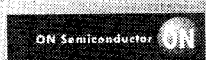


TOSHIBA

TEMIC  
Semiconductors



LITEON



## A számítástechnikától a hangtechnikáig – válogatott témák

URBÁN ELEKTRONIKA Kft.

*Az idei évkönyvben – hasonlóan a tavalyiéhoz – is válogatás következik az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. áramkörkínálatából. A négy teljesen független téma az EPROM-égetőtől a HIFI-erősítőig a digitális és az analóg áramköri technika eléggé széles területét öleli fel. Ismét csak annyi a közös bennük, hogy az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében egységcsomag formájában megvásárolhatók.*

### Általános utánépítési tudnivalók

A Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában is e rovatban rendszeresen felhívjuk olvasóink figyelmét azon általános építési tanácsokra, amelyek nemcsak könnyítik és gyorsítják a cikkeinkben szereplő készülékek utánépítését, de a bszertásuk rengeteg bosszúságtól kímél meg minket és az eredményül kapott szerelt nyák is esztétikus, megbízható lesz.

Az alapszabályok:

- a szerelés megkezdése előtt a nyáklemelt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás. Ezt mindig érdemes megtenni, mert sokkal rövidebb időt vesz igénybe, mint a szerelt panelen történő hibakeresés;

- a forrasztáshoz pisztolytűt a nyáklemezt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás. Ezt mindig érdemes megtenni, mert sokkal rövidebb időt vesz igénybe, mint a szerelt panelen történő hibakeresés;

- a beültetést lehetőleg az alkatrészek magassági méretének sorrendjében, az alacsonyabbakkal kezdve végezzük! Így először az esetleges huzalátkötéseket forrasztjuk be, aztán a diódákat, az ellenállásokat, az IC-foglalatokat vagy az IC-eket, a kondenzátorokat, az elkókat, végül az álló helyzetű TO-220 tokozású eszközöket;

- a hálózati feszültségű csatlakozópontokba érdemes csavaros nyáksorkapcsot beültetni;

- mindent ültessünk a panel szintjére, hogy ne legyen azon zárlatot okozó lógó alkatrész.

- az ellenállásokat ne a színkódjuk alapján azonosítsuk, hanem ohmmérővel mérjük meg;

- a diódák és az elkók beforrasztásakor nagyon figyeljünk arra, hogy azok helyes polaritással kerüljenek a panelra!

## 1. Slotkártyás EPROM-égető IBM PC-hez

EPROM-égetővel gyakran találkozunk a szaklapok hasábjain. Legutóbb a 2002-es évkönyvben, az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. kínálatából ismertettünk egy tenyérnyi méretű ügyes égetőt, ami egy PC printerportjáról működik. A téma kimeríthetlenségét jelzi, hogy újra foglalkozunk vele. Persze, ez nem öncélú és nem is arról van szó, hogy ugyanazt az algoritmust most egy másik hardver végzi el, hanem, hogy új követelmények léptek fel, új szempontok vetődtek fel.

Újabban a játékgépek, a nyerőautomaták, a nyomdagépek és a pénztárgépek tele vannak olyan nagykapacitású EPROM-okkal, melyek az eddig ismertetett égetőkkel nem tölthetők fel. A nagyobb memória párhuzamos címzéséhez több IC-láb szükséges, emiatt nem férnek el a korábbi égetőkben. Gondoljuk meg: korábban az égetők többnyire a 8 bites mikroprocesszoros környezet programmemóriájának programozására készültek. A legnagyobb EPROM-kapacitás a 64 KiB volt (például a 27C512 típusú tok). A 64 KiB elérésére, írására, olvasására 28 láb kellett. Ezért van az, hogy a legtöbb régi égető legfeljebb 28 lábú EPROM-ok égetésére alkalmas.

Felvetődik a kérdés: lehet-e a régi égetőkben nagyobb kapacitású, 32 lábú EPROM-okat égetni? Katalógusokból szerzett ismeretek szerint a 28 lábú EPROM-oknál az égetési algoritmus az azonos gyártóknál általában ugyanaz, így ennek elvileg nincs akadálya. A gyakorlati megvalósítás azonban szoft-

veresen és hardveresen is nehézségekbe ütközik. Konkrétan arról van szó, hogy a nagy programot 64 KiB-es szeletekben egy 28–32 lábú adapterrel, kézi vezérléssel kellene a megfelelő című szegmensekbe beégetni. Ez hiba nélkül gyakorlatilag kivitelezhetetlen. Általában ilyenkor szól közbe a technika ördöge is és egy EPROM-csere esetén a továbbra sem működő berendezésnél nem dönthető el egyértelműen, hogy hol lehet a hiba. Ezen megfontolások miatt ismertettünk most egy nagykapacitású EPROM-ok égetésére (is) alkalmas áramkört. Az áramkör nem hazai tervezésű. A kapcsolás rajzát az internetről töltöttük le és némi módosítással hazai forgalmazású alkatrészekből utánépíthetővé tettük. Az égető 2 KiB...8 MiB kapacitású tokok feltöltésére alkalmas!

Ez az égető igen fejlett, jól megírt programmal rendelkezik. Az égetési algoritmusokat a gyártók szerint rendezi. Ennek értelmében nem szükséges katalógus ahhoz, hogy meghatározzuk az égetési paramétereket. Égetéskor a felhasználónak nem kell az EPROM adataival foglalkoznia. Az IC tokján olvasható gyártónév, típus, betű és számkombináció alapján a szoftver egyértelműen meghatározza az égetési algoritmusát. Természetesen a másodgyártók jelölése eltérhet az eredetitől és mit mondjunk, általában el is tér! De nem szabad ezen fennakadni, mert a technológiák biztosította algoritmusok egészen biztosan megegyeznek, hiszen nem lehetnek szélsőségek az égetési

paramétereket illetően. Ilyenkor célszerű valamelyik ismert gyártó hasonló jelű tokjának algoritmusát választani. A gyakorlat azt mutatja, hogy az *Intel* vagy a *Thomson* választása az ilyen esetekben igen nagy valószínűséggel segít.

### 1.1. Az EPROM-égető áramkörei

Az **1. ábra** a belső slotkártya kapcsolási rajzát mutatja. Az áramkör a működéséhez szükséges címeket, adatokat és feszültségeket a PC-alaplap egyik 8 bites XT-slotjából (vagy a 16 bites ISA-slot 8 bites szegmenséből) kapja. Az adatbusz kétirányú illesztését az IC<sub>2</sub> végzi. Az IC<sub>1</sub> 20V8 típusú GAL a címvonalakat és a vezérlőjeleket fogadja. Ezekből állítja elő a két 6821 PIA (IC<sub>3</sub>, IC<sub>4</sub>) jeleit. A kártya hardvercíme a Jp<sub>1</sub>...Jp<sub>6</sub> jumperrel állítható be. A címezhetőségnek akkor van igazán jelentősége, ha egyszerre többféle áramkört használunk az IC-slotban. Ilyen lehet például az IC-teszt, I/O-kártya stb. Ha ezeket egyszerre alkalmazzuk egy gépben, akkor különböző hardvercímeket kell beállítani, mert különben „összeragadnak”. A Jp<sub>1</sub>...Jp<sub>6</sub> jumper sorrendben az A4...A9 címmel van összekötve. Minden aktív jumper L szintet kapcsol. Ennek megfelelően például a H390 cím a **1. táblázat** alapján állítható be.

A táblázatban a 0 jelzi azt a helyet, ahová a jumpert fel kell helyezni. Az I/O portok szolgálnak az égetendő IC adat- és címvonalainak, valamint a programozható égetőfeszültségeinek beállítására. Az IC<sub>3</sub> A portja a programozott feszültségeket vezérli. Az égetőfeszültség alapértékét a PC 12 V-os tápfeszültségének sokszorozásával állítjuk elő a T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> árambuffer segítségével. Ezek vezérlését a két műveleti erősítőből álló szabadonfutó oszcillátor biztosítja. Ennek a frekvenciája körülbelül 2 kHz. A feszültségsokszorozó kimenőfeszültségét három LM317 stabilizálja. Az IC<sub>11</sub>, IC<sub>12</sub> osztóinak programozásával szoftveresen állítható be a szükséges égetőfeszültség. Az IC<sub>10</sub> áramgenerátoros üzemben csak áramkorlátot biztosít. Az IC<sub>3</sub> B portja szolgálja ki az égetendő EPROM adatvonalát. Az IC<sub>4</sub> A portjának első 6 bitje az égetőfeszültségeket kapcsoló tranzisztorokat, a T<sub>3</sub>...T<sub>8</sub>-at vezérli. Az IC<sub>4</sub> B portja az A port maradék 2 bitjével és az IC<sub>8</sub> számlálóval az égetendő EPROM címének beállítását végzi.

1. táblázat

Címvonal	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Áthidalás	Jp <sub>6</sub>	Jp <sub>5</sub>	Jp <sub>4</sub>	Jp <sub>3</sub>	Jp <sub>2</sub>	Jp <sub>1</sub>	x	x	x	x
Állítandó cím	1	1	1	0	0	1	x	x	x	x
	3H			9H			0H			

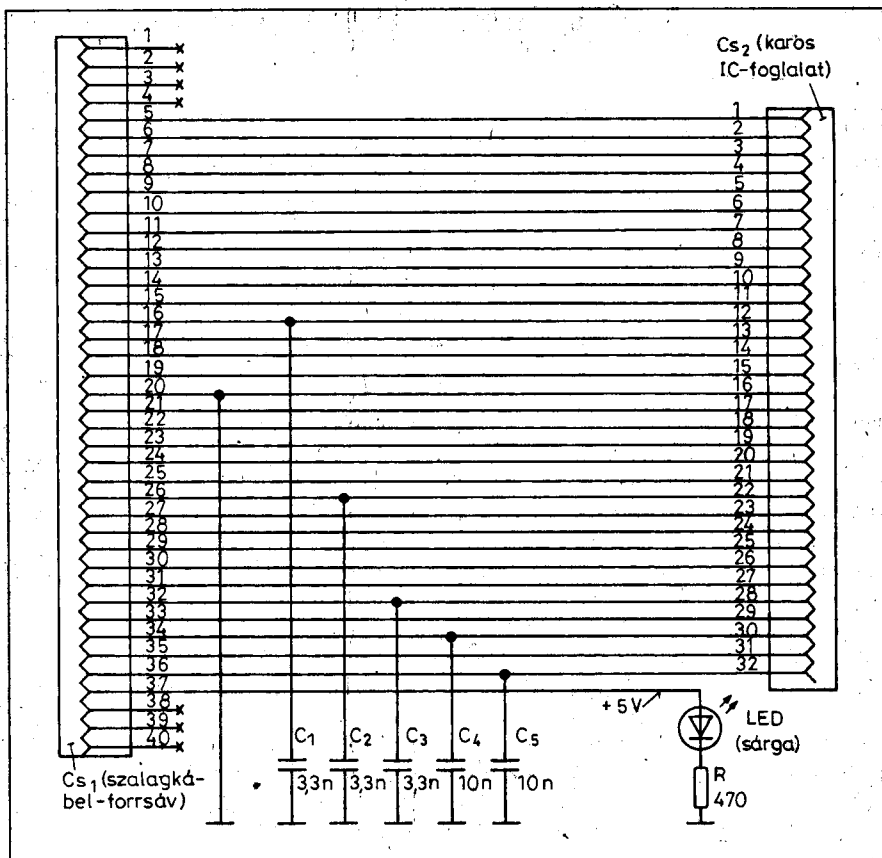
A slotkártyához szalagkábelrel csatlakozó, az EPROM-ok befogására 32 pólusú karos IC-foglalattal felszerelt külső egység, az ún. kizikártya kapcsolási rajza a **2. ábrán** látható

### 1.2. Az áramkör szerelése, élesztése

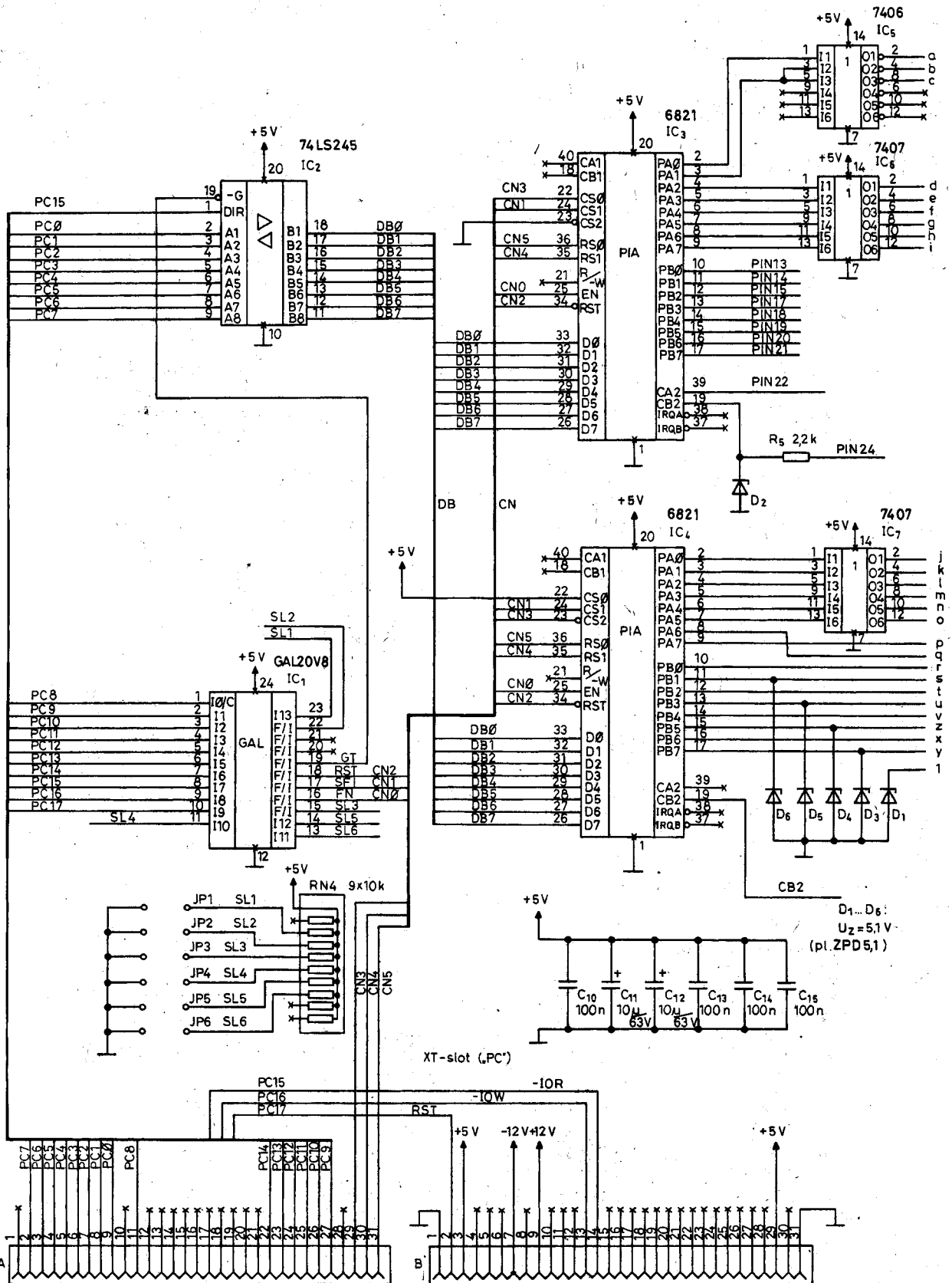
A bevezetőben elmondottak szerint ez egy belső kártyás égető, ezért az **1. ábra** kapcsolási rajza alapján elkészült rendszer két nyákra épül fel. Az egyik, ami az elektronikát hordozza és a PC-n belül helyezkedik el, a másik pedig a kizikártya, ami az EPROM gyorscsatlakozóját tartalmazza. A kettő közül az első a lényeges, mivel ezen helyezkedik el az elektronika nagy része. A nyák beültetési és forrasztási oldal felőli rajzolata a **3. és 4. ábrán** látható. Ez a finomrajzolatú, nagyméretű panel

amatőr eszközökkel nem készíthető el. Minden érdeklődőnek célszerű ezt készíteni, furatgalvanizálva, felületkezelve és az ábrán jelölt kontúr mentén méretre vágva, egyszóval beültetésre készen az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben megvásárolni.

A nyák ellenőrzésekor a finom rajzolat miatt célszerű nagyítót is használni és a gyanús pontokat zárlatkeresővel „kicsengetni”. Azért hangsúlyozom ezt, mert az égetővel kapcsolatos hibák 90%-a a nyákon levő, ill. az azon végzett forrasztásokból eredő technológiai hibákra vezethető vissza. Figyelembe kell venni még azt is, hogy a PC-ben bent levő kártyán igen körülményes érdemi méréseket végezni. Ha erre szükség lenne, akkor feltétlen kiemelő kártyát kell használni!

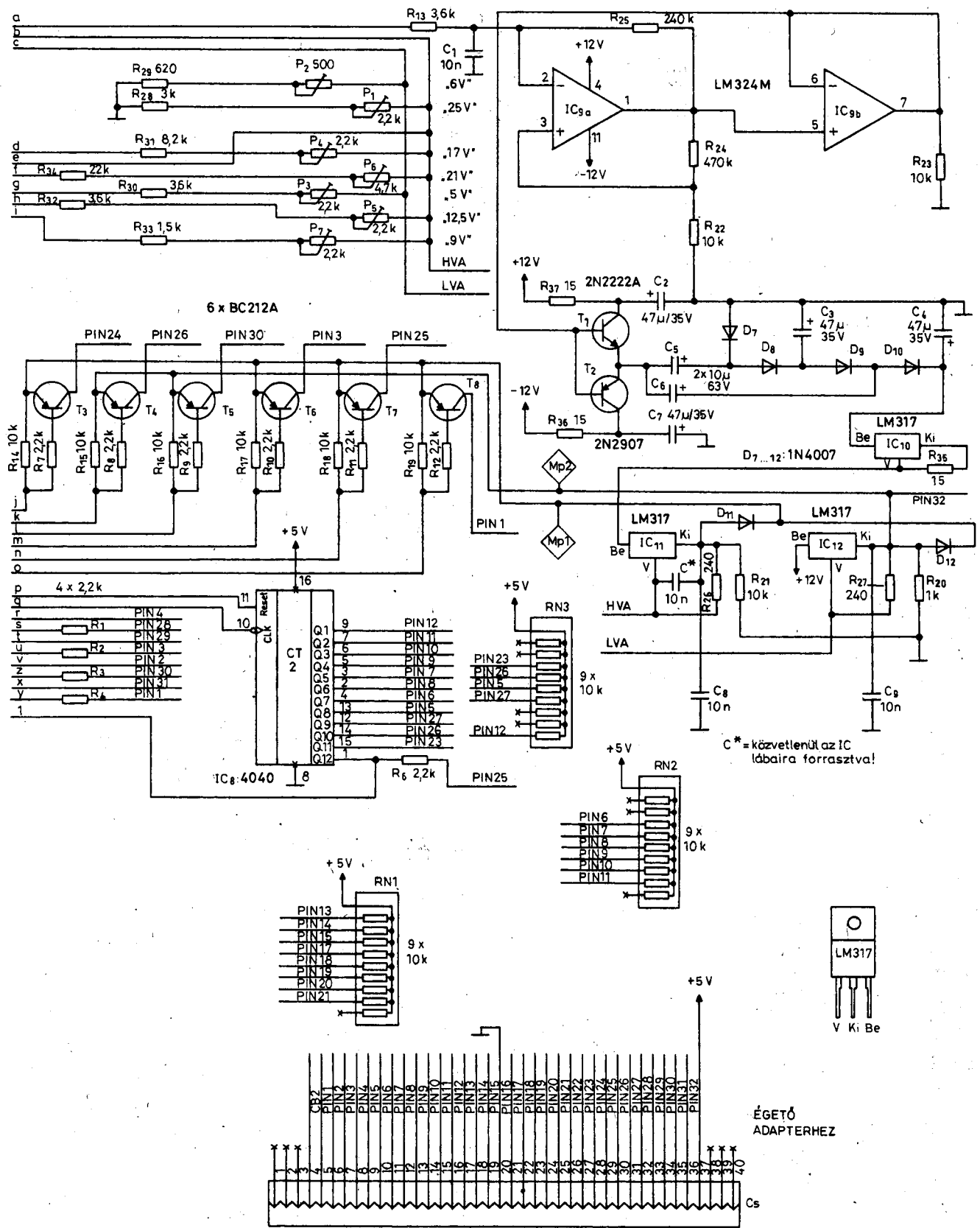


2. ábra

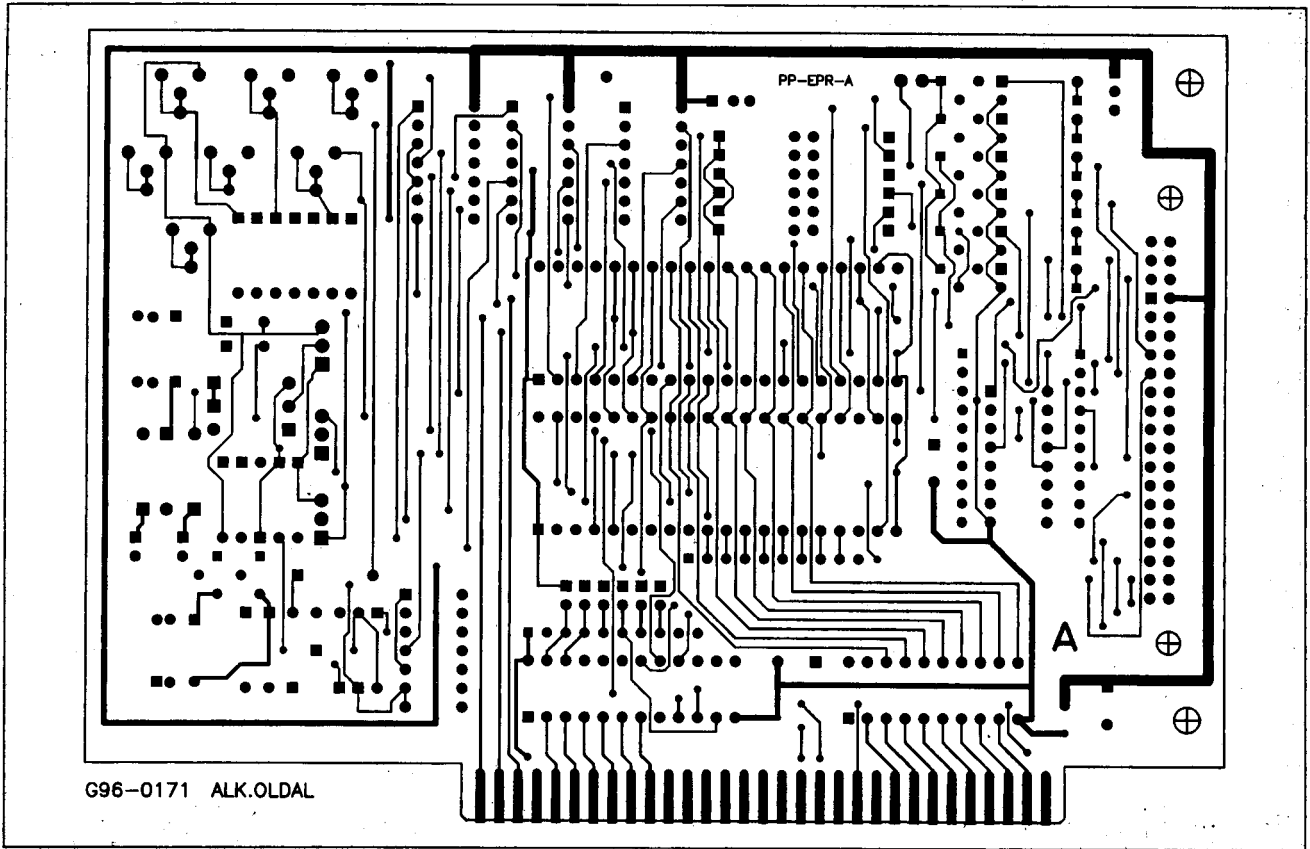


1. ábra

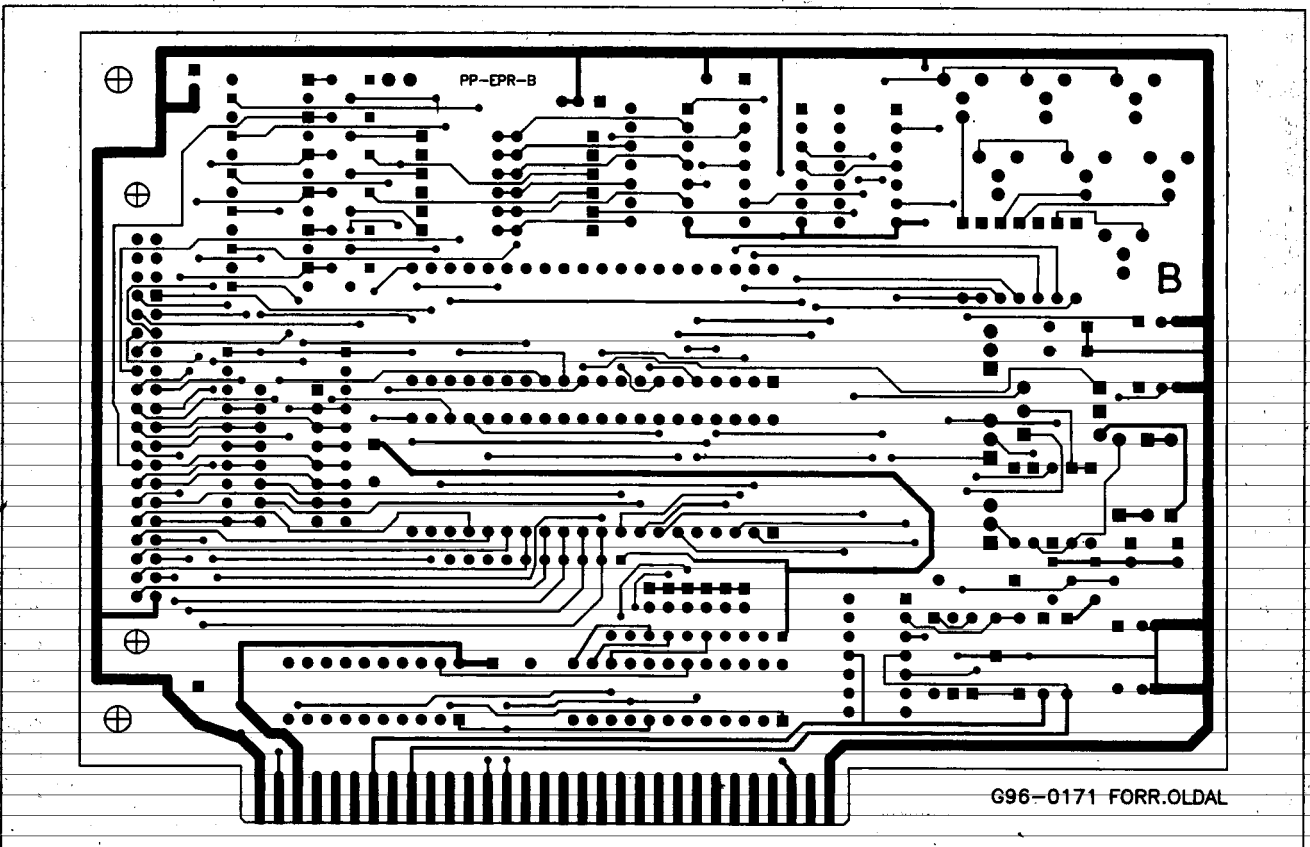




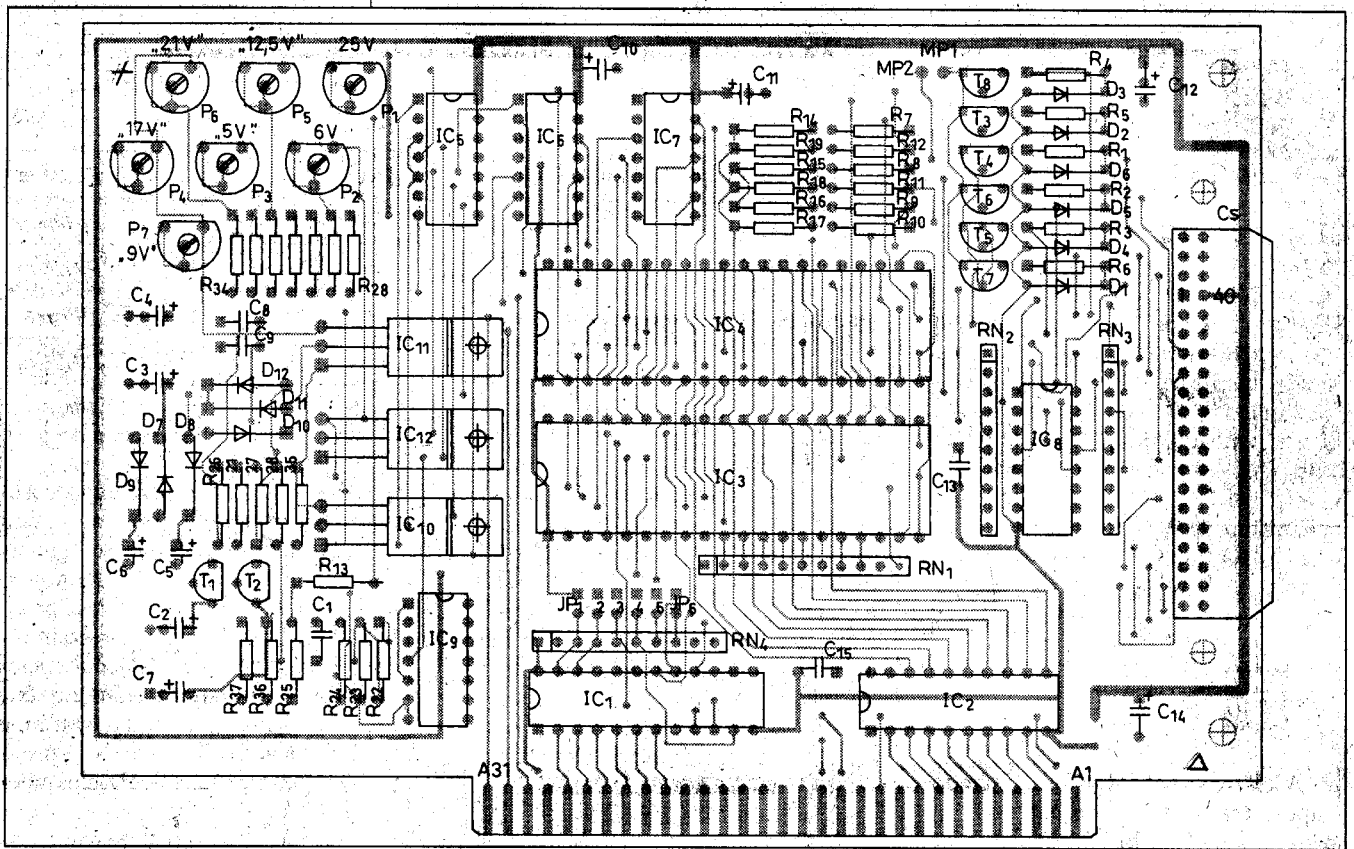
1. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

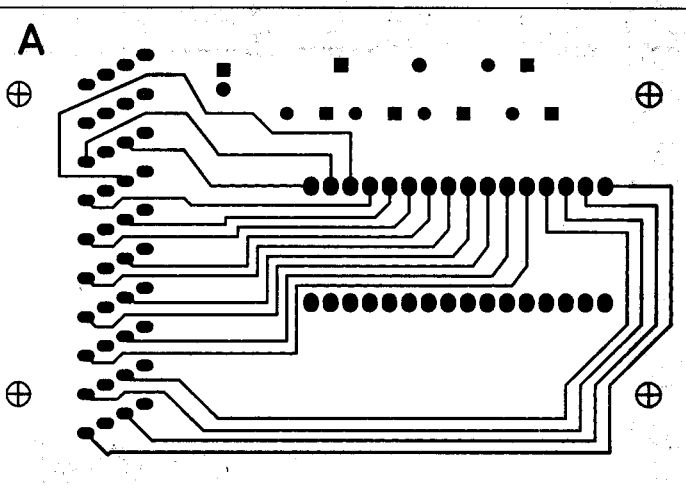
Először az üres panelt helyezük be a PC egyik üres slotjába! Ellenőrizzük, hogy a jól illeszkedik-e a kártya a PC csatlakozójába! A szükséges igazítást egy tűszelő segítségével végezzük el! Ekkor érdemes megoldani a nyák és a PC-ház egymáshoz rögzítését, egy kis méretű, hajlított alumínium fül vagy egy megfelelően kimunkált PC-s „vak-hátlap” és két rögzítőszeglet segítségével, hogy a szerelt panel ne terhelje a csatlakozót. A beültetés az 5. ábra alapján történik. Az ellenállásokat a

kétoldalas panel miatt itt azonban célszerű 1 mm-re megemelni, hogy az alattuk elmenő vezetékkel még véletlenül se kerülhessenek zárlatba! Az IC-k számára érdemes foglalatokat beforrasztani, amelyeket az egységcsomag is tartalmazza. Az 1. ábrán csillaggal jelzett 10 nF-os kondenzátor közvetlenül az IC<sub>11</sub> lábaira forrasztandó.

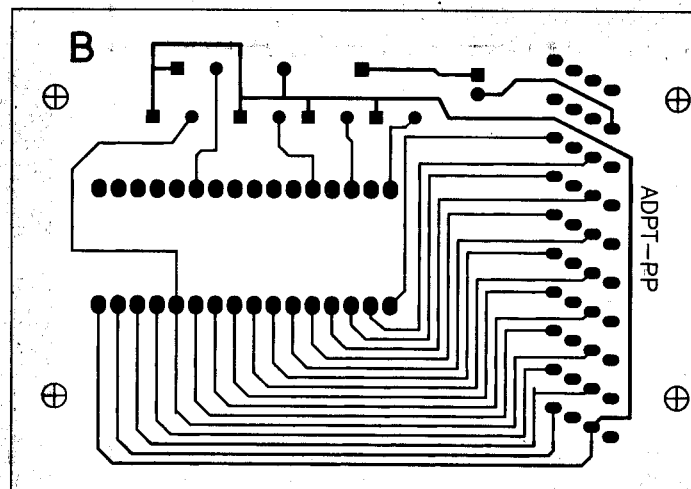
Ezután a kártya beültetése és dobozolása következik. A kártya paneljének beültetési és forrasztási oldal felőli nyákrajza a 6. és a 7. ábrán

látható. A furatgalvanizált, forrasztógátló lakkal védett és beültetési szita-maszkkal ellátott panel beültetését a 8. ábra alapján végezzük!

A diódák, a kondenzátorok és a LED beültetése után következik a szalagkábellel. A Cs<sub>1</sub> szalagkábellel-forrsávra először a kábelt préseljük fel, s csak ezután forrasztuk be! Utoljára következik a karos IC-foglalat. A szerelt panel dobozolását a műanyag dobozra szitázott felirat segíti. A doboz külső képét a 9. ábra fotója mutatja.



6. ábra



7. ábra

egy GND pontra, a másik végére pedig forrasszunk egy ellenállásból! Ez be-dugható a megfelelő IC-láb helyére. Mivel alaphelyzetben minden TTL-be-menet H szintűnek tekinthető, csak az L szinteket kell kapcsolni. A 2. táblázat a programozó feszültségek beállítását mutatja.

A feszültségek beállítása után ellenőrizni kell a kapcsolótranszistorokat. Ezekkel az előbb beállított, MP1, illetve MP2 ponton megjelenő feszültségeket kapcsoljuk a kimenetekre! A mérés mindig a gyorscsatlakozó megfelelő lábain történik (3. táblázat)!

A táblázatból látható, hogy a kiválasztott MP1-től, illetve MP2-től függően olyan kombinációk is kiküldhetők, melyek a valóságban sohasem fordulnak elő. Ez itt megengedett, hiszen nincs EPROM a foglalatban. A lényeg azon van, hogy a kiküldött érték megjelenjen a gyorscsatlakozón.

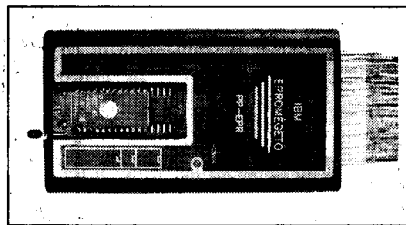
### 3. táblázat. IC<sub>4</sub> beállítása

IC láb	Szint	Mérőpont	Hova
PA0	L	MP <sub>1</sub>	PIN24-re
PA1	L	MP <sub>2</sub>	PIN26-ra
PA2	L	MP <sub>2</sub>	PIN30-ra
PA3	L	MP <sub>1</sub>	PIN3-ra
PA4	L	MP <sub>1</sub>	PIN25-re
PA5	L	MP <sub>1</sub>	PIN1-re

RONIKA-nál vásárolunk egységcsomagot. Mi írtunk egy programot, ami az égető élesztését támogatja, ugyanis az internetről letölthető program nem tartalmaz tesztfájlt. Ezzel a tesztprogrammal a kapcsolgatások a számítógépre bízhatók és csak a potenciométerekkel kell beállítani az előírt feszültségeket. A program segít tesztelni a cím- és az adatbusz vonalait is. A program menüje mindenről részletes tájékoztatást ad.

### 1.3. Üzembe helyezés

A kikapcsolt PC-be helyezük be a kész kártyát és csatlakoztassuk hozzá az adaptert! A PC bekapcsolása után, az adapteren egy sárga LED jelzi az üzemi állapotot. A szoftver az EMP.EXE programmal indítható. A program angol nyelvű, a helpje mindenben eligazít. A program paramétereinek beállítását az EMP.INI fájl végzi. Ez egy szövegfájl, ami valamilyen



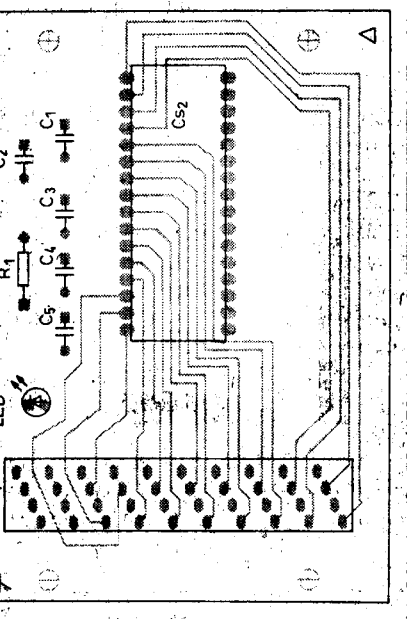
9. ábra

Ha minden korrektül működik, akkor, az IC-k visszahelyezése után az égető a PC-ben használható.

Ez a hosszadalmas élesztési eljárás megkerülhető, ha az URBÁN ELEKT-

### 2. táblázat. IC<sub>3</sub> beállítása

IC-láb	Szint	Megjegyzés
PA0/2	L	A DC/DC konverter indul, 35 V mérhető az IC <sub>10</sub> bemenetén
	H	A DC/DC konverter leáll
PA1/3	L	Az MP <sub>1</sub> mérőponton P <sub>1</sub> -gyel 25,3 V beállítása Az MP <sub>2</sub> -n P <sub>2</sub> -vel 6,3 V beállítása Szint, programozófeszültség-leállítás. Ezt a lábat a továbbiakhoz L szinten kell tartani
PA2/4	L	MP <sub>1</sub> -en P <sub>4</sub> -gyel 17,4 V beállítása
PA3/5	L	MP <sub>1</sub> -en 5,9 V mérése
PA4/6	L	MP <sub>1</sub> -en P <sub>6</sub> -tal 21,2 V beállítása
PA5/7	L	MP <sub>2</sub> -n P <sub>3</sub> -mal 5,1 V beállítása
PA6/8	L	MP <sub>1</sub> -en P <sub>5</sub> -tel 12,8 V beállítása
PA7/9	L	MP <sub>1</sub> -en P <sub>7</sub> -tel 9,2 V beállítása



8. ábra

A készre szerelt áramkört egy újabb alapos ellenőrzés után szabad csak feszültség alatt tesztelni! A PC alaplapjának kímélése érdekében javasolt a „hideg élesztés”. Ehhez külső tápról csatlakoztassunk feszültségforrást a megfelelő pontokra! A tápvezetékeket ne a csatlakozósávokra forrasszuk, hanem valamely azokkal azonos potenciálú alkatrészláb-forrsemhez, hogy a mérés befejeztével, az eltávolításuk után a műveletnek ne legyen nyoma! Állítsuk be a megadott tápfeszültség-értékeket, majd a tápok bekapcsolva ellenőrizzük az áramfelvételt!

A következő mérési utasítás szerint, egy közönséges kéziműszerrel az áramkör minden olyan pontja letesztelhető, beállítható, ami az égetőfeszültségekkel kapcsolatos. Mivel a bémérést szoftver nélkül, kézi vezérléssel végezzük, nekünk kell a 6821-ek megfelelő lábainak helyére a szükséges logikai szinteket rákényszeríteni. Nem elegáns ez a módszer, mondhatnám úgy is, hogy „fapados”, de az alaplap kímélése érdekében célravezető.

A továbbiakban a két 6821-et vegyük ki a foglalatukból! A működésből fakadóan az IC<sub>3</sub> A portján a programozó feszültségek értékeit tudjuk beállítani, az IC<sub>4</sub> A portján pedig ezeket a feszültségeket tudjuk a megfelelő kimenetre kapcsolni.

A szinteket egy merev huzaldarabbal célszerű a lábakra adni. Egy szigetelt huzaldarab egyik végét forrasszuk

egyszerű DOS szövegszerkesztővel editálható. Nézzük a főbb paramétereiket!

**DMEM:** ez a parancs állítja be a virtuális buffer méretét a HDD-n. A méretek a következők:

**0:** 64 KiB, **1:** 128 KiB, **2:** 256 KiB, **3:** 512 KiB, **4:** 1 MiB, **5:** 2 MiB, **6:** 4 MiB, **7:** 8 MiB, **8:** 16 MiB.

**MEM:** Ez a parancs állítja be a buffer méretét a memóriában:

**0:** 64 KiB, **1:** 128 KiB, **2:** 256 KiB, **3:** 512 KiB.

**DFILE:** A megadott fájlt fogja a program virtuális buffernak használni.

**PORT:** A kártya címének beállítása.

Több \*.INI fájl használható. A program indítása ebben az esetben: EMP file.ini.

A működésre kész égetőbe az EPROM-ot úgy helyezzük be, ahogy azt az adapteren az EPROM sziluetdje mutatja!

*A programban is találunk hivatkozást az IC behelyezésére, ami nem egyezik ezzel, mert mint ahogy fent hivatkoztunk rá, átterveztük a nyakot.*

Figyelmesen áttanulmányozva az adatokat szembevetünk, hogy a gyártó itt a minőség érdekében maximálisan kihasználta a monolit technológia adta lehetőségeket. Ez az IC nagyon jó bizonyítéka annak, hogy ma már az igényes felhasználó is felszámolhatja az első generációs monolitikus teljesítményerősítők keltette elítéleteket. A nagyáramú végfok terhelőimpedanciája 2 vagy 4 Ω lehet. Természetesen 4 Ω-os terhelésen csak a fenti adatok között szereplő teljesítményértékek kb. a felével számolhatunk! A gerjedésmentesítés belső kompenzációval van megoldva.

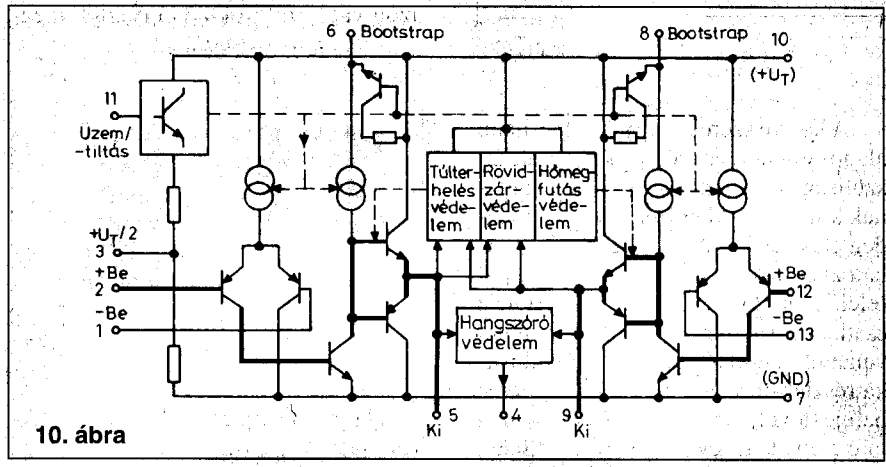
Az IC-vel igen egyszerű felépítésű erősítőt lehet készíteni. Az erősítő aszimmetrikus tápról üzemel, mert ez

## 2. 2 × 12 W-os sztereó HIFI-erősítő gépkocsiba

Ez a fejezet egy olyan egyszerű, első sorban gépkocsiban használható HIFI-minőségű hangfrekvenciás erősítő építését ismerteti, ami sok amatőr és műkedvelő igényének megfelel. A kapcsolás egyszerűsége folytán könnyen kivitelezhető, a termikus túlterhelés és a kimeneti rövidzár elleni védelme pedig gyakorlatilag tönkretelhetetlenné teszi. A gyakorlat igazolja ezt, mert az erősítőt többen megépítették olyan személyek is, akik először vettek forrasztópákát a kezükbe. Ha az áramkör nem kapott fordított tápfeszültséget, a szakzsargonnal élve, minden esetben „boldonbiztosnak” bizonyult.

Az URBÁN ELEKTRONIKA kiállításában, ami az 59. oldal hirdetésében megtalálható, több ehhez hasonló paraméterrel rendelkező erősítő is szerepel, melyek első pillantásra csak az árukban különböznek egymástól. Tüzetesebb vizsgálat alá vetve azonban lényeges különbségeket találunk közöttük, amelyek a tápfeszültség-tartomány, a terhelés értéke és a kivethető teljesítmény közötti összefüggésben mutatkoznak meg.

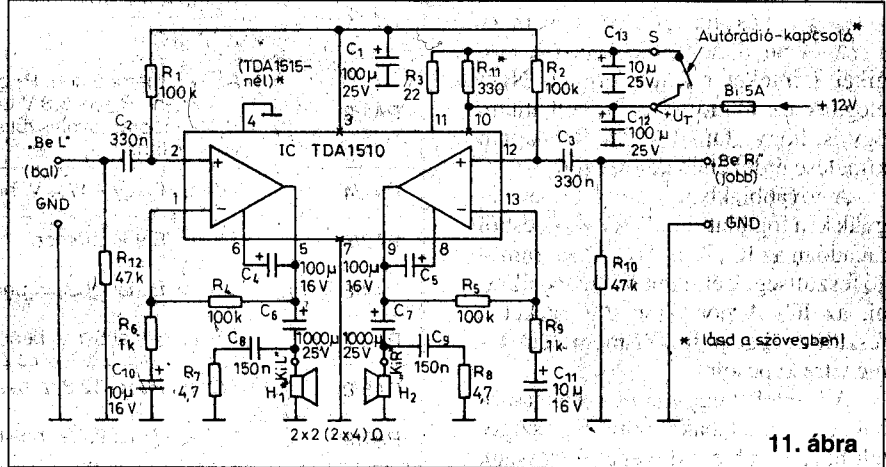
A most bemutatott erősítő lelke egy 13 lábú SIL tokozású IC, melynek típusa TDA1510 vagy TDA1515. A két IC paramétereit és lábkiosztását tekintve szinte azonos. Egy apró eltérés azért van: a TDA1515 integrált hangszóróvédelemmel rendelkezik, ami akkor működik, ha a 4. lábat földre kötjük. A nyákon ez nincs megoldva, ezért utólag egy rövid huzaldarabkával kell pótolni. Mind a két IC két azonos felépítésű, de egymástól független erősítőt tartalmaz. A monolit technológiával készült B-



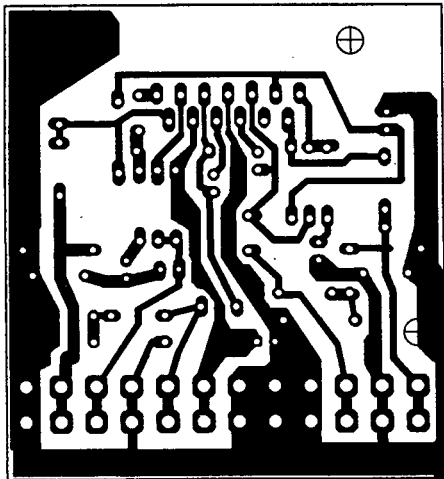
osztályú erősítők igen kedvező paraméterekkel rendelkeznek, a belső tömbvázlatuk a 10. ábrán látható. A rajzon a vastagon kihúzott vonal a jel útját mutatja. A TDA1515BQ lényegesebb paramétereit a 4. táblázatban találjuk meg.

illeszkedik a gépkocsiban történő felhasználáshoz, az akkumulátoros tápláláshoz.

A 11. ábrán mutatjuk be a végerősítő kapcsolási rajzát. A szerény alkatrészigényű erősítő működése igen egyszerű. A DC munkapontját a műveleti







12. ábra

erősítő jellegű IC saját maga állítja be, úgy, hogy a kimenete  $U_T/2$  értéken legyen. Az erősítést a bal csatornában az  $A_{ub} = 1 + R_4/R_6$ , a jobb csatornában pedig az  $A_{uj} = 1 + R_5/R_9$  összefüggés adja. Konkrét értékét 26 és 40 dB között bárhol felvehetjük. A 5–6. és a 8–9. lábak közé kötött  $C_4$  és  $C_5$  a bootstrap-kondenzátorok, amelyek a kivezérelhetőséget növelik. A K a „stand-by” kapcsoló. Ez az erősítő elektronikus ki-be kapcsolására szolgál. Ezt a funkciót használva nem kell nagyáramú kapcsolót alkalmazni, felhasználható erre a célra az autórádió kapcsolója is. Az  $R_{11}$  alaphelyzetben ezt a funkciót kiiktatja. Ha a külső kapcsolós letiltást igénybe kívánjuk venni, akkor az  $R_{11}$ -et ne ültessük be!

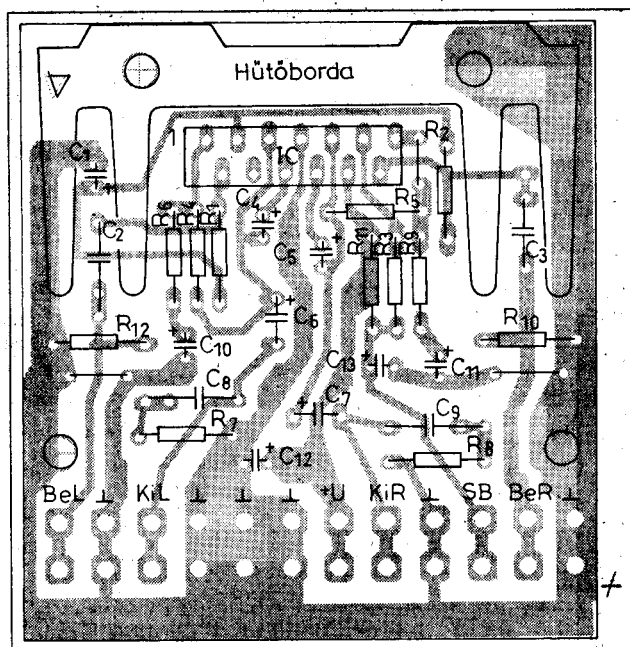
## 2.1. A sztereó erősítő szerelése, élesztése

Az egyszerű kapcsolástechnikájú erősítő panelja a 12. ábra nyákterve alapján amatőrközökkel is elkészíthető. Ha ez valakinek mégis gondot jelent, a mintadarab megtekintésével egybekötve az egész áramkör egységcsomagját megvásárolhatja az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben. Az árajánlat megtalálható a hirdetésünkben. A szerelésre, első bekapcsolásra, élesztésre érdemes odafigyelni, hogy a kellemetlen meglepetéseket elkerüljük. A 13. ábrán bemutatott beültetési vázlat alapján forrasszuk be az alkatrészeket! Néhány kondenzátor beültetéséhez több furat is készült a panelen, hogy különböző lábtávolságúak is beépíthetők legyenek ugyanabba a pozícióba. A beforrasztásnál erre figyeljünk, hogy a kondenzátor mindig a megfelelő furathelyekre kerüljön!

A beültetés során az IC-t hagyjuk utoljára. Az IC lábait a nyák furatának megfelelően óvatosan hajlítsuk két sorba, majd tegyük a helyére és a lábakat folyamatosan igazítsuk párhuzamos helyzetbe, hogy minél mélyebbre lehessen betolni! Ekkor még nem kell beforrasztani, mert először meg kell oldani a panel és az IC hűtőbordához történő rögzítését. A panelt az IC lába nem tartja meg úgy, hogy csak az IC-t rögzítjük a bordához, a panelt is rögzíteni kell. Ehhez az egységcsomagban

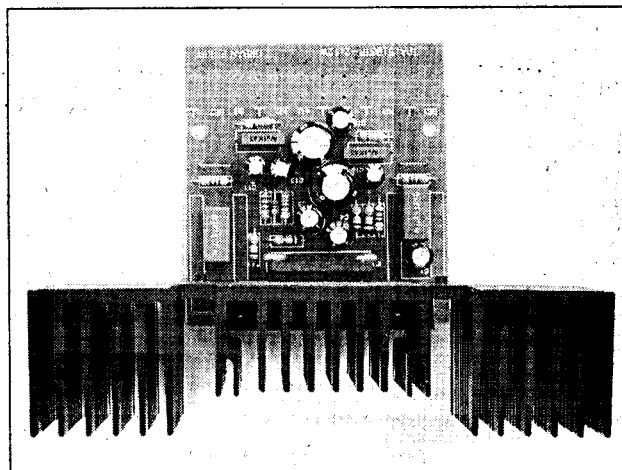
## 4. táblázat

Műszaki adatok	
Tápfeszültség-tartomány	6...18 V
Maximális kimeneti teljesítmény bootstrappal, $2 \times 2 \Omega$ -os terhelésen, 1 kHz-nél	9 W ( $+U_T = 14,4$ V; $k = 0,5\%$ ) 12 W ( $+U_T = 14,4$ V; $k = 10\%$ ) 7,5 W ( $+U_T = 13,2$ V; $k = 0,5\%$ ) 10 W ( $+U_T = 13,2$ V; $k = 10\%$ )
Bemeneti érzékenység	0 dBm
Nyílthurkú feszültség-erősítés	75 dB
Teljesítmény-sáv szélesség	30 Hz...40 kHz (-1 dB; $k = 0,5\%$ )
Frekvencia-tartomány a -3 dB-es pontok között	40 Hz...20 kHz
Bemeneti impedancia	1 M $\Omega$
Kimeneti effektív zajfeszültség	0,2 mV ( $R_G = 0$ ), 0,35...0,78 mV ( $R_G = 10$ k $\Omega$ )
Tápfeszültség-változás elnyomása	42...50 dB ( $f_{\text{hóp}} = 100$ Hz)
Áramfelvétel letiltott működésnél	10...100 $\mu$ A
Megengedett legnagyobb nyugalmi áramfelvétel	75 mA
Legnagyobb csúcsáram	4 A



13. ábra

14. ábra



mellékelünk egy nyákdarabot és csavarokat is. Ezt a paneldarabkát helyezük a bordák közé azon az oldalon, ahol a tüske keskenyebb! Az erősítő paneljén levő két furatot a bordák között jelöljük át a paneldarabra! A mellékelt lemezcsavarokhoz szükséges átmérővel fúrjuk ki és ezek segítségével rögzítjük a szerelt panelt a bordához. Ezután pontozóval jelöljük meg a hűtőbordán az IC-t rögzítő csavarok helyét! A megjelölt helyen Ø2,4 mm-es fúróval fúrjuk ki a bordát! A furat sorjázása után vágunk bele M3-as méretet és az egységcsomagban levő csavarokkal rögzítjük az IC-t is a hűtőbordához!

A mechanikai munka ezzel kész. Természetesen más rögzítési mód is alkalmazható, ha a leírtak az elképzelésünknek nem felelnek meg. Ha a rögzítés kész, akkor forraszunk be az IC lábait.

*Figyelem! TDA1515 alkalmazása esetén a 4. lábat egy huzaldarabbal a földre kell forrasztani!*

A kész erősítő fényképe a **14. ábrán** látható.

Ha minden elkészült, akkor ellenőrizzük még egyszer az áramkört, különös tekintettel a kondenzátorok polaritására! Az első bekapcsolásra csak akkor kerülhet sor, ha minden rendben van. Bekapcsolás előtt a tápfeszültség pozitív ágába kössünk egy ampermérőt! Ha ez nincs, akkor egy szofita izzót, olyat például, amelyet a gépköcsi féklámpájában használunk. Bekapcsolva a tápok, a jól működő erősítőnél az áramfelvétel terhelés nélkül nem több mint 120 mA, illetve az izzó nem világít. Az izzó világítása komoly hibát, zárlatot jelez, de megvédi az IC-t a károsodástól. Kéziműszerrel mérjük meg a kimeneti pont feszültségét az 5. és 9. lábon! Itt vezérlés nélkül, normális esetben a tápfeszültség felét kell mérnünk. Ha ez teljesül, kész az áramkör. Amennyiben rendelkezésünkre áll oszcilloszkóp és hanggenerátor, akkor ezekkel ellenőrizzük az átvitelt, hogy az a táblázatban feltüntetett értékeknek megfelelő-e! A kész áramkör huzalozásához párosával alakítottunk ki forrszemekeket, hogy minden bekötővezeték a beültetési oldal felől csatlakozhasson.

A végfok meghajtására az üzletünkben kapható sztereo előerősítőt ajánljuk. A két áramkörből HI-FI minőségű erősítő építhető. Jól használható meghajtásra a DOLBY surround előerősítő is (*Rádiótechnika 2000/11., 12.*). Ennek segítségével térhatású

hangképet varázsolhatunk nem csak a gépkocsiba, de akár a lakásba is!

Bármilyen saját készítésű áramköri egységet szerelünk be az autónkba, annak meglehetősen szigorú megbízhatósági követelményeknek kell eleget tennie. Erre vonatkozóan érdemes át tanulmányozni a *Hobby Elektronika 1993/5...10. számában* megjelent *Gépjármű-elektronikák építése* c. cikksorozatot.

### 3. Négyizzós futófény

A mikrovezérlők típusválasztékának növekedése és árának csökkenése lehetővé teszi, hogy olyan feladatokat bízzanak rá a fejlesztők, melyek korábban elképzelhetetlenek voltak. Jó példákat láthatunk erre az újkori áramkörökben, berendezésekben, ha azokat valamilyen céllal tüzetesen megvizsgáljuk. Meglepetést okoznak ilyenkor azok a kis 8 lábú IC-k, melyek a hagyományos ismeretek szerint valahogy nem illenek az adott áramköri környezetbe. Sok szakembert is meghökkent, hogy mit keres egy művelti erősítőnek tűnő áramkör kifejezetten digitális környezetben. Megfelelő katalógus és szakismeret nélkül ilyenkor szinte esélyünk sincs arra, hogy felderítsük, valójában mivel állunk szembe. Tovább nehezíti a helyzetünket, ha valaki az áramkör másolásának hardvervédelmét bízza egy ilyen nyolclábú kontrollelre.

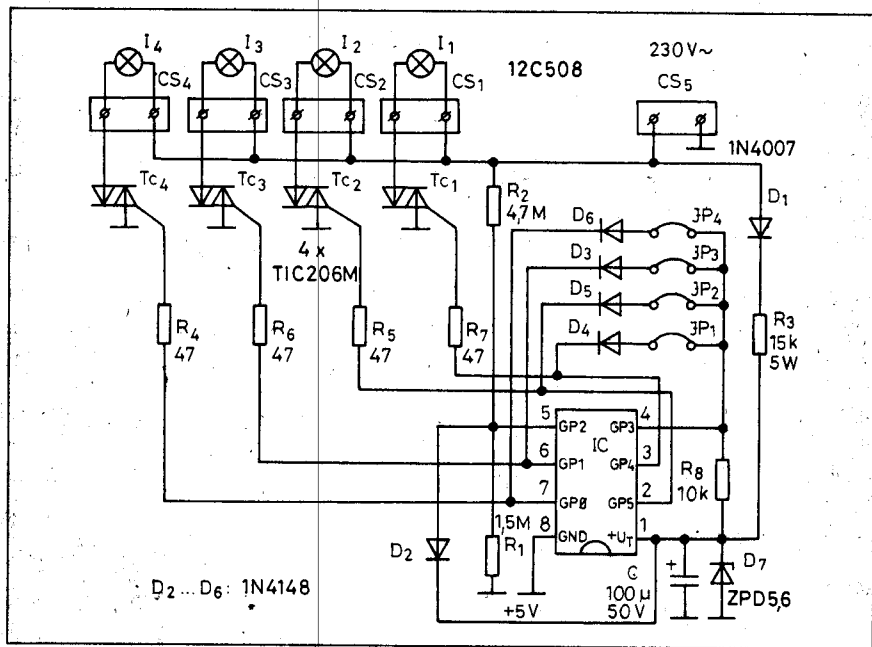
A most ismertetésre kerülő futófény iskolapéldája az ilyen tervezésű áramkörnek. Az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. programfejlesztője olyan szellemes programot írt egy ilyen első pillantásra műveleti erősítőnek látszó 8 lábú mikrovezérlőre, hogy az transzformátor nélkül, direkt módon a 230 V-os hálózatra kapcsolva megoldja a futófénnyel kapcsolatos feladatokat: nevezetesen a nullátmenet-képzést, a programválasztást és a triakvezérlést.

További előny az egyszerűség mellett még az ilyen mikrovezérlőre épülő berendezéseknél az is, hogy az egyszer megtervezett hardverrel nem kell többet foglalkozni, hiszen pusztán a vezérlőprogramok módosításával (azaz a mikrokontroller cseréjével) más és más feladatok ellátására képes.

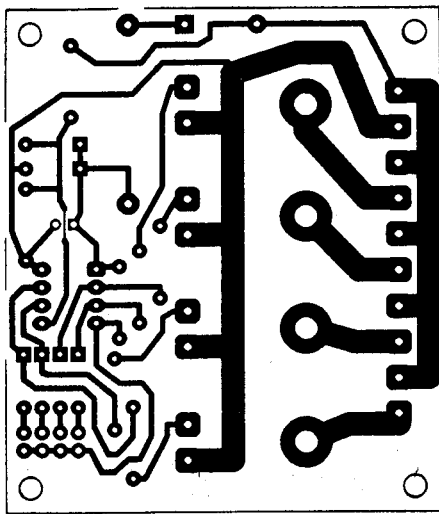
Az ismertetésre kerülő áramkörben a mikrovezérlő néhány külső alkatrészsel együtt alkalmas négy, egyenként 4 A áramfelvételi „ohmos” terhelés (pl. izzólámpa) kapcsolgatására a mikrovezérlő programja szerint. Mivel a kapcsolás négy programválasztó jumpert (rövidre zárható tűskepárt) is tartalmaz, a lehetséges variációk 16 különböző program közül teszik lehetővé a kívánt effekt kiválasztását (pl. futópont jobbra, balra, oda-vissza stb.)

#### 3.1. Az áramkör működése

A mikrovezérlőre a **15. ábrán** látható kapcsolási rajz alapján négy, funkció-



15. ábra



16. ábra

nálisan jól elkülöníthető egység kapcsolódik:

- táprész: R<sub>3</sub>, C, D<sub>1</sub>, D<sub>7</sub>,
- hálózati nullátmenet-detektor: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>,
- programválasztó rövidzárcapcsok: R<sub>8</sub>, Jp<sub>1</sub>...Jp<sub>4</sub>, D<sub>3</sub>...D<sub>6</sub>,
- triakos kimeneti egység: R<sub>4</sub>...R<sub>7</sub>, Tc<sub>1</sub>...Tc<sub>4</sub>.

A GP2-es portláb az R<sub>1</sub> és az R<sub>2</sub> ellenállásból álló feszültségosztón keresztül csatlakozik a hálózati feszültségre. A portot a D<sub>2</sub> dióda védi a feszültségtranszienszeketől.

A táprészben a D<sub>1</sub> egyenirányító dióda az R<sub>3</sub> teljesítmény-ellenálláson keresztül tölti a C pufferkondenzátort, melynek a feszültségét a D<sub>7</sub> Z-dióda stabilizálja. Ez az egyszerű táp tökéletesen megfelel a kis fogyasztású mikrovezérlőnek, ezért lehetővé vált a hálózati transzformátor elhagyása, ezen keresztül a kész áramkör méretének, a súlyának és az árának a csökkentése.

Hálózati nullátmenet-detektor alkalmazása fontos az izzók élettartamának meghosszabítása miatt, mert lehetővé teszi a ki-be kapcsolgatott izzók lágy indítását. Áramkörileg ez is nagyon egyszerű megoldás, mert a szoftver végzi a lényegi munkát. A GP2-es portláb az R<sub>1</sub> és az R<sub>2</sub> nagy ellenállású osztón keresztül csatlakozik a hálózati feszültségre. Az osztót csak a PIC GP2 bemenete „terheli”. Ezen keresztül szinkronizálja a hálózat nullátmenetét a programhoz.

Az IC<sub>1</sub> mindössze 8 lábú. Ebből kettőt elhasznál a táp, egyet a nullátmenetképző, négyet pedig a triakvezérlő. Mindössze egy láb marad, amivel ki kellene választani a 16 program valamelyikét. A nullátmenet képzéshez ha-

sonlóan ez a feladat is egy szellemesen megírt rutinnal valósult meg úgy, hogy a tervező a triakvezérlő lábakat szoftveresen kettős feladattal látta el. Most megint csodálkozhatunk azon, hogy mire képes ez a nyolclábú IC!

A programválasztás következőképpen zajlik le. Az R<sub>8</sub> ellenállás a mikrovezérlő 4-es lábát, azaz a GP3-at, ami mindig bemenetként működik, +5 V-ra húzza fel. A nullátmenet környezetében a triakvezérlő kimeneteket magas szintre állítjuk, majd egyenként egy pillanatra nullára húzzuk. A D<sub>4</sub>...D<sub>6</sub> diódán keresztül a felhelyezett rövidzárhidak nullára húzzák a GP3-at, ahol viszont a rövidzár hiányzik, a port magas szinten marad. Ezáltal a GP3 bemenet szintjének változásából a controller kiszámítja jumperek helyzetének megfelelő kombinációt. A kombinációhoz tartozó fényjátékokat az 5. táblázat mutatja.

A programválasztás feladata a nullátmenet környezetében lezajlik. Ezután a program szerinti sorrendben és sebességgel következik a triakok gyújtása. A triakok nyitóáramát a gate-jükre kötött ellenállások korlátozzák, illetve a gyújtás után ugyanezen ellenállások húzzák le a földre.

### 3.2. A szoftver működése

A tápfeszültségre csatlakoztatás után a mikrovezérlő belső Reset-áramköre in-

dítja a vezérlőprogramot. A program induláskor beállítja a megfelelő adatirányokat (inicializálás). Ezután a vezérlő GP2 bemenetén a szoftveres nullátmenet várakozás hurok segítségével rászinkronoz a hálózati frekvenciára. A program működését a továbbiakban már a hálózati periódusváltás fogja vezérelni a következőképpen:

1. A hálózati periódusváltás előtt, amikor a triakok még nem kapcsolnak be, leteszteli a rövidzárhidak állapotát és annak megfelelően téríti el a programot a megfelelő irányokba.

2. Körülbelül 250 µs-mal a periódusváltás után a program által meghatározott triakokat bekapcsolja.

3. A triakok gyújtása után újabb 250 µs-mal az összes triakon megszűnteti a gate-áramot. A tapasztalat azt mutatja, hogy az így létrejövő 250 µs-os gyújtóimpulzus elégséges a triakok stabil begyújtásához, de nem fogyaszt el túlságosan nagy energiát a tápegységből.

4. Ezután következik a tényleges programvégrehajtás, amikor is eldől, hogy a következő periódusban mely triakokat kell begyújtani.

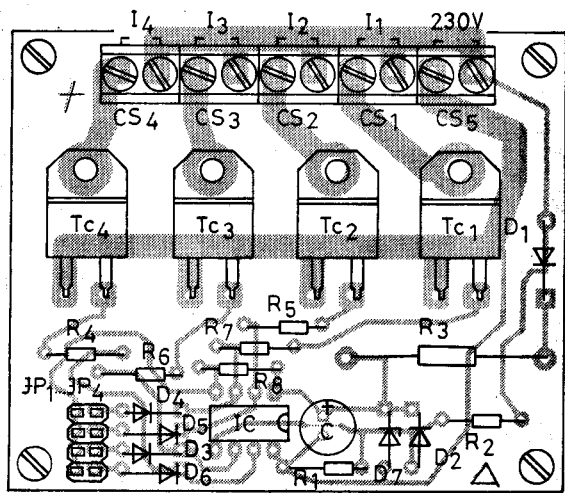
5. Megfelelő késleltetés után a program ciklikusan visszatér az első pontra.

### 3.3. A futófény szerelése, élesztése

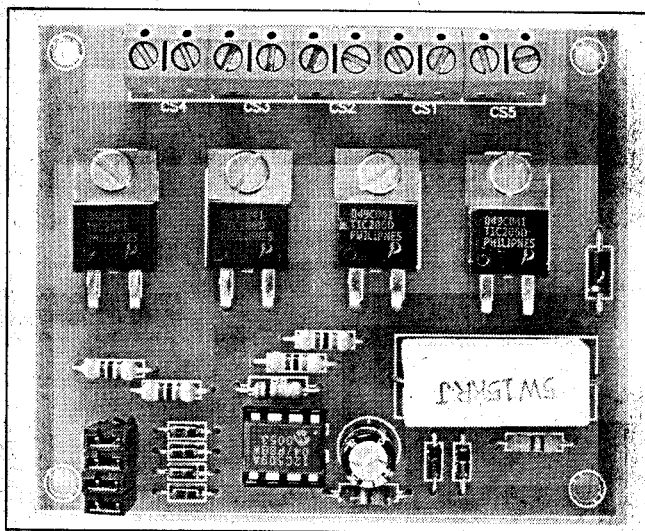
A futófény nyákterve a 16. ábrán látható. Ez alapján a kisméretű, egyolda-

5. táblázat

Jp <sub>1</sub>	Jp <sub>2</sub>	Jp <sub>3</sub>	Jp <sub>4</sub>	Programszám	A program leírása
0	0	0	0	0	Egy lassan jobbra futó fénypont
1	0	0	0	1	Egy gyorsabban jobbra futó fénypont
0	1	0	0	2	Egy gyorsan jobbra futó fénypont
1	1	0	0	3	Egy nagyon gyorsan jobbra futó fénypont
0	0	1	0	4	Egy lassan balra futó fénypont
1	0	1	0	5	Egy gyorsabban balra futó fénypont
0	1	1	0	6	Egy gyorsan balra futó fénypont
1	1	1	0	7	Egy nagyon gyorsan balra futó fénypont
0	0	0	1	8	Egy lassan jobbra futó „alvó” pont
1	0	0	1	9	Egy gyorsabban jobbra futó „alvó” pont
0	1	0	1	10	Egy gyorsan jobbra futó „alvó” pont
1	1	0	1	11	Egy nagyon gyorsan jobbra futó „alvó” pont
0	0	1	1	12	Gyorsulva, majd lassulva futó fénypont
1	0	1	1	13	Növekvő, majd csökkenő számú világító pont
0	1	1	1	14	Mint a 13., de nagyobb sebességgel
1	1	1	1	15	Oda-vissza futó, gyorsuló-lassuló fénypont



17. ábra



18. ábra

las panel amatőr eszközökkel is elkészíthető. Ha a nyákkészítés valakinek gondot jelent, a panelt a komplett egységcsomagjával együtt megvásárolhatja az **URBÁN ELEKTRONIKA** szaküzletben, ahol a működő mintadarab is megtekinthető. Az üzlet címe és árajánlata az egészoldalas hirdetésében megtalálható.

A szerelésre, az első bekapcsolásra, élesztésre érdemes odafigyelni, hogy a kellemetlen meglepetéseket elkerüljük. Az alkatrészeket a **17. ábra** alapján ültessük be! A hálózati feszültségen levő csatlakozópontok számára érdemes csavarszorítású nyák-sorkapcsokat beforrasztani. Körültekintő építés után a készülék indítása semmilyen beállítási műveletet sem igényel. A panel fotóját a **18. ábrán** láthatjuk.

*Figyelem! A készülék nincs leválasztva a hálózatról; bekapcsolt állapotban bármely pontjának érintése áramütést okoz illetve a mikrovezérlő meghibásodásához vezethet! Méréseket csak leválasztó transzformátor alkalmazásával szabad végezni! A kész áramkört csak bedobozolva szabad működtetni!*

érdekesebb témáiból néhányat megemlítsék. A címnek megfelelően most is hasonló szolgáltatású áramkört ismerettünk, de ez most valami új lesz. Az UMC cég egyik érdekes áramkörét felhasználva nem diszkrét elemekből állítjuk elő a természetben előforduló érdekes hangokat, hanem egy PCM-technikát alkalmazó funkcionális IC segítségével. Ez lehetővé teszi a hangok szinte élethű reprodukcióját, az egyszerű utánépítést, valamint azt, hogy egy IC-vel többféle hang és ezek kombinációja is előállítható. Minderről bárki meggyőződhet, ha eljön az **URBÁN ELEKTRONIKA** szaküzletbe, ahol a működő mintadarabot megtekintheti, meghallgathatja és ha megtetszik, meg is vásárolhatja annak egységcsomagját.

#### 4.1. Az áramkör működése

Az új szintetizátor igen egyszerű felépítésű. A kapcsolás lelke az UM5010 típusú hangszintetizátor IC. Ez a programjától függően több, néhány másodperc hosszúságú hangot képes előállítani. A

szintetizálendő hangok mintáit egy maszkprogramozott ROM-ban tárolja.

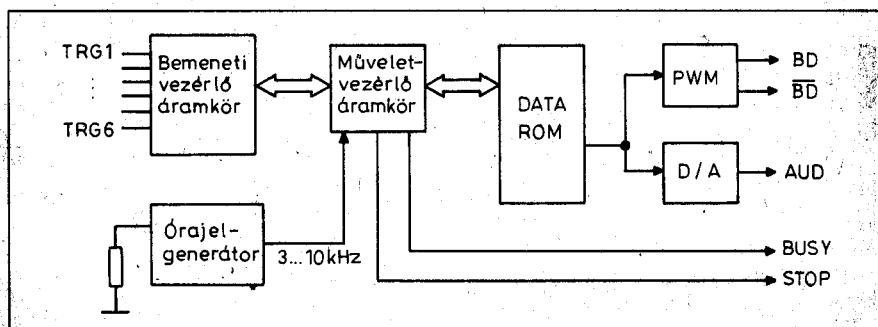
Az IC erősen leegyszerűsített tömbvázlata a **19. ábrán** látható. A tárr triggerlábak számának megfelelő számú részre van osztva. Az egyes részek a TRGx triggerbemeneteken keresztül aktivizálhatók. Valamelyik triggerbemenetre kötött nyomógombot működtetve a felfutó élre megindul a hozzátartozó hang lejátszása. Az oszcillátorra kötött külső potméter vagy fix ellenállás segítségével állítható be a mintavételi frekvencia.

A tömbvázlatból adódik, hogy ezzel az integrált áramkörrel működő szintetizátor felépítése rendkívül egyszerű (**20. ábra**). A működtetéshez mindössze a 6 db nyomógomb és egy ellenállás elégséges lenne.

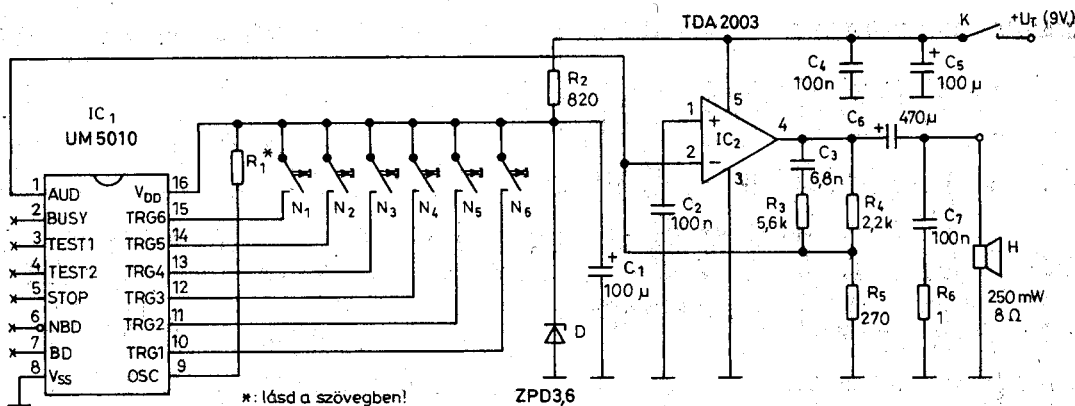
Az IC kétféle hangfrekvenciás kimenettel rendelkezik: a BD és a -BD kimenetre közvetlenül egy kis piezosugárzó köthető, az AUD kimenet pedig erősítőre vezethető. Nagyobb hangerő elérése érdekében nyilván ez utóbbit érdemes használni. A továbbiakban

## 4. Hangszintetizátor

Az olvasók mindig nagy érdeklődéssel fogadták az olyan áramköröket, amelyek különböző, a természetben és a környezetünkben gyakran előforduló hangokat állítottak elő. Jó példa erre a kutyaugatás szintetizátor, a Villanykanári, a Szúnyogriasztó, az állathang szintetizátor stb., hogy az elmúlt évek



19. ábra



20. ábra

csak ezzel a kimenettel foglalkozunk, hiszen a tárolt hangok csak tisztességesen felerősítve érdekesek.

Az erősítőnek célszerű valamilyen jó minőségű, könnyen kezelhető, egyszerű felépítésű végfok-IC-t használni. Ilyen a TDA2030 vagy a TDA2003. Kapcsolásunkban ez utóbbit alkalmaztuk. Az erősítő meghajtása az UM5010 AUD kimenetéről történik. Erre a lábra a token belül egy digitál/analog átalakító csatlakozik, amelynek a kimenőjele áram, 2 mA középértékkel, ha a kimenet 0,7 V potenciálon van. Az R<sub>2</sub> ellenállás értékének módosításával változtatható az IC órajelének frekvenciája és ezáltal a hangok lejátszási sebessége. A szabályozási tartomány

3...10 kHz. Ennek változtatásával lehet a valóságot legjobban megközelítő hangot beállítani.

A gyártó az UM5010-es IC több változatát állítja el-, amelyek egymástól csak a memóriában eltárolt hangokban különböznek. Mindegyik változathoz egy adott értékű R<sub>1</sub> ellenállást írnak elő (6. táblázat).

A TDA2003-as végfok minimális tápfeszültségigénye 8 V. Ezért az áramkör tápfeszültségének 9 V-ot választottuk, mert így telepről is működtethető. Az UM5010 maximális tápfeszültsége azonban csak 5,5 V lehet, ezért ez egy Z-diódás stabilizátort igényel. A D 3,6 V-on rögzíti a tápfeszültséget.

seget. IC<sub>1</sub> az AUD kimenetén keresztül közvetlen csatolásban hajtja meg az IC<sub>2</sub>-vel felépített végfokot. A vezérlőáram a TDA2003 invertáló bemenetibe folyik, melynek virtuális potenciálja 0,7 V. A C<sub>2</sub> kondenzátor földeli a végfok neminvertáló bemenetét. Ha az IC<sub>1</sub> nincs bekötve, akkor az IC<sub>2</sub> kimenetén 4 V körüli feszültséget kell mérnünk. Az R<sub>4</sub> és az R<sub>5</sub> állítja be az OPA jellegű áramkör erősítését. A C<sub>6</sub> csatolókonkondenzátor leválasztja a hangszórót a kimenet DC-szintjéről. Az R<sub>3</sub> és a C<sub>3</sub> az átviteli frekvenciasávot korlátozza. Az R<sub>6</sub> és a C<sub>7</sub> a végfok gerjedését akadályozza meg.

Az R<sub>4</sub>-gyel beállított erősítés a rajz szerint olyan, hogy a végfok 9 V-on a

# PMR446

a Megoldás



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

Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!

### Közös jellemzők:

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

### Rendelhető tartozékok:

tokok, fejbeszélő-készletek,  
akkuk, akkutöltők

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

## Aktuális választék és árák a legfrissebb

# RÁDIÓTECHNIKA

# és Elektronika lapszámokban!

A PMR446-os kézi adó-vevők és tartozékaik megrendelhetők, illetve megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában:

Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P: 9-14<sup>h</sup>  
Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603.  
Tel./fax: 239-4932/36 m., 239-4933/36 m.  
E-mail: hambazar@radiovilag.hu

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



# ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK

**MŰSZERVÁSÁR! SZAKÜZLETE ADÁSVÉTEL**



**URBÁN ELEKTRONIKA Kft.**

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

Naprakész árlistánk az interneten: [www.urbanelektronika.hu](http://www.urbanelektronika.hu)



Készletünkben több száz műszer áll vásárlóink rendelkezésére.  
Kérje naprakész részletes tájékoztatónkat faxon vagy levélben.

**ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK - KIPRÓBÁLT KAPCSOLÁSOK**  
A szerző által a Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában megjelentetett cikkek alapján.

## SZÁMÍTÁSTECHNIKA

Új téma	szerezett	egységcsomag
PIC égető	5 500 Ft	-
PIC in circuit debugger	9 500 Ft	-
PIC 16F87x fejlesztő kártya	9 500 Ft	-
PC szkóp (DSO)	49 000 Ft	-
IC teszter PC-hez	17 500 Ft	12 500 Ft
EPROM égető PC printerportra	19 500 Ft	14 500 Ft
EPROM égető belső kártyás	27 500 Ft	-
EPROM emulátor	9 900 Ft	6 500 Ft
EPROM törlő	7 500 Ft	4 500 Ft
80C535 fejlesztőrendszer	22 500 Ft	17 500 Ft
80C552 mikrokontroller kártya	10 900 Ft	7 900 Ft
8 csatornás mérésadatgyűjtő	9 900 Ft	7 500 Ft
Printerport duplázó PC-hez	6 500 Ft	3 500 Ft
Optocsatolt RS-232 adapter	-	3 000 Ft
I/O kártya PC-be: 48 vonal	9 500 Ft	7 500 Ft
IIC buszos 16 I/O	4 900 Ft	3 500 Ft
IIC buszos óra és eseményszámláló	4 500 Ft	3 000 Ft

## ZENE-HANGTECHNIKA

Visszhangosító (csomag/szerelt)	7 900/10 900 Ft
Dolby-surround HIFI-előerősítővel	8 500 Ft
ERTR3 előerősítő mono/sztereó	900/1 800 Ft
HIFI-sztereó előerősítő LM1036 IC-vel	4 500 Ft
RIAA korrektor IC-vel	1 900 Ft
Fuzz box dinamikus torzító	2 900 Ft
HDST-3 hard torzító	2 900 Ft
Kapcsoló áramkör + doboz a torzítókhoz	1 600 Ft
Diszkó keverő, 4 csatornás, sztereó	4 500 Ft
Elektroncsöves előerősítő	4 500 Ft
ElektroncsövesRIAA korrektor	6 500 Ft
Elektroncsöves torzító	5 500 Ft
14 W mono/sztereó erősítő	990/1 990 Ft
2x12 W, 24 W profi erősítő kocsiba	3 000 Ft
2x25 W sztereó erősítő (TDA7265)	3 000 Ft
80 W mono erősítő (BD tranzisztorokkal)	3 500 Ft
60 W mono HIFI-erősítő (VMOS)	5 500 Ft
80 W subwoofer erősítő, hangolható	6 500 Ft
Subwoofer aktív szűrő (hangolható)	4 500 Ft

2x50 W HIFI-sztereó erősítő STK496-tal	5 500 Ft
2x40 W sztereó erősítő	4 000 Ft
Quad 405 100 W-os HIFI-erősítő	5 500 Ft
Quad 405 200 W-os HIFI-erősítő	9 500 Ft
300 W VMOS HIFI-erősítő	17 600 Ft
Védelem végfokokhoz	2 900 Ft
Háromutas aktív hangváltó	4 500 Ft

## FÉNYTECHNIKA

8x8 Fénymátrix vezérlő panel	3 500 Ft
Fénymátrixhoz LED panel (64 db, 10 mm)	5 500 Ft
Futófény 8 bites TTL kimenet	2 500 Ft
Futófény nx4 lámpás, 220 V-ra	3 500 Ft
Fényorgona, 3 csatornás	4 500 Ft
Mono kivezérlésjelző 12 LED-es	1 900 Ft
Intelligens sztereó kivezérlésmérő	7 500 Ft
Knight rider futófény	3 500 Ft
Diszkó stroboszkóp	4 500 Ft
Teljesítményszabályzó 220 V/4 A	1 900 Ft

## HOBBI ELEKTRONIKA

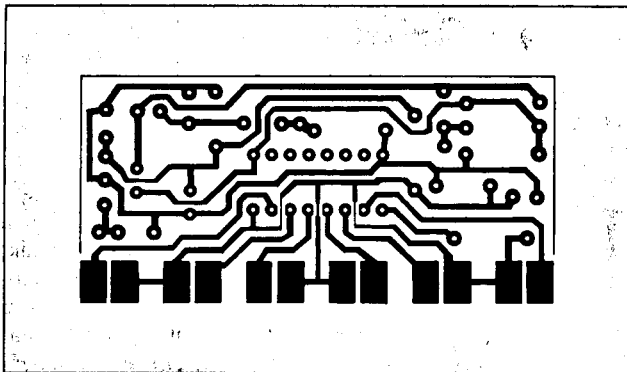
Dallamgenerátor Z80-nal	2 500 Ft
Dallamgenerátor UM66Txx	990 Ft
Hangutánczó: kocsí, rap, vízcsobogás	1 900 Ft
Hőfokszabályzó 0...100 °C	3 500 Ft
Analóg szövegároló (16, 20 mp)	4 500 Ft
Időzítő 555 IC-vel 0,1...10 percig	1 900 Ft

## MŰSZEREK

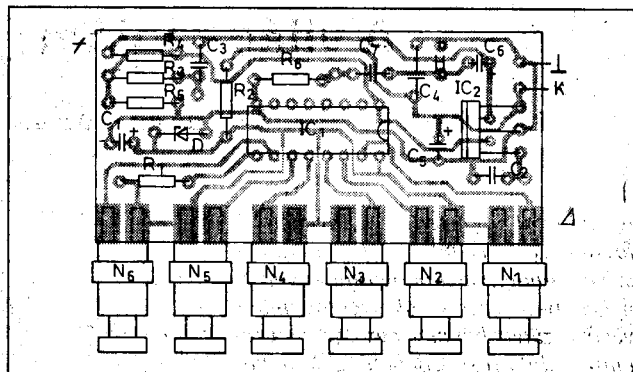
Képmintagenerátor/PAL-kóder	2 900/3 500 Ft
Függvénygenerátor 10 Hz...100 kHz	7 500 Ft
Frekvenciamérő: 25 MHz, TTL szint	5 500/7 500 Ft
Wien-hidas szinuszgenerátor	4 500 Ft
Induktivitásmérő adapter	4 500/7 500 Ft
Elektroncső teszter	7 500 Ft

Az egységcsomagok árai az ÁFÁ-t tartalmazzák. Az árváltoztatás jogát fenntartjuk.

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



21. ábra



22. ábra

## 6. táblázat

UM5010-07	UM5010-08
N <sub>1</sub> : hullámverés, sírályok hangjával.	N <sub>1</sub> : RAP (a hangkésztet, egymás után)
N <sub>2</sub> : tücsökciripelés és békabrekegés	N <sub>2</sub> : scratch
N <sub>3</sub> : folyócsobogás és madárcsiripelés	N <sub>3</sub> : orchestra
N <sub>4</sub> : hullámverés	N <sub>4</sub> : csengő
N <sub>5</sub> : madárcsiripelés	N <sub>5</sub> : „ah!”
N <sub>6</sub> : sírályok hangja	N <sub>6</sub> : „down!”
R <sub>1</sub> = 270 kΩ	R <sub>1</sub> = 120 kΩ

8 Ω-os, 0,25 W-os hangszórót maximálisan kivezérel. Ha növelni akarjuk a kimeneti teljesítményt, akkor emelni kell a tápfeszültséget. Ezzel együtt cseréljük ki az R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> ellenállást 2,7 kΩ-ra, illetve 33 Ω-ra! Ha ez sem lenne elég, akkor cseréljük az R<sub>4</sub>-et 3,3 kΩ-ra! Az utóbbi két esetben előfordulhat, hogy az UM5010 paramétereinek szórása következtében kissé torz lesz a hang, ezért mindenki az ízlése szerint válassza ki a legjobban megfelelő megoldást!

### 4.2. Szerelés, élesztés

A cikk elején, a bevezetőben említettem, hogy ez az IC nem igazán elterjedt áramkör. Tudomásom szerint az UMC-n kívül nem létezik gyártója, a beszerzése ezért nem lesz egyszerű. Azért hívom fel erre a figyelmet, hogy ne pazarolja senki az idejét felesleges és reménytelen utánajárással! Az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben vásárolható egységcsomag megszünteti a beszerzési gondot. Itt a működő mintadarab meghallgatása után megvásárolható az IC vagy a komplett egységcsomag, amiben a panel is benne van.

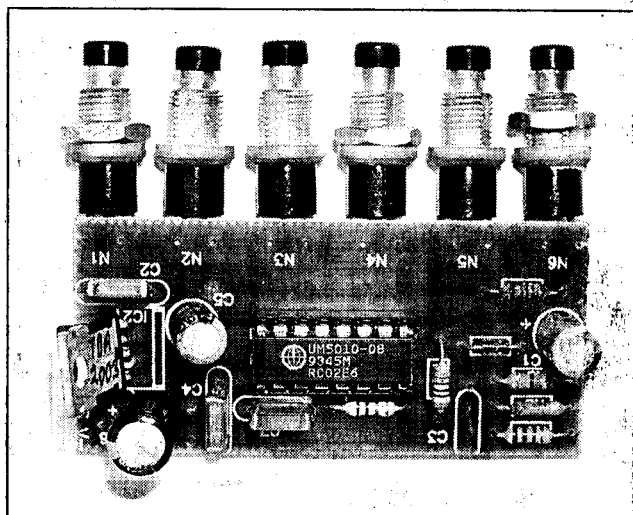
A panelt (21. ábra) a kontúrja mentén igazítsuk méretre, majd a 22. ábra alapján tetszőleges sorrendben forrasszuk be az alkatrészeket! IC<sub>1</sub> részé-

re ültessünk be foglalatot! Ezt azért is ajánlott, mert lehetővé teszi az UM5010 minden változatának kipróbálását. A panelre a beültetési rajz alapján felforrasztható a hat működtető nyomógomb is; a megnövelt forrasmek erre szolgálnak. Ezzel elkerülhető a sok kábelezés és megoldódik a szerelt panel dobozhoz való rögzítése is, mivel a nyomógombok menetes nyakrésze ezt stabilan biztosítja. Az így szerelt panel a teleppel és a hangszóróval együtt kényelmesen elfér egy kisebb méretű műanyag dobozban. Az N<sub>1</sub>...N<sub>6</sub>

nyomógomb felerősítéséhez szükséges furatokat jelöljük be a dobozon és a menetes nyakaknak megfelelő átmérőjű fúróval fúrjuk ki! A K kapcsolót a hangdoboz nyomógombokkal szembe eső oldalára célszerű rögzíteni.

Az alkatrészek beforrasztása után, az IC<sub>1</sub> foglalatba helyezése előtt kapcsoljunk 9 V-os tápot az áramkörre! Az IC<sub>2</sub> 4. lábán ekkor 4 V körüli feszültséget kell mérnünk. A táp kikapcsolása után helyezzük az UM5010-et a foglalatba, majd kapcsoljuk vissza a tápot és nyomjuk le az egyik nyomógombot! Ekkor valamelyik hang megszólal. Ha nem megfelelő a hang lejátszásának a sebessége, akkor az R<sub>1</sub> cseréjével azt módosítani lehet. Kísérleti jelleggel érdemes az ellenállás egyik végét a panelből kiemelni és sorba kötni vele egy 220 kΩ-os potenciométert. Ezt állítgatva biztosan megtaláljuk a legjobban tetsző hangzást. A potenciométer akár véglegesen is bekötve maradhat, az áramkör működésében problémát nem okoz.

A szerelt panel fotója a 23. ábrán látható.



23. ábra

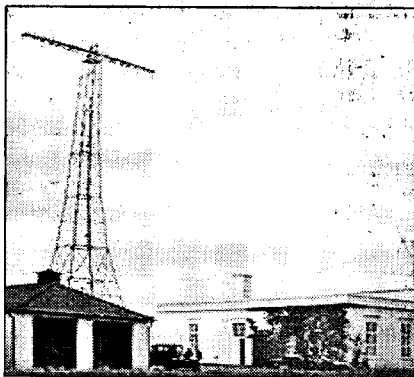
# A világ rádiómúzeumai: Grimeton

Balás B. Dénes távközlési technikus

A rádióval szeretettel, szenvedéllyel foglalkozó szakemberek és amatőrök szívét mindig megdobogtatja egy gyönyörű, 6–8 lámpás, sokforgatógombos vevőkészülék, hát még egy egész múzeumra való! Most azonban egy rendhagyó rádiómúzeumot, kivételesen egy adóállomást szeretnék bemutatni, amely a távoli Svédország egyik kis falujában található. Grimetonban, Varberg város közelében megőriztek egy 200 kW teljesítményű, működőképes, Alexanderson-féle gépadót, azt rendszeresen karbantartják, kipróbálják és a látogatók nagyobb csoportjainak üzemszerű bemutatót tartanak.

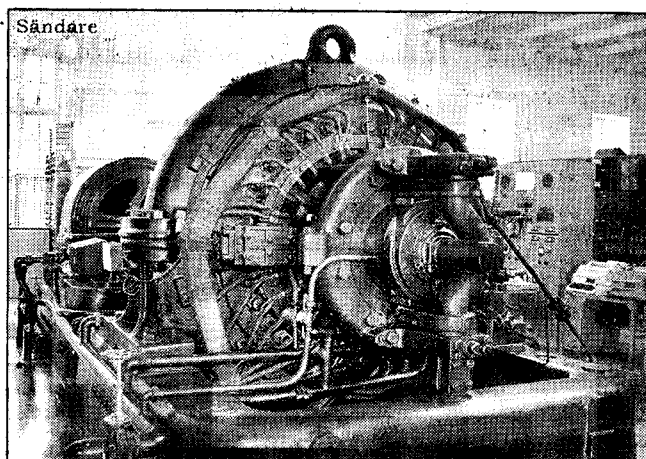
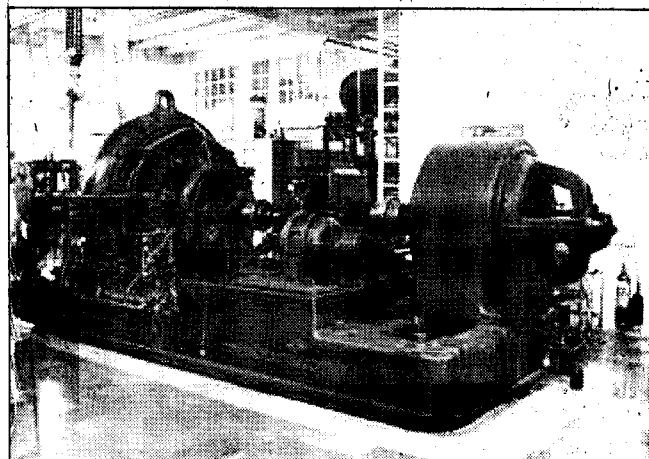
A berendezés neve az évek során keresztnévvé nemesedett, a vele foglalkozók egyszerűen *Alexandernek* (azaz Sándornak) hívják és alapítványuk, mely a berendezés megmentését és fenntartását tűzte ki céljává, „Vanföreningen Alexander” – vagyis „Alexander barátai” – néven van bejegyezve. Az alapítvány tagjai a rádióállomás egykori dolgozói és természetesen más olyan személyek, akiket megérintett ennek a nagyszerű technikának a varázsa. A munkacsoport részt vesz az áramkörök időszakos átvizsgálásától, a gépek gondozásán keresztül a bemutatók megtartásáig, minden tevékenységben.

A berendezés története a huszadik század elején kezdődött. Egy tehetséges svéd fiatalember, *Ernst Alexander-*



*son* mérnök (1878–1975), 1901-ben az Egyesült Államokba utazott és a General Electric cég alkalmazottja lett. 1904-ben megbízták a *Fessenden* professzor által elképzelt és kicsiben megvalósított nagyfrekvenciás generátor (más néven: alternátor) kifejlesztésével. A fejlesztés eredménye 100 kHz-en felüli frekvenciát adó forgógép, egy nagyteljesítményű, hosszúhullámú gépadó lett, mely az I. világháború alatti és utáni időkben kiválóan alkalmas volt a tengerentúli távközlésre. A legnagyobb teljesítmény, amit az Alexanderson-féle gépadóval elértek, 200 kW volt. Ebből a berendezésből több, mint húszat gyártottak. Az igazsághoz azonban hozzátartozik, hogy ezeket a nagy gépeket nem járatták 100 kHz-es frekvencián, hanem csak 17,20 kHz-en. A nagyobb üzembiztonság érdekében minden gépadónál két készlet forgógépet állítottak fel, így Grimetonban is.

Az I. világháborút megelőzően a távközlési tapasztalatok azt mutatták, hogy Svédország atlanti-óceáni kapcsolatai nem működtek jól, ezért – a megnövekedett táviratforgalom ellátására – 1920-ban maga a svéd parlament határozott egy rádiótávíró adó- és vevőállomás létesítéséről. Az állomás helyének kijelölésénél figyelembe vették, hogy a rádióhullámoknak Norvégia déli részén, Dánia északi részén és Skócián kell keresztül haladni, hogy a tenger felett elérjék New Yorkot. A tengerparthoz közeli Grimetonnál minden oldalon szabad hely volt, nem akadályozta semmi a rádióhullámok haladását az óceán irányába. Bár viccként hangzik, az állomás elnevezésénél tekintetbe vették, hogy a *Grimeton* nevet az amerikaiak részéről könnyű kimondani. A nagy rádióállomást 1922-től 1924-ig építették és 1923 őszére az antennaárbocok kivételével minden készen volt, azonban a svéd vasmunkások sztrájkja miatt ezek vasszerkezete csak 1924-ben készült el. A hat antenntartó torony (árboc) egymástól 380 m-es távolsággal lett felállítva, egyenként 127 m magasságúak. A tornyok tetején 46 m-es vízszintes keresztkarok tartják a 12 szál vezetékét. A táviróforgalom 1924. december 1-jén indult 16,1 kHz-en (18600 m hullámhosszon), SAQ hívójellel, ám hamarosan változtatni kellett a frekvenciát 17,2 kHz-re (17400 m-es hullámhosszra). Amikor beindítják az adót, ma is ezen üzemel.



Az állomás hivatalos felavatása 1925 nyarán, a svéd király személyes jelenlétében történt. Nagy megtiszteltetés volt Alexandersonnak, hogy *V. Gusztáv királlyal* és más urakkal együtt, a király kocsiján érkezhettek az ünnepélyre. Az a fokozott érdeklődés, melyet a király jelenléte is jelzett, akkoriban más országokban is megmutatkozott, például élete során *Marconi* négy uralkodó jókívánságait fogadhatta és beszélgethetett a találmányairól.

A vevőállomást egy másik kis településen, Kungsbackában építették fel, de nem maradt meg, csak a fényképek és a stockholmi Telemuseum birtokában. Mindkét állomás, az adó és a vevő is, közvetlen kapcsolatban volt a Göteborgi Távíróhivatallal, ahol a bejövő és kimenő táviratokat kezelték.

A II. világháború alatt a grimetoni rádióállomás volt az egyetlen távközlési lehetősége Svédországnak a tengerentúllal, mivel a szomszédos országokat (Dániát és Norvégiát) a németek elfoglalták, a svéd kábeleket pedig lekapcsolták.

1938-tól, ahogyan a hosszuhullámú távíróforgalom lassan átadta a helyét a

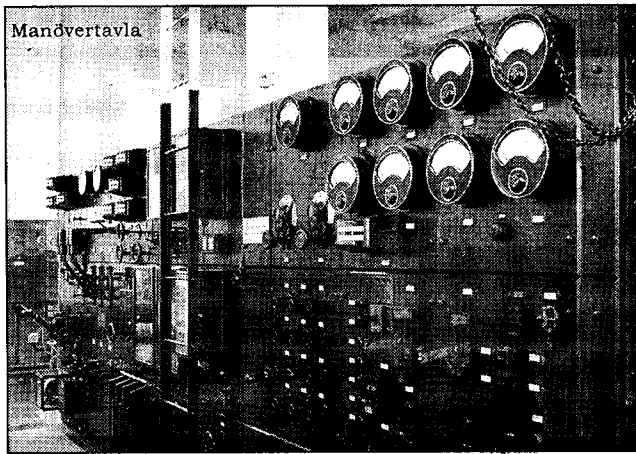
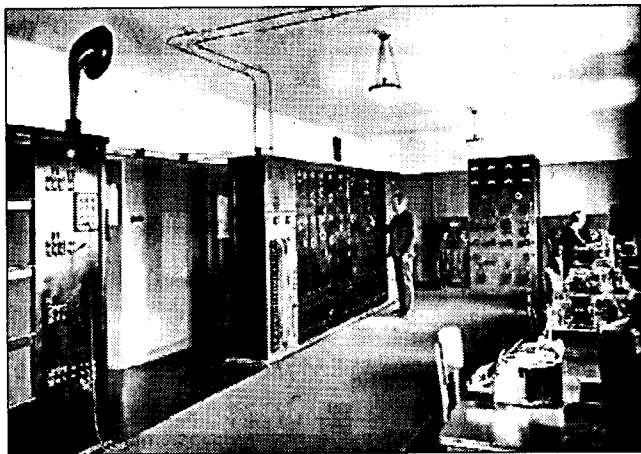
rövidhullámoknak, az RH-adók is bekerültek az állomásra. Jelenleg több rövidhullámú, valamint kisteljesítményű FM- és tévé-adó üzemel a Teila Mobil's grimetoni telephelyén, továbbá néhány mozgószolgálatnak is itt van a bázisállomása. (Valószínűleg a régi hosszuhullámú antennaárbocok közül az épülethez legközelebb állóra, továbbá az épület tetejére szerelték fel az RH- és az URH-antennákat.) A múzeum tucatnyi öreg rövidhullámú adóból és az Alexander két gépcsoportjából áll.

A grimetoni 200 kW-os berendezés az egyetlen megmaradt és működőképes nagyteljesítményű Alexandersongépado a világon. (Egyéb gépadokról sem nagyon tudunk.) Abban, hogy ezt a berendezést sikerült megőrizni a jelenkor számára, nyilvánvalóan része van a svédek jó anyagi körülményeinek, hagyománytiszteletének és az állomás svéd származásának. A létesítmény megőrzésével nem csak a műszaki berendezéseknek, hanem egy nagy svéd feltalálónak is méltó emléket állítottak. Alexanderson kiváló tehetségét 344(!) szabadalma is bizonyította.

„Alexander” utolsó említésre méltó üzemelése 1996. október 23-án délelőtt 9.00 és 9.30 között zajlott 17,2 kHz-en, a régi hívójellel, amerikai rádióamatőrök kérésére, akik előre felkészültek erre az időpontra és vették az adást. Az adó 1998. május 28-án is működött: *Karin Starin* úr, a megye kormányzója adta át a Svéd Ipari Örökség Díját az állomásnak. A bensőséges kis ceremónia 11.00 órakor kezdődött és befejezése után elindították az adót.

A látogatók először a közeli városban, Varbergben, a Varberg Tourist Office-t kell hogy keressék, akik szerződésben állnak az alapítvánnyal. A látogatási időpontokat (általában az esti órákra) ők szervezik meg. Telefonjuk: 0340-88770. A belépődíj felnőtteknek 10 korona. A múzeum honlapja az interneten így található meg: [www.telemuseum.se/Grimeton/](http://www.telemuseum.se/Grimeton/)

*Köszönettel tartozom Bengt Dagas mérnök úrnak a küldött fényképekért és Fülöp Péter mérnök úrnak a levelezésben nyújtott segítségért.*



## CSAK NÁLUNK! - RÁDIÓS KÖNYVEK - CSAK NÁLUNK!

Molnár György  
Molnár János élete  
\*  
70 év a Sándor utcában  
122 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
A színes televízió és  
a sztereó rádiózás  
224 oldal, 990 Ft

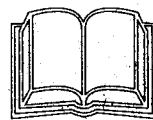
Érsek János HA2MP  
Rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
A kezdetektől 1944-ig  
280 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
A néprádiótól  
a műholdas televízióig  
300 oldal, 990 Ft

Heckenast - Horváth  
A stúdiók világa  
236 oldal, 990 Ft

Stefanik Pál HA5BT  
A magyar rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
története 1945-1955  
242 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
Megszólal a rádió  
300 oldal, 990 Ft



A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a szerkesztőségnél.  
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130, H-P. 09-14 óra ● Budapest, Pf. 603. H-1374 ● T./f.: 239-4932, 239-4933 ● [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)

# Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 5.

## Ládakészülékek és egyéb régiségek

Simoncsics László okl. villamosmérnök (simoncsics@freemail.hu)

A sorozat eddigi részeiben egy-egy készülécsaládról írtam, de igazi régiségekről még kevés szó esett. Ebben a cikkben az 1928 és 1932 közötti rendkívül színes időszak néhány tipikus készülékét szeretném bemutatni azzal a szándékkal, hogy akinek lehetősége van rá és be tud szerezni néhány szükséges alkatrészt, építse is meg, vagy legalább külsőleg utánózza ezeket az egyszerű vevőket. A detektoros vevőket azért hagytam ki, mert 2002-ben már írtam róluk a Rádiótechnikában.

könyvkinálatot nem óhajtom ismertetni, de az irodalomjegyzékben ebből az időszakból többet megemlítek.

A szaklapok 1:1 méretarányú huzalozási terveket (kék fénymásolatok) mellékeltek. Ezeket az előlapra és a szerelőlapra csak rá kellett fektetni, onnan az alkatrészek pontos helyét átjelölni, így a huzalozást könnyebb volt követni. A kereskedők teljes alkatrész-készleteket (kiteket) árultak a gyári ké-

szülékeknel jóval olcsóbban. Az amatőr előállítású készülékek után nem kellett a csövenként felszámolt, jelentős szabadalmi díjakat fizetni.

Nem véletlen, hogy a rádióelőfizetők száma is ebben az időszakban nőtt a legdinamikusabban, az 1927. év végi 83 ezerrel 1931. év végére 325 ezerre [2]. Ehhez a 20 kW-os „nagyadó” 1928-ban történő üzembe helyezése is hozzájárult. A készülékek nagyobb há-

1. táblázat. Gyári vevőkészülékek az 1928–32. évekből

Telefongyár	Standard	Orion	Philips
<b>1928–1930</b>			
Gloria (h.sz.) 2+1	Standardin 4+1	7023(h.sz.) 2+1	Kiskombináció 2515 2+1
Gloria (h.sz.) 2 cs.=	3A 3+1	7033(h.sz.) 3+1	Luxus 2511 4+1
Gloria3 (h.sz.) 3+1	3B 3cs.T.		Modernvevő 2514 3+1
Gloriett 2+1			Modernvevő 2524 3cs.=
Luxor 3cs.T.			Modernvevő B2502 3cs.T.
Telodyn 3cs.T.			
Stabilodyn 3+1			
<b>1930–1932</b>			
ABC930 3+1	Rex 5+1	7025 (h.sz.) 2+1	2517 2+1
Splendid 6+1(szuper)	2A (h.sz.) 2+1	7026, 7029 (h.sz.) 2+1	2523 2cs.=
Corona 4+1	3X 3+1	7028 (h.sz.) 2cs.=	Mestermű 2531 3+1
Olimpikon (h.sz.) 4+1	3XD 3cs.=	7015 2+1	Mestermű 2531G 3cs.=
Budapest (Akcio) (h.sz.) 2+1	3AL 3+1	7016 (h.sz.) 2+1	2802 4cs.T.
	Lord (h.sz.) 3+1	7034 (h.sz.) 3+1	2540(h.sz.)4cs.T.
	Szuper Rex 8+1(szuper)	7035, 7036 3+1	2811 (h.sz.) 4+1+gramofon
	2XD (h.sz.) 2cs.=	7050 (h.sz.) 5+1	930(h.sz.)3+1
		7037 (h.sz.) 3+1	SuperSelectodyn (h.sz.) 5+1(szuper)
		7060 6+1(szuper)	
		7061 (h.sz.) 6+1(szuper)	

### Bevezetés

A húszas évek közepén a rádiózás még az újdonság erejével hatott, az érdeklődés óriási volt és az emberek áhítattal hallgatták ezt az új csodát. Az évtized végére a hallgatók igényesebbé váltak, nem volt már elég a fejhallgató vétel és a tölcserés hangszórók torzítása is kezdte zavarni a zenehallgatókat. A jobb anyagi helyzetben lévő vásárlók és amatőr rádióépítők a helyi adó hallgatása mellett már ragaszkodtak a nagyobb európai adóállomások vételéhez.

A rádiós szakirodalom is rendkívül színes volt. Az 1924-ben megindult, *Lassz gallner Ernő* által szerkesztett *Magyar Rádió Újság* mellett, amely ebben az időben alakult át műszaki lapból műsorújsággá, az 1926-tól megjelent *(Magyar) Rádió Amatőr* havi folyóirat volt a készüléképítő és rövidhullámú rádióamatőrök fő információ forrása, de a *Rádióélet* műsoros hetilap és a *Rein István* által szerkesztett *Rádió Szaklap* mellett sok folyóiratnak volt rádiós melléklete [1]. A nagyobb gyárak (Orion, Philips), ugyancsak közzétették a maguk kiadványait alkatrészek kínálataival, de a kereskedők és a kisebb rádióüzemek is igyekeztek évente kiadni újabb prospektusaikat. Csak a fontosabbakat említem: *Márton Pál*, *Barta és Társa*, *Süss Nándor R. T.*, *Engel Károly* gyára (EKA). A gazdag



nyada még detektoros volt, és a világgazdasági válság hatása nem kedvezett a nagyobb csőszámú készülékek elterjedésének. De az 1–2 csöves vevők teljesítménye is ugrásszerűen javult a fejlesztők munkájának eredményeként.

Az alkatrész- és készülékfejlesztők lázasan dolgoztak, naponta születtek új megoldások. A cikk terjedelmét többszörösen meghaladná, ha ismertetném mindazokat az eredményeket, amelyek a készülékek teljesítményének, érzékenységének és szelektivitásának növelése érdekében születtek.

Az 1. táblázatban felsoroltam az időszak nagyobb gyárainak készülékeit a [3] és [4] forrás alapján. A csövezésük, illetve az eredeti csövek helyett alkalmazható Tungstram csövek listája ebből a két kiadványból megismerhető. Abban az időben külön gyártottak készülékeket egyen- és váltóáramú hálózatokhoz, beépített és külső hangszóróval. Ezek az adatok a táblázatban rövidítve találhatóak. A beépített hangszórók többsége ún. kiegyenlített mágnesű volt, de a drágább készülékekben megjelentek a dinamikus hangszórók (Telefongyár Olimpikon, Standard Lord, Orion 7050, Philips 2811 és Super Selectodyn). Egyes Orion készülékeknel több típusszámot találunk, ezeknek csak a vételi hullámsávjuk tért el.

A táblázatból látható, hogy nagy számú készülékről van szó, és akkor még nem említettük a többi cég (SRT, Astra, Martovox stb.) gyártmányait. A többség két- és háromcsöves készülék vagy ezek váltóáramú megfelelője. Az összes készülék részletes, kapcsolási rajz szintű ismertetése csak kollektív munka eredménye lehet. Ez folyik a Rádiógyűjtők Magyarországi Klubja (RMK) keretében, amelynek kiadványa, a Nosztalgia Rádió Hírújság már eddig közölte a táblázatban vastagon keretezett készülékek leírását. Ezen cikkben néhány egyszerűbb gyári, kisépítő és amatőr építésű készülék kerül bemutatásra, megkönnyítendő ezek restaurálását és korhű utánépítését. A kapcsolási rajzokat úgy válogattam össze, hogy a leggyakoribb, a tipikus megoldásokat tükrözzék, mind a telepes, mind a hálózati vevőknel.

Ezek a készülékek és roncsok kb. 70 évesek, azóta szinte minden fellelhető példányt többször átépítettek, eredeti alkatrészeit modernre cserélték, sokszor az eredetüket sem lehet megállapítani. Az előállítás éve sem határozható meg pontosan, hiszen a

gyárak – a konkurencia miatt – gyorsan tértek át az újabb típusokra, a megmaradt anyagkészletekből pedig a kisebb műhelyek és az amatőrök állították elő az olcsó készülékeket.

Tudom, hogy a gyűjtők egy része nem értékeli az ilyen „amatőrnek” nevezett készülékeket, de ha megpróbáljuk ezeket rekonstruálni, a régi készülékek által sugárzott különleges hangulat mellett megízlelhetjük az építő amatőrök sikerélményét is.

## Elektromos felépítés

Ha átnézzük az említett (Magyar) Rádió Amatőr folyóirat öt évfolyamát, akkor tapasztalhatjuk, hogy az építési leírások túlnyomó része is az 1...3 csövekkel foglalkozik. Ezeknek különböző fantázianeveket adtak, de lényegében a reflex és szuperkészülékeket kivéve az alábbi változatok fordultak elő a csőszámától függetlenül: a táplálás lehetett telepes vagy hálózati, a hálózati lehetett egyenáramú vagy váltóáramú.

A telepes egycsöves készülékekben vagy triódát, vagy kétrácsos csövet alkalmaztak visszacsatolt audion kapcsolásban. Az előbbi 90...120 V, az utóbbi 20 V anódfeszültséget igényelt. Ezek a készülékek csak a helyi adó fejhallgatóval történő vételére voltak alkalmasak. A kisebb telep miatt inkább az utóbbit alkalmazták hordozható készülékekben. A hálózati egycsöves (1+1-es), triódás visszacsatolt audionok a helyi adó vételénél mágneses, a végpentódás hasonló készülékek már dinamikus hangszórókat is tudtak működtetni. Az egycsöves vevők általában a kezdő amatőrök készülékei voltak.

A kétsöves telepes vevők tipikus felépítése: visszacsatolt audion és transzformátoros illesztésű végfokozat függetlenül attól, hogy kétrácsos csövet, vagy triódát alkalmaztak. A kétrácsos csövek itt is csak fejhallgató működtetésére voltak elegendőek (többnyire hordozható kivitelben). A nagyobb anódfeszültségű telepes vevők már hangszórós vételre is alkalmasak voltak, különösen végpentóda alkalmazása esetén. Ezeket a készülékeket úgy reklámozták, hogy „helyi vevők a vidék számára”.

A hálózati kétsöves (2+1-es) vevőknek két fajtája terjedt el. Az egyik, legegyszerűbb, egyben legolcsóbb mágneses-hangszórós helyi vevő („néprádió”), triódás audion és transz-

formátoros csatolású végtrióda vagy végpentóda szerkezetű. A másik, a „luxus” kivitel, árnyékolt rácsú vagy nagyfrekvenciás pentódás visszacsatolt audion és RC-csatolású pentódás végfok dinamikus hangszóróval.

A kétsöves készülékeknek csak a hangereje volt nagyobb, a vételképessége és a szelektivitása azonos volt az egycsövesekével. Főleg a telepes készülékeknel ez kevésnek bizonyult, ezért a gyárak szívesebben gyártottak háromcsöves telepes vevőket (lásd: TRT Luxor, Standard 3B, Philips B 2502). Ezeknél a kétfokozatú hangfrekvenciás erősítő (TRT, Standard) vagy még inkább a nagyfrekvenciás előerősítő alkalmazása (Philips) jelentős javulást eredményezett.

A hálózati háromcsöves (3+1-es) egyenes vevőknel még nagyobb a változtatosság. Az első fokozat lehet triódás visszacsatolt audion vagy anódkönyök demodulátor, árnyékolt rácsú vagy pentódás nagyfrekvenciás előerősítő, a második fokozat lehet RC-csatolású hangfrekvenciás erősítő vagy visszacsatolt audion, a harmadik transzformátoros vagy RC csatolású végtrióda vagy végpentóda. Az egyes kapcsolások összehasonlítására a részletes ismertetésnél még visszatérek.

## Küalak

Az európai általános célú műsorközlés (broadcasting) kezdetén (1923–'27) a telepes készülékek kedvelt formája a pultszerű kialakítás volt, és az elektroncsövek láthatóan voltak elhelyezve, mert a fűtőellenállások beállításánál látni kellett az izzószálat, (Ericsson Háromcsöves vevőkészülék; TRT Zárókörös, háromlámpos vevő). Később a felnyitható tetejű ládaforma jött divatba (TRT Neutrodyne). A következő öt esztendő – a hálózati készülékek megjelenése miatt – különösen változatos formákat eredményezett. A telepes korból maradt „szivarosdoboz” vagy ládaforma mellett a gyárak az olcsóbb bakelit és fémdobozokat részesítették előnyben a külső hangszórós készülékeknel. Ezek a vevők még nem hasonlítottak a későbbi rádiókhöz. Amikor a hangszórók bekerültek a dobozba, a készülékek többnyire függőleges elrendezésűek voltak, vagyis a hangszóró a panel fölött helyezkedett el. Az elrendezésből adódott a készülék felül lekerített formája, amely mind a fa-, mind a bakelitdobozoknál előfordult, a



kor jellegzetes készüléke a „kupola” vagy „kápola” készülék (pl. Orion 7037). Ezt a kialakítást a korabeli irodalom [5] „amerikai típusú szekrénynek” nevezi. A drágább készülékek dobozai valóságos műbútorasztalos remekek voltak. Később, a sorozatgyártás beindulásával és a készülékek árának csökkenésével – sajnos – a dobozok kialakítása is egyszerűsödött.

## Kezelés

Az 1928 előtti időszakban a rádiózás elterjedésének nagy akadálya volt a magas ár és a körülményes akkumulátor és telephasználat mellett a vevőkészülékek kezelésének bonyolultsága. A Tungstram háromcsöves vevőkészülék előlapján például tíz kezelőszervet találunk [6]. Az antenna és a rezgőkör hangolása mellett a visszacsatolást, a csövek fűtését, és az előfeszültséget kellett külön gombbal beállítani. Nagy könnyebbséget jelentett, amikor elterjedt az ún. „egy gomb” hangolás. Felismerve a nehézségeket a gyárak áttértek a forgókondenzátorok egytengelyes hajtására. Az együttfutási problémákat az állórészek elmozdításával lehetett kiküszöbölni. A forgókondenzátorok hangolása vagy nagyméretű, számskálával ellátott forgatógombokkal, vagy valamilyen finombeállító áttétellel (mikrodial) történt. Az egyszerűbb készülékeken a hálózati vagy telepkapcsolón kívül többnyire három kezelőszerv volt: az állomásbeállító, a visszacsatolás és az antennacsatolás beállítását végző gomb. A hátulról megvilágított áttetsző műanyag lemezekre számskálát nyomtattak, és fel kellett írni a megtalált állomások nevét. Ez volt az eljárás a nagyméretű forgatógombok esetében is. Állomásnévvel ellátott skálákat csak az időszak végén kezdtek alkalmazni.

## Alkatrészek

A készülékek szakszerű restaurálását csak úgy tudjuk elvégezni, ha ismerjük az abban az időben felhasznált alkatrészeket. A korabeli prospektusok böngészése sokat segít, de talán könnyebb hozzájutni a Rádiósok könyvéhez, amely 1933-ban és hasonló kiadásban nemrég jelent meg [7]. Ez a kiadvány közel 120 oldalon csak az alkatrészek leírásával foglalkozik.

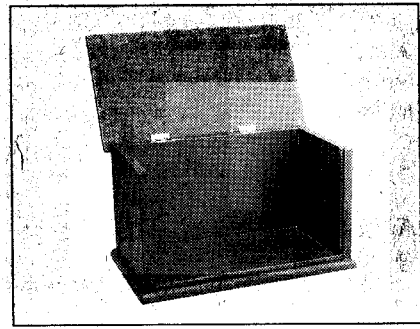
## A doboz elkészítése

Sok olyan készülék maradt meg ebből az időből, amelynek nincs doboza. Nem kell szakképzettség, sem különleges szerszámok a doboz elkészítéséhez. Induljunk ki 10 mm-es fenyődeszkából. Az alaplapot és a fedelet azonos méretűre készítjük, a felső éleket minden oldalon lekerekítjük. Az oldallapokba az elülső, belső oldalon a bakelit előlap vastagságánál kb. 0,5 mm-rel szélesebb hornyot marunk vagy maratunk. A hátlapot az oldallapokkal azonos magasságúra készítjük! Az oldallapokat a hátlaphoz, majd mindháromat az alaplemezhöz rögzítjük szögezéssel, csavarozással, de a legjobb csapolással. Az alaplemez melső élére takarólécet ragasztunk, amelyet felül lekerekítünk, a fedelet vékony bútorszarnérral rögzítjük a hátlaphoz. Egy kisméretű láda összeállítási rajzát a fedél nélkül (méretek cm-ben) az 1. ábrán, a képét az 1. fényképen láthatjuk. A kész dobozt ízlés szerint pácoljuk, politúrozuk vagy mattlakkal lefestjük.

A ládaforma mellett a készülék szerkezete igen egyszerű, mert egy ebonit vagy bakelit előlapra van a – kb. 10 mm-rel rövidebb – fa vagy bakelit szerelőlap rögzítve olyan magasságban, hogy az alkatrészek egy része alatta elférjen. A készülék belső kialakítása így szebb, mert a kötőhuzalok a szerelőlap alá vannak bújtatva. A szerelőlap két hátsó sarkára a magasságának megfelelő lábakat csavarozunk. A készüléket úgy tesszük a dobozba, hogy felülről az előlapot az oldallemezeken lévő hornyokba csúsztatjuk. A szokásos dobozok belmérete kétsöves készülékhez  $19 \times 13 \times 13$  cm, minden további cső az első méretet 5 cm-rel növeli. A ládaforma – kétségtelen előnyei mellett – azért ment ki a divatból, mert csak külső hangszóró működtetésére volt alkalmas, másrészt az árnyékoltrácsú csövek és a nagyfrekvenciás pentódák nagyobb erősítése mellett már szükség volt az egyes fokozatok árnyékolására. Ez a később alkalmazott fémpanelek mellett egyszerűbben volt megoldható.

## Az elektroncsövek pótlása

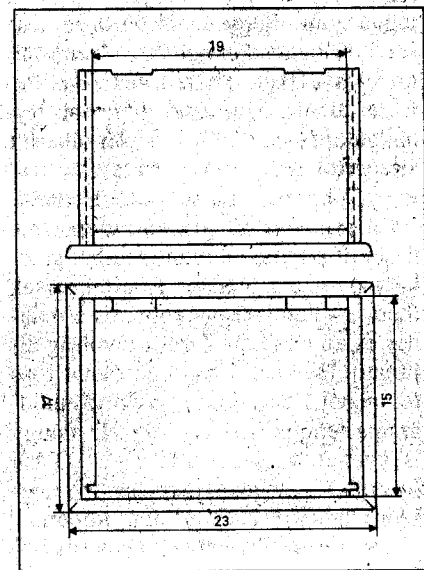
A wolframkatódú triódák ekkorra már kimentek a divatból, és a tóriumos wolfram fűtőszálat ebben az időben váltotta fel a különféle technológiával előállított bárium- és oxidkatód [8]. Míg 1928 előtt többnyire az akkumulá-



1. fénykép. Házilag készített faláda

torról fűtött triódákat alkalmazták, némi esetben a kisebb anódfeszültség igényű ún. kétrácsos csöveket, erre az időszakra megjelentek az árnyékoltrácsú nagyfrekvenciás csövek (tetródák) és a végerősítő pentódák. A teles közzülékeket lassan felváltották a váltóáramú hálózatról tápláltak, amit a közvetett fűtésű csövek megjelenése tett lehetővé. De a világítási hálózat nélküli területeken a teles közzülékeknek nagy volt a jelentősége.

Mivel a korabeli Tungstram gyártmányok mellett a gyűjtők körében gyakran felbukkannak Philips, Telefunken, Vatea és Orion csövek, a könnyebb tájékozódás kedvéért a 2. táblázatban közlöm a leggyakoribb és a leírásban előforduló Tungstram csöveknek megfelelő típusokat. A csövek elektródáinak bekötését a 2. ábrán találjuk meg. A megjegyzés oszlopban az exponenciális karakterisztikára és a későbbi gyártású csövekkel való helyette-



1. ábra. Faláda összeállítási rajza

sítésre (foglatat átalakítókkal) történik utalás. Az ismertett készülékekben tóriumos wolfram fűtőszálú (MR típusjelű) csövekkel már nem találkozunk.

### A hangszórók javítása

A külső hangszórós készülékekhez tölcseeres vagy kónuszos korabeli hangszórókat csatlakoztathatunk. A legtöbb hangszóró tekercsének (tekercseinek) egyenáramú ellenállása 2 kΩ. Mivel ezeknél a hangszóróknál kizárólag a tekercs és a membrán mehetett tönkre, többnyire javíthatók is. A membránt elkészíthetjük a dekorációs boltokban kapható megfelelő színű kartonpapírból. Kivágjuk, megragasztjuk és a csúcsát közrefogjuk a két alumínium sapkával, amelyek a rezgőnyelv meghosszabbítását képező menetes rúdon rögzíthetők.

Mivel a tekercsek 0,05...0,09 mm átmérőjű zománchuzallal voltak készítve, a hangszóróhibák többsége tekercsszakadás. Ha el tudjuk távolítani a tekercset anélkül, hogy eltörne a csévetest, érdemes áttekercselni. Ehhez nagyon kis húzású tekercselőgépet készíthetünk egy kazettásmagnó-motor felhasználásával. Arra a tengelyre, amellyel a hangszóró csévért forgatjuk, nagy átmérőjű tárcsát rögzítünk (lehet egy skáladob). A motort olyan távol rögzítjük az előző tengelytől, amilyent a gumi ékszíj megkíván. A motort tekercselés közben egy szabályozható feszültségű DC tápegységgel a lehető legkisebb fordulatszámmal járattuk, a huzalvezetést kézzel végezzük. Arra vigyázzunk, hogy a csévetest ne „űsön”. A meneketek nem kell számolni, mivel a csévetestet tele tekercseljük. Ezzel az összeállítással már több fejhallgató és hangszóró csévért sikerült áttekercselnem. A kivezetéseket vékony, többszálás huzalból készítettem.

A tölcseeres hangszórók szerkezete hasonlít a fémmembrános fejhallgatókéhoz, csak a mágnes és a tekercsek mérete valamivel nagyobb, és a mágnes és a membrán közötti távolság állítható. Ezeknél a hangszóróknál fontos a polaritás, hogy a végcső anódárama ne hogy lemágnesezze az amúgy is gyenge acélmágnest. Egy ÖTAG (osztrák) gyártmányú tölcseeres hangszóró látható a 2. és 3. fényképen.

Az ún. kiegyenlített-mágneses kónuszhangszórók gyártótól függően eltérő szerkezetűek voltak. Ezek különálló hangszóróként és a rádiódobozba

2. táblázat. A leggyakoribb és a leírásban előforduló Tungstram csövek és azok megfelelői

Tungstram	Philips	TFK	Vatea	Orion	Bekötés	Megj.
<b>Telepes (közvetlen) fűtésű triódák</b>						
G 407	A 409	RE 074	UX 406	A 4	1	
HR 406	A 425	RE 034		W 4		
LD 410	A 415	RE 084	HX 406	H 4		
<b>Közvetlen fűtésű hangfrekvenciás és végtriódák</b>						
L 414	B 409	RE 134	LX 414	E 4	1	
P 414	B 405	RE 114, 124	LX 414	L 4		
P 430	C 405	RE 304	PX 430	M 4		
<b>Közvetlen fűtésű kétrácsos (tértöltés vezérlésű) csövek</b>						
DG 107	A 141		DX 106		2	(DP 105)
DG 407	A 441	RE 074/d	DX 406	DG 4		
<b>Közvetlen fűtésű végpentódák</b>						
PP 415	B 443	RES 174/d	TL 414	LL 415	3	
PP 430	C 443	RES 374/d	TV 425			
PP 4101	E 443 H	RES 964	TV 4110	E 43		(AL 1)
<b>Váltóáramú hálózati (közvetett) fűtésű triódák</b>						
AG 495	E 425	REN 904			4	
AR 4101	E 438	REN 804	HV 4100	NH 4		
<b>Közvetett fűtésű árnyékolt rácús csövek (tetródák)</b>						
AS 4100	E 442 S	RENS 1204			5	(változó meredekségű)
AS 4105						(AF 7)
AS 4120	E 452 T	RENS 1204	SV 4100			(AF 3 vált. mered.)
AS 4125	E 455	RENS 1274	MV 4110			
<b>Közvetett fűtésű nagyfrekvenciás pentódák</b>						
HP 4101	E 446	RENS 1284	ST 4110		6	(AF 7)
HP 4106	E 447	RENS 1294	MT 4110			(AF 3 vált. mered.)
<b>Közvetett fűtésű végerősítő csövek</b>						
AL 495					4	
APP 4100	E 453		TK 4110		7	
APP 4120	E 453	RENS 1374	TK 4120			
<b>Egyoldalas egyenirányítók</b>						
V 430	1802	RGN 354	RE 425	GL 4/0,30	8	
V 460	373	RGN 564	RE 460			
V 495	505	RGN 1304				
<b>Kétoldalas egyenirányítók</b>						
PV 495	506	RGN 1054	RE 4100	GL 4/1	9	(AZ 1)
PV 4100	1805	RGN 1064	RE 4110			(AZ 1)
PV 4200	1561	RGN 2004	RE 4200	GL 4/2		(AZ 4)
<b>Későbbi gyártású telepes pentódák</b>						
DP 105					10	(1T4T)
DLL 21					11	(DLL 101)



3. táblázat. Hálózati transzformátorok adatai (eredeti vasmagon)

2 + 1-es (egyoldalas egyenirányítóval)				
Fűtés	U [V]	I [A]	Huzal Ø [mm]	P [W]
V 430	4	0,3	0,4 CuZ	1,2
PP 430	4	0,3+	0,8 CuZ	1,2
AR 4101	4	1	0,8 CuZ	4
Anód	300	0,03	0,18 CuZ	9
Szekunder teljesítmény összesen				15,4
Primer teljesítmény				18,5
Vasmag keresztmetszet				4 cm <sup>2</sup>
Ablakkeresztmetszet min.				10 cm <sup>2</sup>
Primer menetszám				12 menet/V
Szekunder menetszám				13,2 menet/V
3 + 1-es (kétoldalas egyenirányítóval)				
Fűtés	U [V]	I [A]	Huzal Ø [mm]	P [W]
PV 495	4	1	0,7 CuZ	4
AR 4101	4	1+	1,2 CuZ	4
AR 4101	4	1+	1,2 CuZ	4
AL 495	4	1	1,2 CuZ	4
Anód	2x300	0,04	0,15 CuZ	12
Szekunder teljesítmény összesen				24
Primer teljesítmény				29
Vasmag keresztmetszet				6 cm <sup>2</sup>
Ablakkeresztmetszet min.				10 cm <sup>2</sup>
Primer menetszám				8 menet/V
Szekunder menetszám				8,8 menet/V

keres veszteségei nem játszottak olyan fontos szerepet, mint a detektoros készülékeké, hiszen az elvesztett energiát a visszacsatolás pótolta. A gyártók a huzalátmérővel lementek 0,3 mm-ig, így kisebb méretű tekercsekhez jutottak [11]. A Standard készülékekben gyakran találkozunk a lapos, ún. „kosárfenek” tekercsekkel.

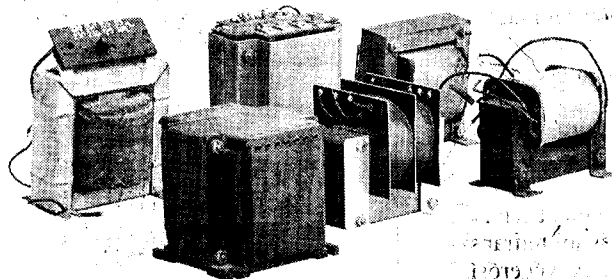
Az egysoros hengeres tekercseknel volt a legkönnyebb az induktivitás kiszámítása az alábbi képlet segítségével:

$$L = \frac{n^2 d}{0,04 + 0,14 \frac{l}{d}}$$

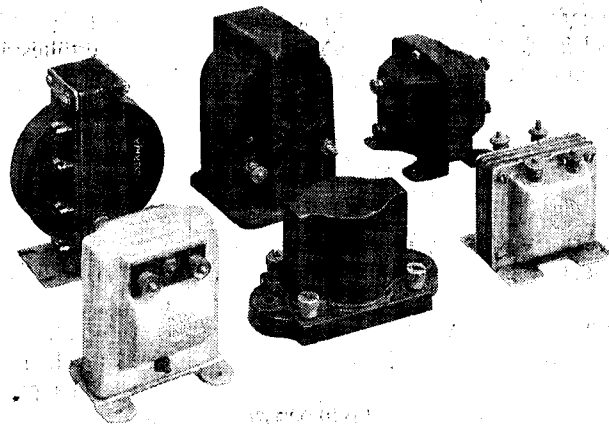
ahol  $L$  az induktivitás cm-ben (1000 cm = 1 µH),  $n$  a menetszám,  $d$  a henger átmérője cm-ben,  $l$  a tekercs hossza cm-ben. A menetszám közvetlenül nem számítható, csak próbálkozásal, mert ismerni kell a tekercshosszat. De ha ismert a huzalátmérő (az egy cm-re jutó menetszám), akkor az adott tekercs induktivitását már számolni tudjuk. Egysoros tekercseket csak középhullámra készítettek, mert a hosszuhullámú tekercs a nagy menetszám miatt túlságosan hosszú volt. A képlet alkalmas „kosárfenek” tekercsek számítására is, ebben az esetben  $d$  a kosárfenek középtátrője,  $l$  a tekercsgyűrű szélessége [7].

Az amatőrök dolgának megkönnyítésére a szaksajtóban tekercselési adatokat tartalmazó táblázatokat közöltek. Mivel az ismertetett egyszerűbb vevőkben főleg középhullámú tekercseket találunk, a 4. táblázatban közlöm a számított és részben méréssel ellenőrzött menetszámokat, különböző huzal és tekercsátmérőkre sorosan tekercselt zománchuzal esetén, 500 pF kapacitású forgókondenzátort feltételezve. Az  $l/d=2$ -nél nagyobb érték nem előnyös, mert nagy méretek adódnak. Ezért hiányzik az adat 0,5 mm huzal és 5 cm tekercsátmérő esetén.

Az antenna és a visszacsatoló tekercset vékonyabb (Ø0,1...0,2 mm) huzalból készíthetjük. Az antennatekercs szokásos menetszáma a rezgőköri tekercs 30%-a, a visszacsatoló tekercsé függ az audioncsőtől és a visszacsatoló



5. fénykép. Korabeli hálózati transzformátorok



6. fénykép. Hangfrekvenciás illesztő („nider”) transzformátorok

4. táblázat. Egysoros hengeres tekercesk menetszáma (L = 205 μH)

Huzal Ø	Csévéátmérő		
	5 cm	6 cm	7 cm
0,3 mm	100	72	59
0,4 mm	118	82	64
0,5 mm	-	92	72

forgó kapacitásától, de első próbálkozásként vehetjük az antennatekerccsel azonosra. Némely esetben az antennatekerccset a rezgőköri tekercsből leágazásokkal alakítjuk ki, más készülékekben (Standard Lord) az antennatekercs a rezgőköri tekercshez képest elfordítható, így szabályozzák az antennacsatolást.

A különböző formájú és elnevezésű tekercesk közül néhány csévetest nélküli változat elkészítésének módját ismerttettem a [12] cikkben.

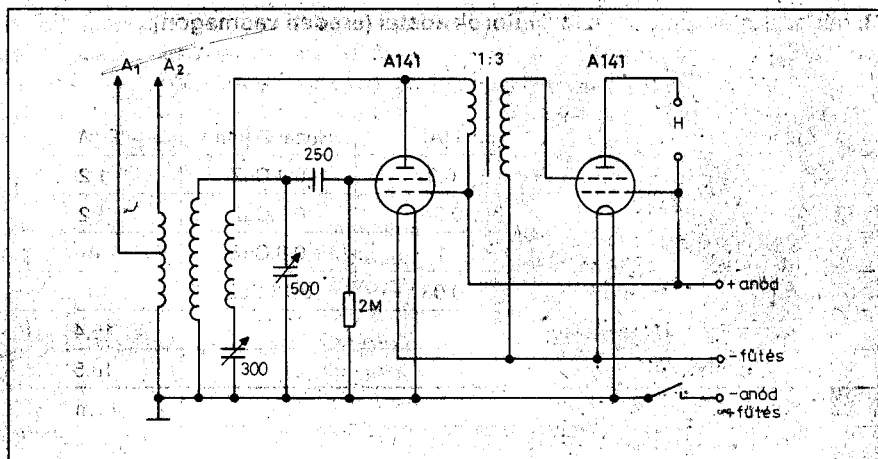
Csőfoglatok készítése

A doboz alján fekvő fa szerelőlapra rögzíthető, csavaros csatlakozású foglatok elkészítése szerszámot igényel. Ezeket főleg az általunk vizsgált öt éves időszak előtt alkalmazták. A megemelt bakelitpanelhez viszont könnyű a foglat készítése. Ehhez gyártottak 3 mm belső-átmérőjű banánhüvelyeket, de a legtöbbet rézcsövek peremézésével hozták létre. Mivel az európai aljzatú csövek csapjai rugós kiképzésűek, tulajdonképpen sima csőben is jól érintkeznek, de ha a csapok összenyomódnak, a cső kilazulhat. A legtöbb gyártó ezért a hüvelyt rugósan vagy hasítékkal képezte ki, amivel biztosítani lehetett a jó érintkezést. Ha van megfelelő rézcsövünk, többféle módon is készíthetünk foglatot. A legfontosabb a fúrósablon elkészítése, amellyel biztosítjuk a hüvelyek pontos elhelyezését a panelban. A sablon elkészítéséhez szükséges rajzokat szintén a Rádiósok könyvében találjuk.

Néhány készülék részletes ismertetése

Telepes készülék kétrácsos csövekkel

Az alábbi készülék rendkívül népszerű volt a rádióépítő amatőrök körében, egyszerű felépítése miatt, és mert nem kellett hozzá anódelepe, egy 4 voltos



3. ábra. Telepes készülék kapcsolási rajza kétrácsos csövekkel

fűtőakkumulátor elegendő volt az üzemeletetéséhez. Mindezt a kétrácsos (téröltésrácsos) csövek alkalmazása tette lehetővé.

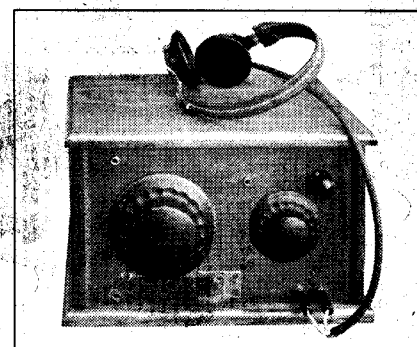
Nagyobb cégek a csak fejhallgatóvételekre alkalmas hordozható készülékekbe építették be ezeket (TRT Alpha), de a Tungram már 1925-ben reklámozta a tóriumos wolfram fűtőszálú kétrácsos csöveit (MR 5, MR 51). 1926-ban jelent meg a Philips A 141-es csöve, majd egy évre rá a Tungram DG 107, ezek már báriumkatódúak voltak.

Az ismertett „szivarosdobozba” épített (kisipari, amatőr?) készülék nem kimondottan hordozható a külső antenna és telepcsatlakozás miatt, ezt inkább asztali készülékként használhatták, de ugyanez megépíthető keretantennával kisméretű bőröndbe is, amelyben a telepek is helyet foglalnak.

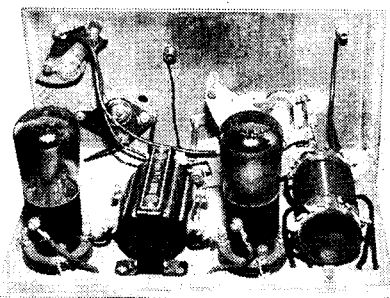
A kapcsolási rajz a 3. ábrán látható. A kor szokásának megfelelően a kapacitás értékek cm-ben vannak megadva (1 pF = 0,9 cm). Az, hogy az első rács (téröltésrács) megkapja az anódfeszültséget (9 V!) nem hiba, ezeknél a második rács volt a vezérlőrács. Különbözőben a kapcsolás a lehető legegyszerűbb, visszacsatolt audion demodulátor (nem kap előfeszültséget, ezért fontos, hogy a rácslevezető ellenállás a fűtőlepe pozitív pontjára megy), a két fokozat között transzformátoros illesztés van. A kis belső ellenállású csövek alkalmasak transzformátoros illesztésre, és a csövek kis erősítése miatt szükség is van a hangfrekvenciás jel feltranszformálására (1:3...1:6). A végerősítő cső előfeszültségét úgy biztosítjuk, hogy a rácslevezető ellenállás a fűtőlepe negatív pontjára csatlakozik.

A készülék előlapja eternit lemez (7. fénykép), erre van facsavarokkal rögzítve a 10 mm-es deszkából készült, megemelt szerelőlap, amely alatt van a huzalozás, az audion rácskomplexuma és a telepcsatlakozó. A hangoló légforgót, a visszacsatolást szabályzó bakelitforgót, a telepcsatolást és a banánhüvelyeket szintén az előlapra rögzítették. A légforgó felőli oldalon van az audioncső, mellette fekszik az 5 cm átmérőjű fekete bakelitengerre készített tekercs. A tekercesek kivezetései forrűlekre vannak kihozva. A két cső között helyezkedik el a SABA gyártmányú, 1:3 áttételű illesztőtrafó. A csőfoglatok négypólusú, facsavarral rögzíthető, csavaros kötésűek. A téröltésrács a csőfej oldalán lévő csavarra van kihozva. A huzalozás négyszög keresztmetszetű ónozott rézhuzallal történt, ami csavarkötések esetén biztosabb érintkezést adott. A kötőhuzalokra varniscsövet húztak (8. fotó).

Az előlapon látszik egy nem odaillő forgatógomb, amely egy bakelitforgót hangol. A bakelitforgó párhuzamosan



7. fénykép. Eternit előlapos telepes készülék



8. fénykép. A készülék belső szerkezete

van kapcsolva a légforgóval. Ennek története a következő. A készülék valószínűleg 1933 előtt született, ekkor a helyi vevőt csak egy hullámsávra volt érdemes elkészíteni, de miután Budapest II. hosszú hullámon (840 m) kezdett adni, megindult a még működő készülékek átalakítása. Ennek több módja volt, tekerccsere, fix kondenzátor párhuzamos kapcsolása stb. Az amatőr számára valószínűleg ez volt a legegyszerűbb módszer, egy bakelitforgót párhuzamosan kötni, amely teljesen ki volt forgatva Bp. I. vételénél.

Subjektív értékelés: a nagy előnynek, az alacsony anódfeszültségnek (4...20V), amelyet egy néhány zseblámpaelemmel is előállíthatunk, megvannak az árnyoldalai is. A tértöltéscson keresztül elfolyó áram feleslegesen terheli a telepet, a csövek erősítése csekély, a megengedett legnagyobb anódfeszültségénél sem folyik a hangszóróvetelhez szükséges anódfeszültség. Kipróbáltam a készüléket többféle hangszóróval is, de már kis hangereőnél torzítani kezdett. 4 k $\Omega$ -os fejhallgatóval viszont kellően szelektív,

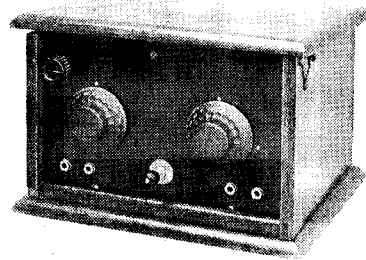
kellemes hangú vevő. A mai térerő mellett néhány méteres antennahuzal és földvezeték elegendő a Kossuth adó vételéhez.

Az ismertetést sok gyűjtő és restaurátor csak fájó szívvel olvassa, mert működőképes telepes kétrácsos csövet ma már szinte lehetetlen beszerezni, talán több sikerrel járunk a következő vevővel.

### Telepes készülék kifestültségű pentódákkal

Az alábbi készülék az előzőhöz hasonló felépítésű, kisméretű ládában, bakelit előlappal, falapra szerelve, de a benne lévő csövek – nagy meglepetésemre – DP 105 és DLL 21 voltak (fűtőszálak kiéve). Nyilvánvalóan olyan átépítésről van szó, ahol már az eredeti készülék nem felismerhető. Hogy az előző készülék régebbi építésű volt, mutatja a meghagyott hengeres fűtőellenállás, amelyet ezekhez a csövekhez már nem alkalmaztak.

Az átépítő szándékával kapcsolatosan kezdem vizsgálni. A DP 105-ös alacsony feszültségű pentódát 1941-től gyártották a telepes kétrácsos csövek pótlására [13]. Ugyancsak ebben az időben váltották fel a 2 V fűtésű, kosaras foglalatú, „K” sorozatú telepes csöveket a „D” sorozatú, 1,25 V fűtőfeszültségű, oktál foglalatú csövek [14]. Történtek kísérletek ennek a sorozatnak alacsony anódfeszültségen történő alkalmazására [15]. Ezeknek ismeretében született az alábbi készülék. Az alkalmazott anódfeszültségét már utólag nem lehet megállapítani, de az átépítés idejét néhány felhasznált alkat-



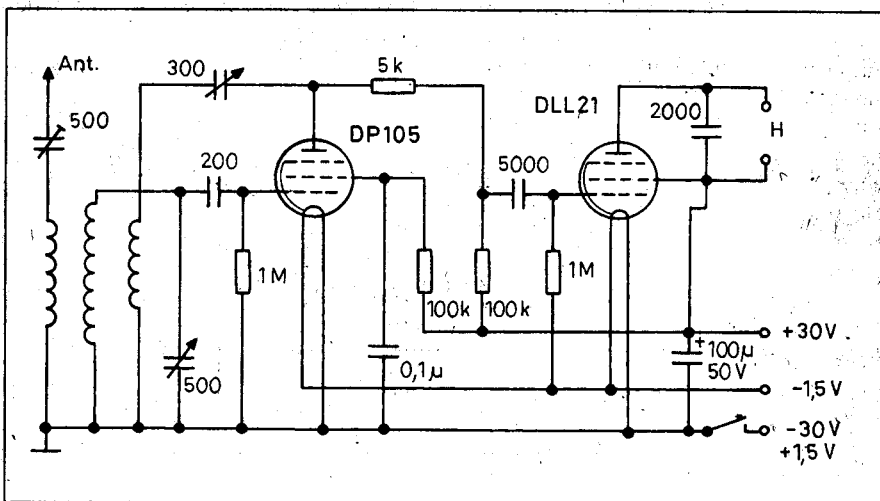
9. fénykép. A kifestültségű pentódás telepes vevő előlapja

rész is mutatja (papírházaz elektrolit kondenzátor, porvasmagos tekercs trotilul csévetesten, barna ellenállások).

Mivel utánépítésről van szó, nem kell ragaszkodnunk az eredeti kapcsolási rajzhoz, elkészíthetjük koffervevő és asztali kivitelben is, szükség esetén használhatjuk a miniatűr 1T4T és DLL 101 csöveket is. Az elérendő cél, hogy készülékünk 30 V anódfeszültség mellett, a két végpentódát párhuzamosan kapcsolva hangszóróvetelt tegyen lehetővé. A DLL 21-es cső mérésének eredménye az lett, hogy a fejhallgató vételhez (1–2 mA) 15–20 V anódfeszültség szükséges. A hangszórós vételhez 25... 30 V feszültség esetén, a két pentódát párhuzamosan kapcsolva 3...5 mA anódfeszültség mellett még 3 mA/V meredekség érhető el.

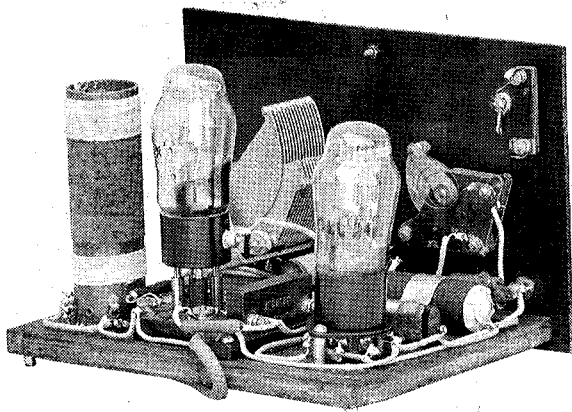
A kapcsolási rajz (4. ábra) az előzőtől annyiban tér el, hogy a DP 105 pentóda nagyobb belső ellenállása miatt transzformátoros csatolás nem alkalmazható, ezért RC csatolás szükséges. A kisebb kondenzátorok kapacitásértékei cm-ben vannak megadva.

A készüléket előről a 9. fénykép, míg az elrendezést a 10. fénykép mutatja. A visszacsatolást szabályzó bakelitforgó fölötti kis forgó segítségével az antennacsatolást állíthatjuk, míg az alul középen elhelyezett hengeres fűtőellenállás gombja benyomva a kikapcsolást teszi lehetővé. Az antenna és föld, valamint a hangszóró csatlakoztatására szolgálnak az előlapon lévő banánehüvelyek. A telepszinór a doboz hátulján lévő furatokon bújtható ki. Ügyeljünk a telepek bekötésére, mert ezeknél a készülékeknél gyakori fűtőszálkiégetést a fűtő és anódfeszültség csatlakozásának felcserélése, vagy pillanatnyi zárlat okozta. Telepes pentódáknál a harmadik rács belső csatlakozása miatt a fűtőszál bekötésének polaritására is figyelni kell.

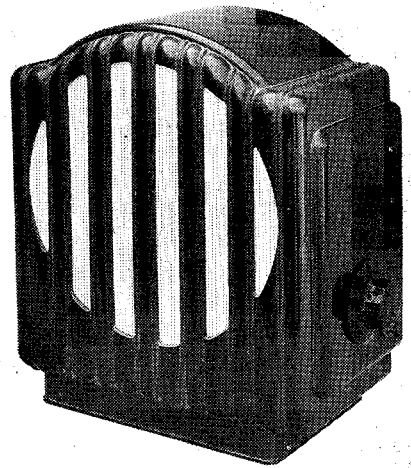


4. ábra. Kifestültségű pentódákkal felépített telepes vevő kapcsolása





10. fénykép. A készülék belső elrendezése



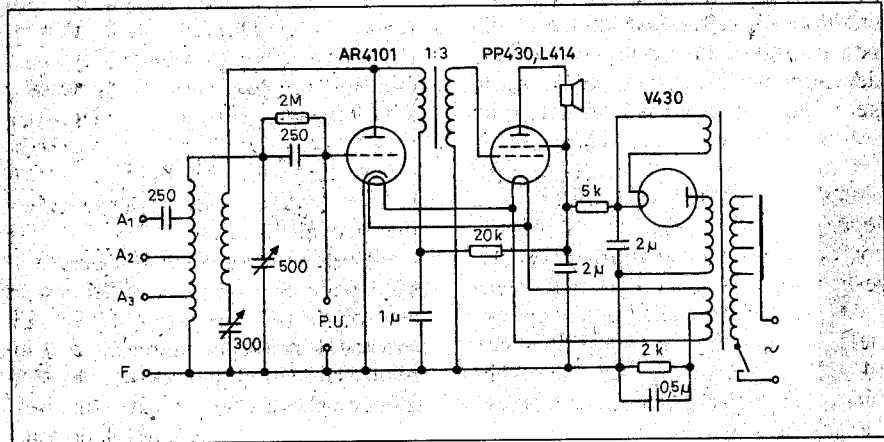
11. fénykép. A bakelitházas vevő képe

**Bakelitházas kisipari 2 + 1-es beépített hangszóróval**

Az alábbi készülék ismertetése azért érdemel figyelmet, mert a legegyszerűbb 2 + 1-es készülék, ezért több gyár és kisiparos készítette szinte teljesen azonos, az 5. ábrán látható kapcsolással (Orion 7016, Standard 2A, TRT Gloria, Gloriett és Budapest [Akció], Astra Voltohm stb.) Az egyszerű felépítés és a nagy darabszám következtében ennek a készüléknek az árát sikerült 100 P alá szorítani (mai pénzre átszámítva kb. 100 ezer Ft), ami a nagy gazdasági válság alatt nem volt mellékes szempont. A bakelitház és a nagyobb gyárak raktáron maradt alkatrészének felhasználása a kisebb üzemek számára nyereségessé tette az előállítást még ilyen árak mellett is. Ezt tekinthetjük a városi ember „néprádiójának”, ahol váltóáramú világítási hálózat volt.

A bakelitház (KRT 6288) mintha eredetileg nem is vevőkészülék, hanem hangszóródoboz céljaira készült volna, előlről bordázott, így csak oldalt van hely a kezelőszerveknek. A hangszóró-selyem belülről van felragasztva a dobozra, nem lehet tudni, hogy milyen színű volt az eredeti. A doboz hátulján „vinklikkel” rögzített, ezüstszínűre festett deszka tartja a TRT rendszerű mágneses hangszóró szerkezetét. A nagyméretű membrán peremére ragasztott filcgyűrű felfekszik a doboz előlapjára.

A bakelit doboz alja nyitott, oldalról csavarok tartják a – szintén ezüst színűre festett – fa alaplemezt, amely a készülék szerkezeti elemeit tartja. Magyarázat helyett a 6. ábrán megadtam a készülék elrendezési rajzát a főbb

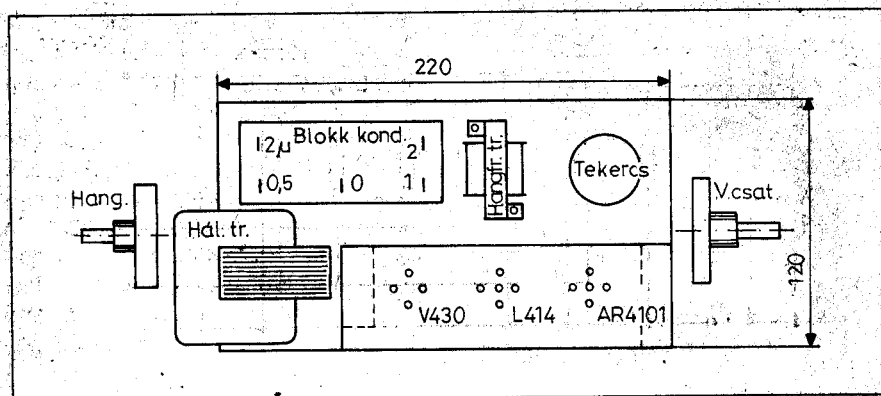


5. ábra. A 2 + 1-es készülék kapcsolási rajza

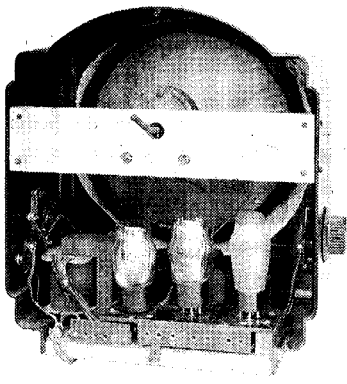
méretek feltüntetésével. A hangoló és a visszacsatoló bakelit forgók és a hálózati kapcsoló a doboz oldalára vannak szerelve.

Ha valakinek lehetősége van rá, ennek a készüléknek az utánépítését javaslom, mert semmire nem kényes. Sem a tekercs kialakítására, sem a csövek állapotára (50%-os csövekkel még működik), sem a hangfrekvenciás

transzformátor áttételére. 4 cm<sup>2</sup> vaske-restmetszetű nagyablakú vas megfelelő hálózati transzformátornak. A szűrőblokkot különálló papírkondenzátorokból is összerakhatjuk. Természetesen nem várhatunk készülékünkől különleges hangminőséget és vételképességet, de egy korhű, régies készülékhez jutunk (11. és 12. fénykép).



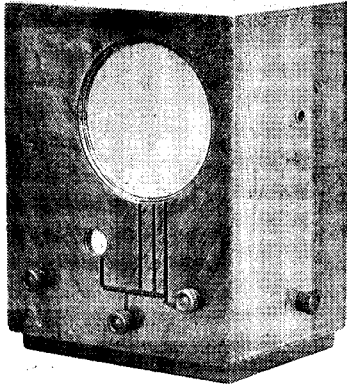
6. ábra. A 2 + 1-es vevő elrendezési rajza



12. fénykép. A készülék hátulról

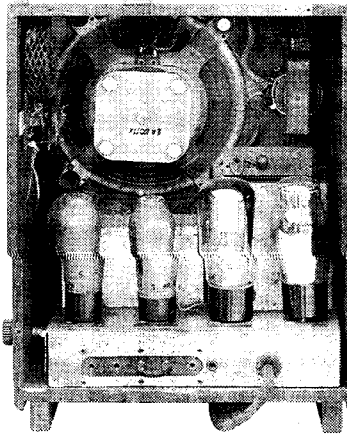
Standard Lord hálózati 3 + 1-es vevő

Azért került ez a készülék a részletes ismertetésbe, mert a gyári készülékeim közül ennek még nem szerepelt a leírása a Nosztalgia Rádió Hírújságban.

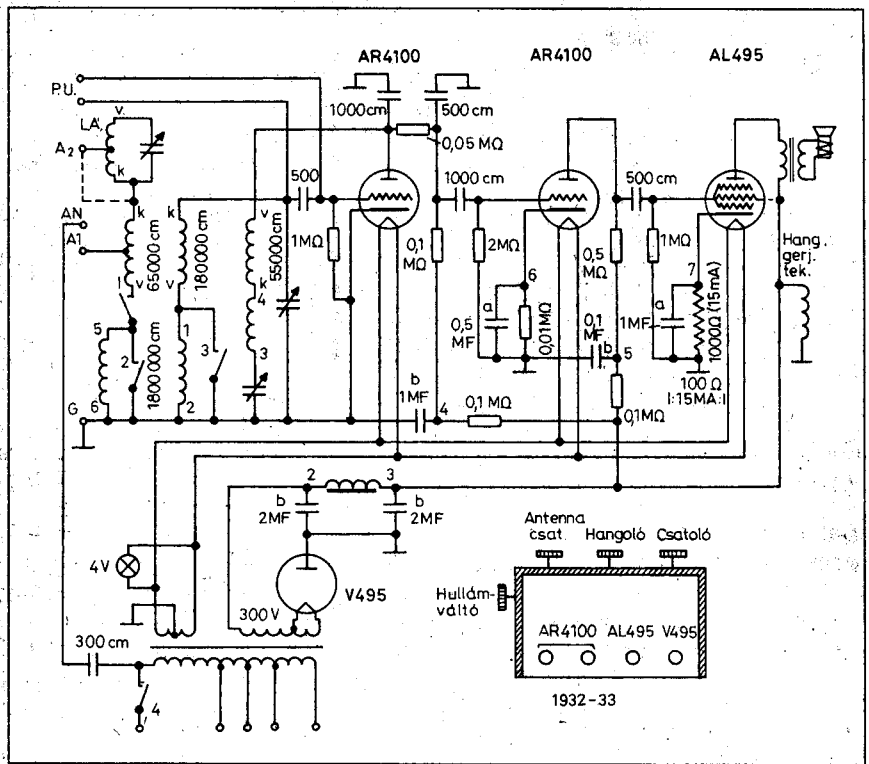


13. fénykép. Standard Lord előlről

Kapcsolási rajza, amely a 7. ábrán látható, a [16] irodalomban megtalálható. Mivel ebben az esetben gyári készü-



14. fénykép. Standard Lord hátulról



7. ábra. Standard Lord kapcsolási rajza

lék restaurálásáról van szó, sokkal inkább kell ragaszkodnunk az eredeti állapot helyreállításához, mint az amatőr készülékek és az utánépítések esetén.

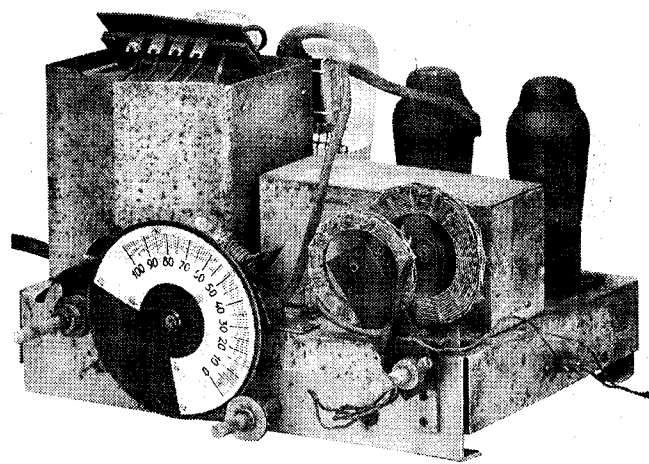
Álló elrendezésű készülék fényezett fadobozban, beépített, párhuzamos gerjesztésű dinamikus hangszóróval. A doboz függőleges mérete úgy volt csökkenthető, hogy a hangszóró előlről nézve a középvonaltól jobbra, a hátulról megvilágított számskála nyílása balra van eltolva. A „napsugaras” Standard embléma a baloldali forgatógomb alatt látható. A kezelés előlről három kisméretű forgatógombbal történik. Balra a visszacsatolás, középen a hangolás, jobbra az antennacsatolás szabályozható (13. fénykép). A készülék jobb oldalán lévő gomb a hullámváltó és hálózati kapcsoló. Ugyancsak itt található a csavarhúzóval állítható hullámszűrő.

Az elektroncsövek a panel hátulján helyezkednek el, balról az audion, középen az RC csatolású hangfrekvenciás erősítő, majd a végerősítő ugyanilyen csatolásban, jobbra a hálózati egyenirányító (14. fénykép). A kapcsolási rajz ugyan közvetett fűtésű végerősítő trióddát ír elő (AL 495), de oldalcsavaros végerősítő pentóda (PP 4120) is alkalmazható, mert be van építve a segédrendszer csatlakozása is. Ugyancsak az

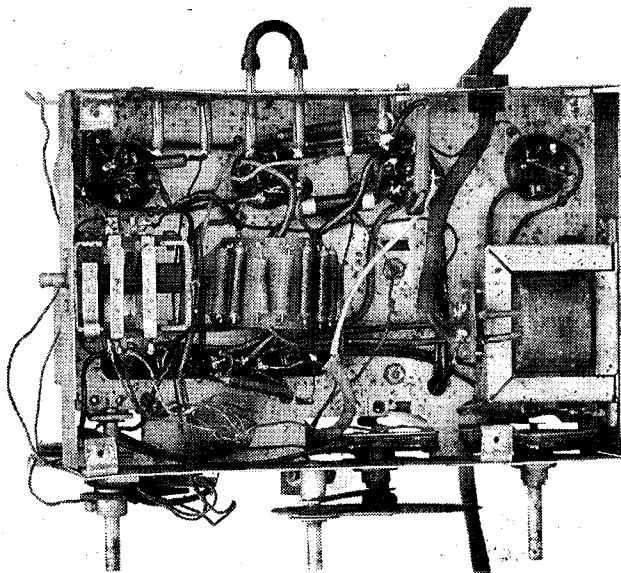
egyoldalas hálózati egyenirányító (V 495) helyett használható a kétánódos (PV 495) is. A csövek előtt, a közös fémházba zárt szűrőkondenzátorok mellett van a vaslemezzel árnyékolt hálózati trafó. Ezek előtt a középhullámú tekercskészlet az elfordítható antennatekercsrel, a hangoló bakelitforgó és mozgató áttétele a skálaizzóval (az eredeti rajzon nincs jelezve), a visszacsatoló bakelitforgó (15. fénykép).

A panel alatt találjuk a légréssel lemezzel fojtótekercset, a prespán lemeze rögzített alkatrészeket, a fagakra csévelt hosszuhullámú tekercset és a négylamellás hullámváltót. A lamellák számozása a gomb felőli oldalon kezdődik. Hosszuhullámú állásban a két tekercskészlet sorba kapcsolódik, így az antennacsatolás szabályzás itt is érvényesül.

Az én példányomból a hangszóró és a kimenőtrafó hiányzott, ezért „átmenetileg” egy 16 cm kosármérőjű permanens mágnesű hangszóróval pótoltam, de fel lehet használni egy ilyen méretű gerjesztett Orion hangszórót is úgy, hogy az 1 kΩ-os gerjesztőtekercset áttekerjük 10 kΩ-osra, mert az eredeti párhuzamos gerjesztésű. A dobozban lévő nyomokból látszik, hogy eredetileg a kimenő a hangszóró mellett lehetett facsavarral rögzítve. A kö-



15. fénykép. A készülék panelja előlről



16. fénykép. A készülék panelja alulról

zéphullámú tekercsek „kosárfenek”, a hullámszűrő „Ledion”, a hosszuhullámúak méhsejt tekercsek (16. fénykép).

Értékelés helyett hasonlítsuk össze a 3 + 1-es Standard készülékek felépítését. A három készülék anódpótló része hasonló, mindhárom közép és hosszú hullámú sáv vételére alkalmas. A 3AL-ben visszacsatolt anódkönyök demodulátor után RC csatolású hangfrekvenciás erősítő, majd triódás végerősítő következik. Ezt a demodulátort azért választották, mert így lemezjátzó (P.U.) állásban kap az első cső elő-

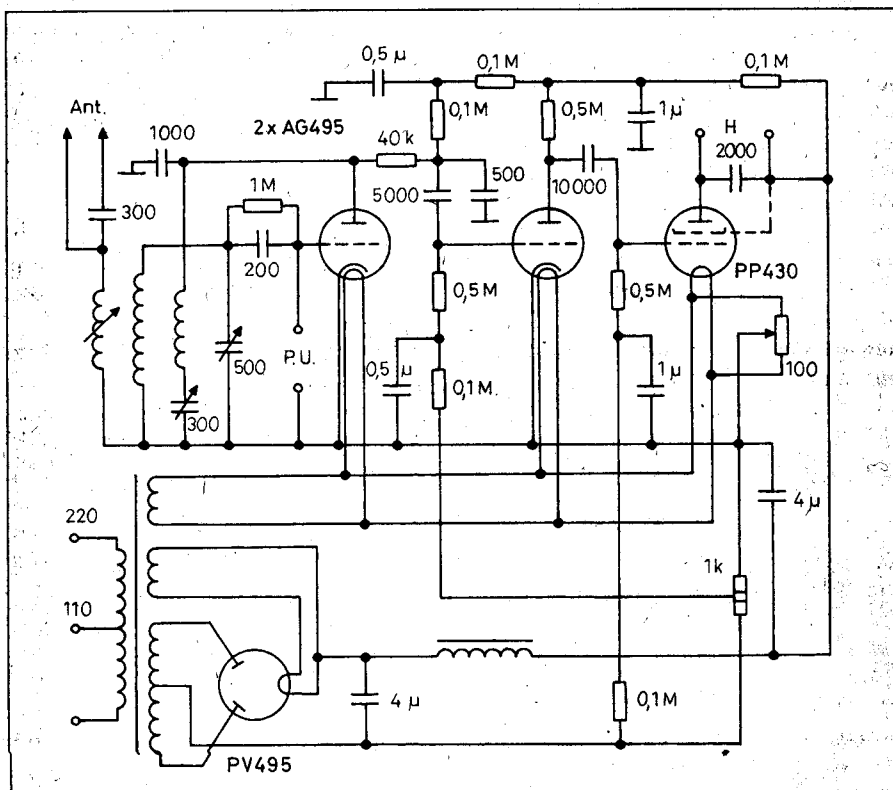
feszültséget. A külső hangszóró mágneses rendszerű. Még ilyen hangszóró mellett is észrevehető a demodulátor torzítása gyengébb adók vétele esetén (korabeli ára [3] szerint 253 P). A 3X a legjobb készülék a három között. Az árnyékolt rácsú nagyfrekvenciás előerősítőt triódás visszacsatolt audion, majd transzformátoros csatolású pentódás végerősítő követi. P.U. állásban

csak két fokozatú az erősítő, de cső előfeszültsége biztosítva van. A készülékben beépített kimenőtrafót találunk, de az csak mágneses hangszórók illesztésére alkalmas. A két hangolt kör és a kiváló toroid tekercseknek köszönhetően legjobb a szelektivitása és a vételkészége (365 P). A Lord takarékosabb szerkezete a beépített dinamikus hangszóró ellenére is gyengébb eredményt szolgáltat, lemezjátzó állásban az első cső (audion) nem kap előfeszültséget, ezért torzít. A dinamikus hangszóró jobb mélyhang átvitele következtében a  $2 \times 2 \mu\text{F}$  szűrés még fojtótekercs használata mellett sem elégséges (195 P). Valószínűleg a bűgás csökkentésére alkalmazták a szokatlanul alacsony értékű (500 cm) csatolókonduktort.

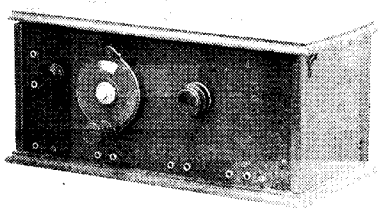
#### Amatőr 3 + 1-es ládavevő

Ez a készülék olyan romos állapotban került hozzám, hogy szinte csak a dobozt, az előlapot és a szerelőlapot tudtam felhasználni. Annyit meg lehetett állapítani, hogy 3 + 1-es hálózati készülék volt két triódával és egy végpentódával, visszacsatolt audion és két RC csatolású hangfrekvenciás fokozattal. A megépített készülék kapcsolása nagyon hasonló az előbbi Standard készülékéhez (8. ábra).

A „márványmintás” trolit előlapra kb. 20 mm magasságban van rögzítve az azonos anyagú szerelőlap (panel). A csövek foglalatait 3 mm belső átmérőjű banánhüvelyek alkotják. Az előlapon a



8. ábra. A 3 + 1-es amatőr vevő kapcsolási rajza

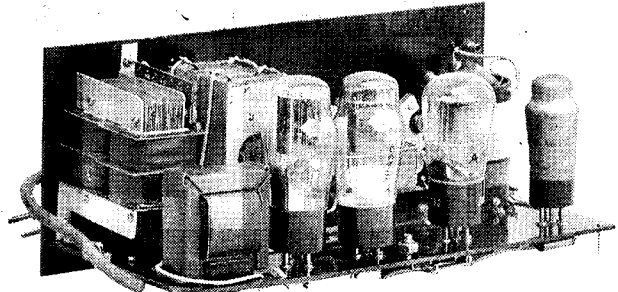


17. fénykép. Amatőr 3 + 1-es láda-  
vevő képe

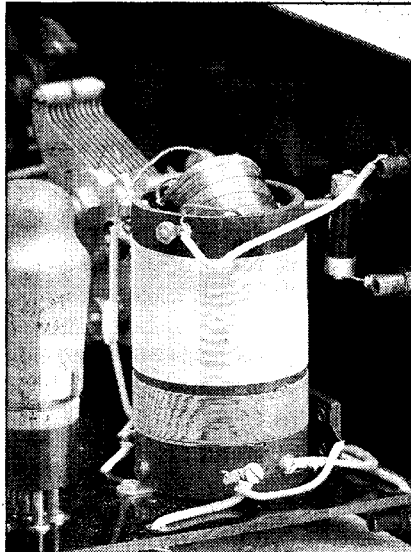
banánhüvelyek mellett három kezelőszerv, az antennacsatolás szabályzó, a mikrodiállal hajtott hangolóforgó és a visszacsatolás szabályzó található. Az elrendezés érdekessége, hogy a hálózati transzformátor az előlapra volt szerelve. A meglévő furatok maximális kihasználása miatt ezen én sem változtattam. A hálózati tápegység szabályos kétoldalas egyenirányítóval, a megfelelő szűrést a légréssel lemezelt fojtó biztosítja a 2 db 4  $\mu\text{F}$ -os papírblokk mellett. Az előfeszültséget a negatív ágban elhelyezett huzaellenállás és leágazása állítja elő. A két első trióda közvetett fűtésű, a végcső lehet közvetlen fűtésű trióda vagy pentóda, ha vigyázunk arra, hogy a hangszórót bekapcsolt állapotban ne húzzuk ki. Figyeljük meg, ha a vevőcsövek fűtőtekercsének nem volt középkivezetése, a két fűtésvezeték közé kapcsolt kb. 100  $\Omega$ -os trimmer potencióméter közepét földelték, amelynek beállításával a morgás minimumát keresték ki.

Ami érdekes, az a variokoppleres antennacsatolás szabályzás. Ezt az amatőr készülékekben ritkán alkalmazták. A rezgőköri tekercsen belül, amely egy 50 mm külső átmérőjű keménygumi vagy bakelit csövetestre van elkészítve, fordul el egy 30 mm külső átmérőjű, 50 menetes antennatekerccs. Az elfordítható tekercs csapágyazása az előlapra szerelt banánhüvellyel és egy 4 mm-es tengellyel volt megoldva. A tengely M 3-as menetben végződik, erre van felfogva az antennatekerccs. A készülék képét dobozban a 17., kiszereelt állapotban a 18. fényképen láthatjuk. A nagyfrekvenciás részt a 19., a 6 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű „L” magra készített „lapos” hálózati transzformátort (nem eredeti) a 20. fényképen láthatjuk.

A hálózati készülékek „morgása” a lágéypeknél többnyire az árnyékolás hiányából adódik. Ezért a nagyobb csőszámú készülékeknel a fadobozt belülről vékony fémlémezzel borították. En-



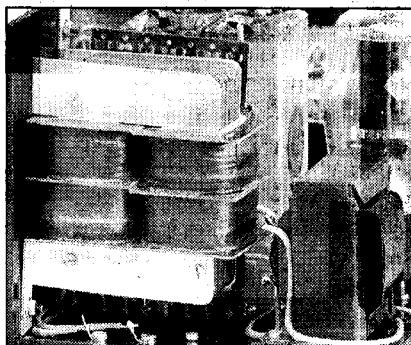
18. fénykép. A  
vevő panelja



19. fénykép. A variokoppleres te-  
kerccs

nél a vevőnél elegendő, ha a fadoboz aljára egy szigetelt fémlémezt rögzítünk, amelyet leföldelünk. A készülék annak ellenére, hogy „amatőr előállítású”, minden tekintetben felveszi a versenyt az előbb ismertetett gyári készülékekkel.

A nem mindenki számára értelmezhető elavult kifejezések és műszaki megoldások közül az *antennacsatolás*, *hullámszűrő* (*hullámcsapda*), *rács-*



20. fénykép. A hálózati tápegység

*egyenirányítás* (*audion*), *visszacsatolás*, *variometer*, *variokoppler*, *nidertrafó*, *keretantenna*, *villanyantenna*, *kétrácsos cső* és *lamallás hullámváltó* leírását megtalálja az olvasó a Rádiótechnikában [17]. Aki az egyenes vevők működéséről részletesebben kíván tájékozódni, javaslok tanulmányozni Makai István könyvét [18].

#### Irodalom

- [1] Rózsa Sándor: 70 éves a magyar nyelvű rádiós szaklapkiadás (RT 1994/11–12. 1995/1.)
- [2] A Magyar Rádió és Televízió kézikönyve (MRT kiadás 1958.)
- [3] Rózsa Sándor: Magyar vevőkészülékek katalógusa (CD-ROM a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány kiadása 1998.)
- [4] Holló-Magó-Valkó: Tungram rádió tanácsadó (EIVRT kiadása 1944.)
- [5] Bapo: Rádió árjegyzék 1932–33 (Barta és Társa prospektusa)
- [6] Molnár János (gépészmérnök): Gyakorlati rádiókönyv (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet 1926.)
- [7] Molnár János, Jovitz György: Rádiósok könyve. (Ajtósi Dürer Kiadó, Budapest 1994.)
- [8] Mészáros Sándor: A hazai vákuumelektronikai ipar története (RT ÉK 1996.)
- [9] Molnár János: Anódpótlók építése és kezelése (Győző Andor kiadása 1929.)
- [10] Simoncsics László: Régi hálózati transzformátorok számítása (RT 1998/2.)
- [11] Molnár János: Hibakeresés és készülékbantartás (Győző Andor kiadása 1929.)
- [12] Simoncsics László: Detektoros vevőkészülék építése (RT 2002/01.)
- [13] Holló Jenő: Rádiócsövek fejlődése és Tungram csőpótlás táblázat (Rádió Compass 1940–41. évre)
- [14] Valkó Iván Péter: A telepes készülékek jövője (Tungram Rádió tanácsadó, EIVRT kiadás 1941.)
- [15] Mit építsünk? Kétcsöves telepes készülék alacsony anódfeszültséggel (Rádió Compass 1943. évre)
- [16] 15 év Standard Radio (Standard gyári kiadás 1943.)
- [17] Simoncsics László: Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (RT 1999/12.)
- [18] Makai István: A 2 + 1-es (MK 1958. A Rádiótechnika könyvei sorozat 23. sz.)

# Régi hangszórók restaurálása, javítása

Plachtovics György, gyorgy.plachtovics@mail.somos.hu

A Rádiótechnika Évkönyve 2002-es kötetében a hálózati és a kimenő-transzformátorok pótlásáról írtam. Folytatásként a másik lényeges alkatrész, a hangszóró kerül terítékre. Ez az írás elsősorban azokon próbál segíteni, akik régi rádiók, hangerősítők gyűjtésével foglalkoznak.

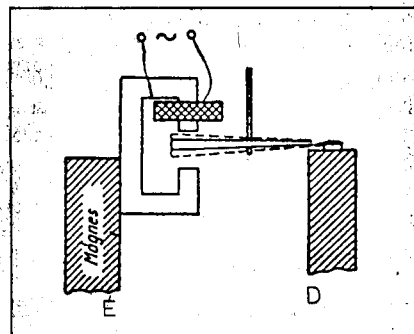
A régi hangsugárzók ma már pótolhatatlanok. Javításuk időtrábló, sok türelmet igényel. Az a néhány iparos, aki a szakmában dolgozik, nemigen vállalja egyedi hangszórók javítását. Sajnos a mai teljesítményorientált világban az olyan munkákat kedvelik „a mesterek”, ahol néhány perc alatt lehet nagy pénzt keresni. Olyan praktikus tanácsokat adok közre, amelyekkel a régi, matuzsálem hangszórók ismét megszólaltathatók, az esetek legnagyobb részében.

A hangszóró az átviteli lánc végén az elektromos energiát akusztikus energiává alakítja át. A hangszórók hatásfoka igen alacsony. A kommersz minőségű hangszórók hatásfoka 1...4%, míg a nagyteljesítményű hangszórók hatásfoka 10...12%.

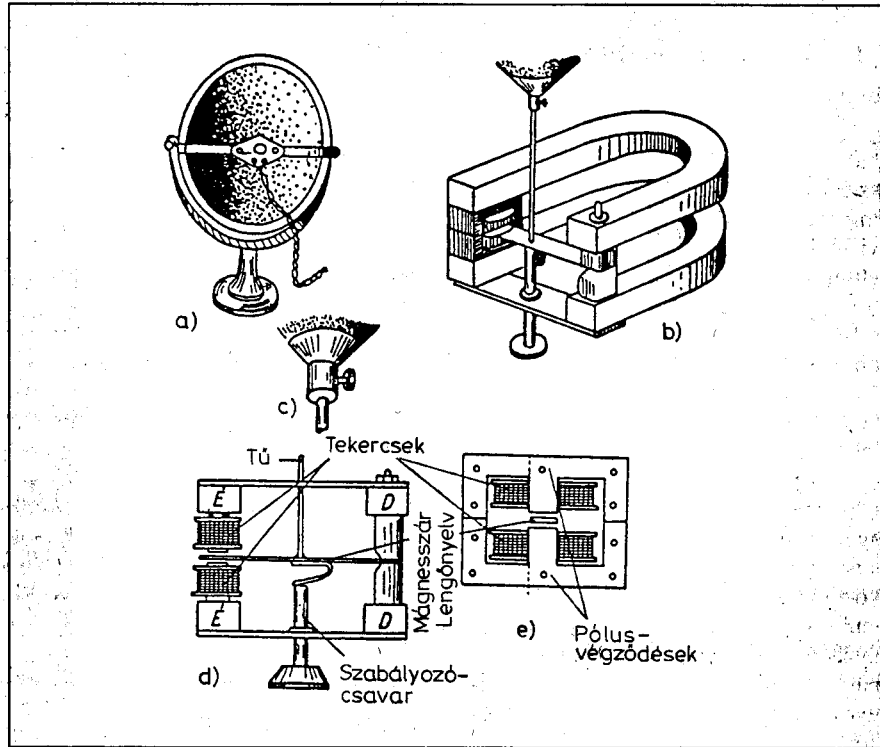
A hangszórók a megjelenésük óta jelentős fejlődésen mentek keresztül. A cikk keretein belül azokkal a típusokkal foglalkozom, amelyeket nagy darabszámban gyártottak, s az elmúlt 70 év rádiógyártásában felhasználták.

## Lengőnyelves hangszórók

Első példányai felépítésükben a fejhallgatóra emlékeztetnek. Egyszerűsített



1. ábra. Kétpólusú lengőnyelves hangszóró



2. ábra. Négypólusú lengőnyelves hangszóró

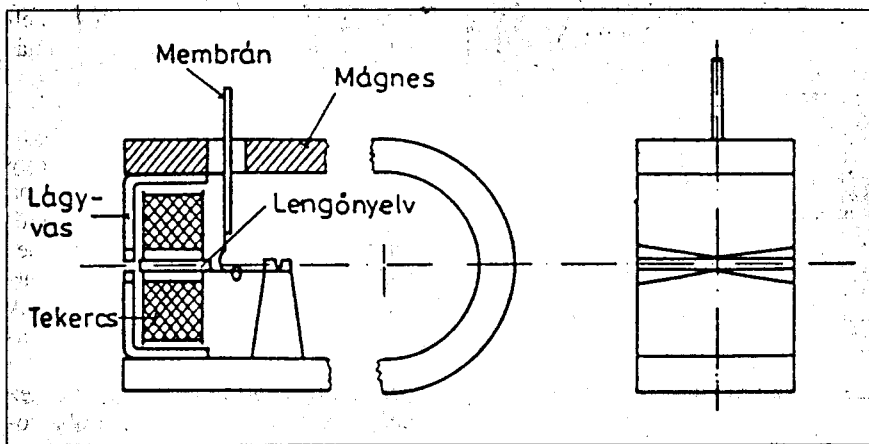
tett rajza az 1. ábrán látható. A nagy menetszámú tekercs belsejében lágyvasfegyverzet található. A permanens mágnes állandó erőteret létesít. A mágneses mezőben található a rezgést végző lágyvaslemez. A lemez egyik vége rögzített, a másik vége a tekercs előtt helyezkedik el. A lágyvaslemez közepéhez csatlakozik a beállítócsavar. Ezzel a légrés nagyságát lehet szabályozni. A légréstől függ a maximális hangerő. A lágyvasnyelv (lemez) egy menetes végű rudat mozgat. A menetes rész két azonos méretű lemezkúp található. Ezek közé szorították be a hangszóró membránját. A hang a következőképpen jön létre.

A hangáram a mágneses teret hol erősíti, hol pedig gyengíti. Ennek ütemében elmozdul a lágyvasnyelv. A vele merev kapcsolatban lévő hangszórómembrán hangot hoz létre. A hangerő kicsi volt, frekvenciámenete siralmas, jelentős torzítással rendelkezett.

Ezt váltotta fel a négypólusú lengőnyelves hangszóró. Lényegét a 2. ábra tartalmazza. Nyugalmi helyzetben a

lengőnyelv a tekercsek belsejében lévő lágyvaspólusok között (középen) helyezkedik el. Ezt a pozíciót a szabályozócsavarral be lehet állítani. Amikor a hangáram átfolyik a tekercsben, azok mágneses tere hol hozzáadódik, hol kivonódik a permanens mágnes téréből. A lengőnyelv ennek ütemében elmozdul. A hozzáerősített tű mozgásba hozza a hangszórópapírt (a kónuszt). A létrejövő hang lényegesen jobb minőségű, mint a kétsarkú lengőnyelves hangszóróé. A kivezérelhetőség (hangerő) a négy-sarkú típusnál is korlátozott. Nagyobb kiterésnél a lengőnyelv verődhet a lágyvasfegyverzetbe. A hangja azért jobb minőségű mint kétpólusú társáé, mert ennél a megoldásnál a lengőnyelv végig a homogén mágneses térben mozog.

A négypólusú (négy-sarkú) lengőnyelves hangszórók érzékenyek voltak. Egy detektoros készülék külső antennával „megszólaltatja” a négy-sarkú lengőnyelves hangszórót. A hangszóró tekercsének ellenállása 2 és 4 kΩ közötti érték.



3. ábra. Javított kivitelű lengőnyelves hangszóró

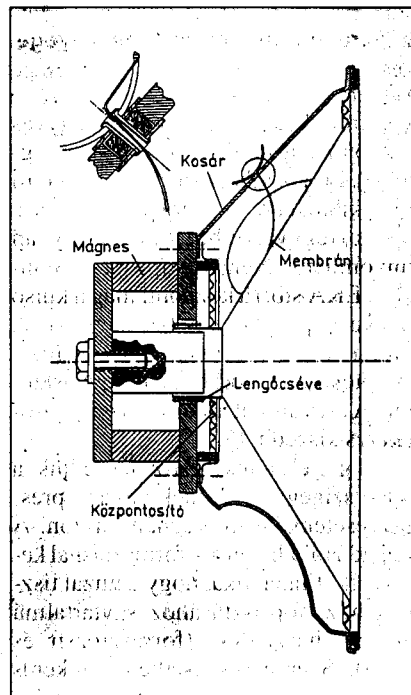
A lengőnyelves hangszórók utolsó generációja a háború előtti (alatti) években jelent meg, a bakelitdobozos néprádiókban használták. Eredetileg német tervezés volt, de a hazai rádiógyárak is nagy darabszámban gyártották. A hangszóró kosarát papírból préselték, feltehetőleg takarékoságból. A lengőnyelves mechanika készült patkó alakú mágnessel (német gyártmány) és egy kis méretű hasáb-mágnessel is. A hangszóró felépítése a 3. ábrán látható. Lényeges eltérés az előzőektől, hogy a lengőnyelv a lágyvasfegyverzetek előtt mozog, kb. 0,1 mm-re. E megoldással a nagy kitéréseknél is elmarad a lengőnyelv ütközése a lágyvasfegyverzethez. Erről a hangszóróról részletes leírást közöl *Simoncsics László* a *Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása* című cikkében, a *Rádiótechnika Évkönyve 1999*-ben.

### Dinamikus hangszórók

Egy jellegzetes kivitel keresztmetszete a 4. ábrán látható. A mechanikai felépítés általában kis eltéréssel egyezik az ábrázolttal. A kosár vaslemezről, mélyhúzással készül. Nagyobb teljesítményű hangszóróknál (15 W felett) a kosár alumíniumöntvény. A kosár nagyméretű perforációval készül, így a membrán hátulról nincs lezárva. A kosárhoz rögzítik olcsóbb megoldásnál szegecseléssel, drágább hangszóróknál csavarozással a mágnesrendszerrel. A mágnes lehet gerjesztett vagy permanens. A mágnes közepében szén-szén vasból (lágyvasból) készült tömör hengeres test található. A hengeres mágnes végét két lágyvasfegyverzet zárja le. Az igen erős mágneses tér kör alakú részben záródik. Ebben a részben

található a lengőtekercs, amelynek végét a papírkónuszhoz erősítik.

A kónusz csúcs felőli oldalát a pille tartja. A pille a lengőtekercs, illetve a kónusz részére a rés hosszirányában szabad mozgást biztosít. A pille feladata a centrírozás, a lengőtekercs megvezetése. A pille kis mértékben a visszatérítő erőt is adja. A pille a régebbi gyártású hangszóróknál vékony textilbakelitből kivágott alakzat volt. Rendszerint 120°-ra három csavarral rögzítették a lágyvasfegyverzethez. A későbbiekben a bakelizált textilpillét alkalmazták. A kónusz nagy átmérőjű szélét elvékonyítják, harmonikaszerű-



4. ábra. Permanensmágneses dinamikus hangszóró

en hajtogatják. Általában 2 vagy 3 bordát préselnek az elvékonyított szélbe. Ezt a szélt a fém kónuszkosárhoz ragasztják. A lengőtekercs két vége a papírmembránban csőszegecsre, forrasztással csatlakozik. E pontokhoz vezet a többeres hajlékony sodrát is, amelynek vége a kosárban lévő szigetelt forrcsúcshoz van forrasztva. A lengőtekercs belseje zárókupakkal van lefedve, ennek feladata a por elleni védelem. A zárókupak anyaga bakelizált textil vagy merített papír.

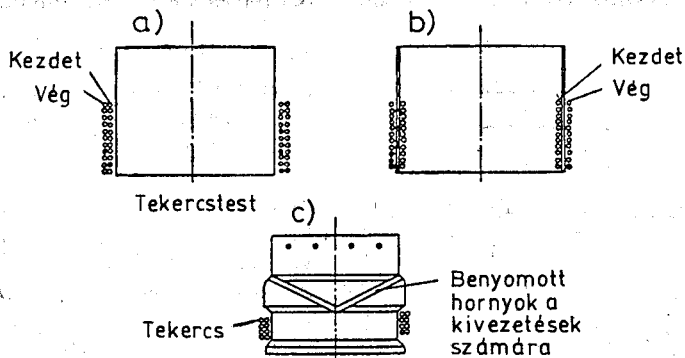
### A dinamikus hangszórók működése

A hangáramot a lengőtekercsbe vezetjük. A hangfrekvenciás áram mágneses mezőt hoz létre, ennek következtében a tekercs a rés erős mágnesterében elmozdul. Mozgatja a hozzá erősített kónuszt, amely rezgésbe hozza az előtte lévő levegőt, hang keletkezik. A lengőtekercs két sor lakkiszigetelésű huzalból készül. A ház, amelyre tekercselik, papírhenger. A huzalt jó minőségű ragasztóval rögzítik a papírhengerhez. A lengőtekercs kialakítására két megoldás létezik. Az 5.a ábrán a gyakoribb, míg az 5.b a ritkábban alkalmazott megoldás látható. Az 5.c ábra a tekercs kezdet-vég kivezetésének egyik lehetséges módját mutatja be.

A dinamikus hangszóró mágneses terét kétféle módon hozhatjuk létre. Elektromágnessel vagy permanens (állandó) mágnessel. A gerjesztett, dinamikus hangszóró vázlatos képét a 6. ábrán találhatjuk meg. A működéshez szükséges mágneses teret egy vékony huzalból álló, nagy menetszámú tekercsel hozzuk létre. A gerjesztőtekercs ellenállása 1,5...3 kΩ. A kisebb ellenállású a fojtótekercs helyén sorba kapcsolódik az egyenirányító és a kimenet között. Ezt szemlélteti a 7. ábra: A tekercsen jelentős feszültségess (70...100 V) jön létre. Ezért csak transzformátoros tápegységnél alkalmazták, ahol a szekunder feszültségét ennyivel nagyobbra vették. A nagyobb ellenállású gerjesztőtekercset párhuzamosan kapcsolták az egyenirányítóval. Néha huzallellenállást kapcsoltak sorba a gerjesztő tekercsrel, így állítva be az átfolyó áramot. A párhuzamos gerjesztés lényege a 8. ábrán látható.

Az elektromágneses gerjesztés plusz (gerjesztő) energiát igényel, ami hátrányul róható fel. Előnye viszont, hogy mágneses tere nem gyengül. Javítása lényegesen egyszerűbb.





5. ábra. Lengőtekercsek lehetséges formái

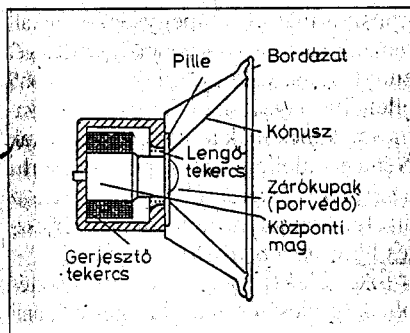
A permanens mágnesű hangszórók gyakorlatilag három mágnesformával készülnek. Kiseb teljesítménynél, kb. 5 W-ig elterjedt a magmágneses felépítés. Nagyobb teljesítményeknél a gyűrű, illetve a ferritmágneses kialakítás a gyakoribb. A különböző mágnesformákat a 9. ábrán láthatjuk; az alkatelemek: „1” – permanens mágnes; „2” és „3” – lágyvasfegyverzet.

### A dinamikus hangszórók hibái, javításuk

A következőkben a dinamikus hangszórók gyakori hibáit és javításukat ismertetem. A hibák leírásánál – a jobb érthetőség kedvéért – visszahivatkozok a 7-es és a 8-as ábrára.

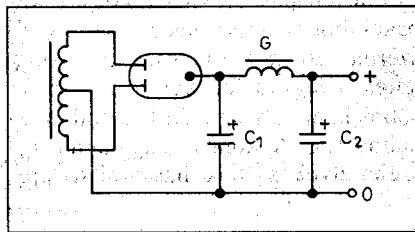
#### Hibajelenség

A vevőkészülék „süket”. Az elektroncsövek katódjai izzanak. A  $C_1$  elektrolitkondenzátoron az előírtnál valamivel magasabb feszültség mérhető. A hibát a gerjesztőtekercs szakadása okozza. Soros gerjesztésnél (7. ábra) nem mérhető feszültség a  $C_2$  elkő sarkain. Párhuzamos gerjesztésnél (8. áb-



6. ábra. Gerjesztett (elektro-)dinamikus hangszóró

ra) esetleg halkan szól a hangszóró. Ennél a felépítésnél az  $R_1$  huzalellenállás szakadása is ilyen hibajelenséget okoz. A gerjesztőtekercs szakadásáról ohmméréssel bizonyosodhatunk meg. Figyelem! Előtte süssük ki a  $C_1$  elektrolitkondenzátort! A mérést úgy végezzük, hogy a gerjesztőtekercs egyik végét forrasszuk ki.



7. ábra. A soros gerjesztés lényege

#### A javítás menete

Kiszerezljük a hangszórót. A lágyvas központi mag rendszerint csavaros rögzítésű. Ennek kihajtása után a központi mag kihúzható. A gerjesztőtekercs a lágyvasfegyverzetből oldal irányban kinyomható. Néhány típusnál (Standard, EKA stb.) a központi mag a külső lágyvasköpenybe van belesajtolva. A külső köpenyt csavarkötéssel rögzítik a lengőtekercset körbevevő lágyvaslaphoz. A csavarokat kihajtva, a gerjesztőtekercs kiszedhető.

A gerjesztőtekercsről leszedjük a külső szigetelést. Ennek anyaga prespán, esetenként impregnált vászon. A szakadás általában a kiforrasztásnál keletkezik. Ennek oka, hogy a huzal tisztításához, forrasztásához savtartalmú anyagot használtak (forrasztózsír és társai). Szerencsés esetben a tekercs külső végénél van a hiba. Gyantás ónnal átforrasztva, a tekercs ismét használható. Ha a szakadás továbbra is

fennáll, akkor valószínűleg újra kell tekercselni a gerjesztőtekercset. Fama-got készítünk, a közepén átmenő furattal. A famagot a gerjesztőtekercs belsejébe nyomjuk. A famag furatába fémrudat helyezünk, olyan átmérőjűt, hogy könnyen forogjon. A fémrudat satuba fogjuk, a huzalt a gerjesztőtekercsről lefejtjük. (A menetszámot nem érdemes számlálni.) A leszedett huzal átmérőjét mikrométerrel megmérjük. A kivezetést elkészítve elkezdjük az újratekercselést. Rögzítjük a famagot a benne lévő tengelyen. A tekercseléshez kézfűrőt vagy fordulatszám-szabályozóval ellátott villamos fűrógépet használunk. A fűrógépet (kézfűrőt) satuba fogjuk. A gép tokmányába befogjuk a famag belsejében lévő fémrudat. A fémrúd végén menet található. A meneten lévő anyacsavart meghúzzuk, így módon rögzítve a famagot a tengelyen. Az egyik kezünkkel a fűrógépet kezeljük (hajtjuk), míg a másik kezünkkel a huzal szálvezetését végezzük.

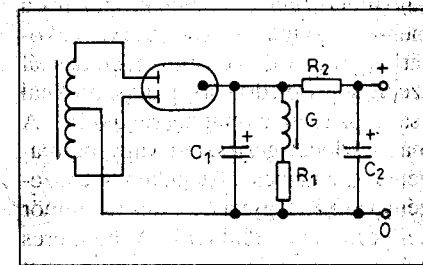
A menetszám nem kritikus, igyekezzünk annyi huzalt feltekercselni, amennyi eredetileg volt. A meneteket egymásra tekercseljük, soronkénti szigetelés nem szükséges. A külső kivezetés elkészítése után 2 vagy 3 réteg varnisváson-, vagy 0,2 mm-es prespánborítást kap a tekercs.

#### Hibajelenség

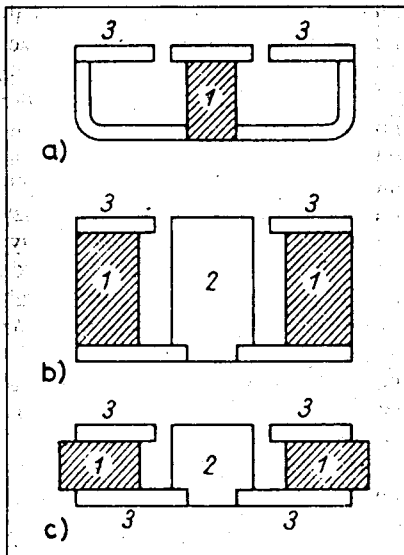
A készülékben lévő elektroncsövek katódjai izzanak. A tápfeszültség megvan, a végerősítőcső elektródjai az előírt feszültség mérhető. A hangerőszabályozót feljebb csavarva „megszólal” a kimenőtranszformátor. A hiba oka: szakadt a lengőtekercs vagy a hozzávezető sodrat.

#### A javítás menete

A hiba behatárolását ellenállásméréssel könnyíthetjük meg. A sodrat cseréljénél a következőkre figyeljünk. Hajlékony, többszálás huzallal cseréljük a szakadt kivezetést. A lengőtekercs ki-



8. ábra. A párhuzamos gerjesztés lényege



9. ábra. Különböző mágnesformák: a) magmágnes, b) gyűrűmágnes, c) ferritmágnes

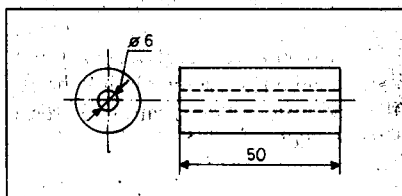
vezetéséhez a sodrat forrasztással kapcsolódik. A forrasztás helye a membránon kétféleképpen lett kialakítva. A kónuszpapírba (membrán) csőszegecset raktak, ez a kiforrasztás helye. A régebbi, olcsóbb megoldás a következő. A kónuszpapíron tengelyirányban két furatot készítenek kb. 5...8 mm távolságra. Ezen többször áthúzzák a kivezetősodratot. Ehhez forrasztják a lengőtekerccs kivezetését. Ha ennél a megoldásnál sodratot cserélünk, akkor a forrasztás után ragasztóval rögzítsük a hangszórópapírhoz. A ragasztó anyaga Palmatex vagy nitrolakk.

A lengőtekerccs szakadása gyakran a kiforrasztásnál jön létre. Érdemes ezeket a pontokat átforszasztani. Ritkábban előfordul hiba a lengőtekerccs szakadása. Ilyenkor új tekerccset kell készíteni; ez a hangszórójavítás legnehezebb része.

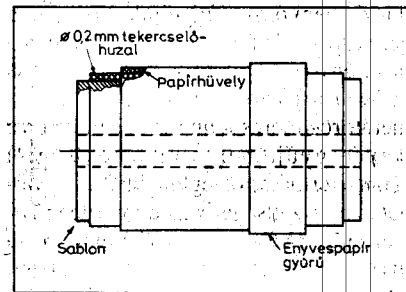
Kiszedjük a szakadt lengőtekerccset, itt a sorrend a következő. Eltávolítjuk a kónusz belsejében lévő porvédőt (zárókupakot). Nitrohígítóval körbecseteljük a porvédő szélét, ahol a ragasztás található. Néhány perc után a ragasztó fellazul, a porvédő leemelhető. Néhány régebbi gyártású hangszóró esetében nem ismerjük a ragasztó oldószerét. Két megoldás marad: más oldószerrel kísérletezünk, vagy pedig pengével, éles szikével körbevágjuk a porvédőt, persze a kónusz ne sérüljön. A porvédő eltávolítása után a papírhüvelyen lévő lengőtekerccset kell „kitermelni”. Ismételten kenjük be körkörös-

sen, vékonyan nitrohígítóval a kónusz és a lengőtekerccs ragasztását. Némi idő elteltével rézből vagy alumíniumból készült, csavarhúzóhoz hasonló eszközzel szedjük ki a megpuhult ragasztót. Körkörösén ki kell tágtani a felázott kónuszpapírt. A lengőtekerccs kivezetéseit elvágjuk. Óvatosan kihúzzuk a lengőtekerccset. Tolómérce segítségével felvesszük méreteit, vázlatot készítünk. Amit mérni kell: a papírhüvely hossza és belső átmérője. A tekerccs hossza, elhelyezkedése a papírhüvelyen, a tekerccs huzalátmérője – ezeket mikrométerrel mérjük meg. Sablont készítetünk a lengőtekerccshez. A sablon példavázlata a 10. ábrán látható. A sablon külső átmérője 0,42 mm-rel legyen kisebb, mint a lengőtekerccs belső átmérője.

Lengőtekerccs készítése érdekében a kézfűrőt satuba fogjuk. A tokmányba befogjuk a menetes szárat, amelyre csavarral rögzítettük a lengőtekerccs sablonját. Az egyik kezünkkel a kézfűrőt hozzuk forgásba, a másikkal végezzük a szálvezetést. Celluxszal vagy szigetelőszalaggal a sablon szélén leragasztjuk a 0,2 mm átmérőjű tekerccselőhuzalt. Menetet menet mellé a sablon teljes hosszúságában feltekerccseljük a 0,2 mm-es huzalt, a végét leragasztjuk (mint az elejét). Kivágjuk a lengőtekerccs papírhüvelyének anyagát. (Kb. 0,1 mm vastag, szokványos papír erre a célra megfelel.) Enyves papírból akkora szalagot vágunk ki, hogy körbeérje a papírhüvelyt. Szélessége olyan legyen, hogy a papírhüvely szélétől a lengőtekerccsig érjen. A lengőtekerccset hordozó papírhüvelyt a sablonra hajlítjuk. Az enyves papírt benedvesítjük és egyik szélén körberagasztjuk a hüvelyt (11. ábra). Miután megszáradt, ugyanolyan széles enyves papírral leragasztjuk a lengőtekerccs kezdeti kivezetését (12. ábra). A lengőtekerccs papírhüvelyét nitroragasztóval vékonyan bekenjük. Erre tekerccseljük a lengőcséve első sorát, amit lakkal, ismét csak vékonyan kenünk be. Ebbe a friss nitrolakkrétegbe tekerccseljük a második sort. A lengőtekerccs végét egy újabb enyves pa-



10. ábra. A sablon vonalas rajza



11. ábra. A papírhüvely elkészítésének rajza

pírszalaggal rögzítjük. A lengőtekerccs külsejét újabb nitrolakkréteggel vonjuk be. A felesleget letöröljük. Megvárjuk, míg az egész tekerccs kiszárad. Miután a tekerccs megszáradt, a sablon és a cséve között lévő  $\emptyset 0,2$  mm-es huzalt kihúzzuk, letekerccseljük. A lengőcséve könnyedén lejön a sablonról.

Következő lépés a lengőcséve behelyezése a hangszóró fegyverzetébe. A papírkónuszt nitrohígítóval, kis ecset segítségével felpuhítjuk a fegyverzetnél. Ujjunkkal vagy valamilyen hengeres (nem vas!) tárggyal tágtítjuk a nyílást. Előfordul, hogy a fent leírt művelet nem jár sikerrel. Ilyenkor szikével vagy szilettpengével 5 mm-es távolságra, 1–2 mm mélységig vágjuk be a kónuszt. Ezután nitrohígítóval puhítjuk, majd ismételt tágtítás következik. A lengőtekerccset becsúsztatjuk a fegyverzetbe. A központi lágyvasmag és a lengőtekerccs közé vékony fóliát dugunk be, körkörösén. Jól megfelel a fényképezésnél használt 24x36 mm-es kisfilm. Ennek vastagsága 0,13–0,14 mm, éppen ennyi a légrés a lágyvasmag és a lengőtekerccs belseje között.

Beállítjuk a lengőtekerccs helyzetét. A tekerccsnek a lágyvasfegyverzetben kell lennie. Tehát sem felette, sem alatta nem lehet. A lengőcséve kivezetéseit a kónuszon belül a sodratokhoz vezetjük.

Nitrolakkal beragasztjuk az új lengőtekerccset. Figyelem! Először vékony ragasztóanyagot vigyünk a cséve és a kónusz közé. A túl sok ragasztó befolyik a fegyverzet és a lengőtekerccs közötti légrésbe és használhatatlanná teszi a hangszórót. Miután a ragasztóanyag megszáradt, ha szükséges másodsor is vigyünk fel újabb réteget. Elvégezzük a lengőtekerccs kezdet-végeinek kiforrasztását a kivezetősodrat-hoz. Ha szükséges, akkor lakkal rögzítjük a kivezetést. Kihúzzuk a légrést beállító filmszövetet. A kónuszt óvatosan

ki- és benyomva figyeljük, hogy nem sűrűlödik-e a lengőcséve. Ha jónak találjuk, úgy vizsgáljuk meg a hangszóró működését üzemszerűen. (A hanggenerátoros mérés lenne az igazi, de erre kevés gyűjtőnek van lehetősége.) Transzformátorról legfeljebb 2 V-os váltakozó feszültséget vezetünk a lengőtekercsre; ez 4 Ω-os hangszóróimpedancia mellett max. 1 W teljesítményt hoz létre. Ha nem hallunk zörgést, sűrűlő hangot, a javítás vélhetően sikeres. Visszaragaszthatjuk a zárókupakot (porvédőt).

Gerjesztett dinamikus hangszórót csak úgy próbálhatunk ki, ha a gerjesztőtekercs sarkaira feszültséget kapcsolunk. Kézenfekvő megoldás a gerjesztést az eredeti készülékbe bekötni.

### Hibajelenség

A hangszóró hangja tompa, halk, nagyobb hangerőnél torz. A hiba oka: porral eltömődött a légrés, amelyben a lengőcséve mozog.

### A javítás menete

Leáztatjuk a zárókupakot. A lengőtekercs és a lágyvasfegyverzet között le rakódott port sűrített levegővel, kerékpárpumpával megkíséreljük kifújni. Ha ilyenkor kis teljesítménnyel, 50 Hz-en működtetjük a hangszórót, akkor a por könnyebben kijön. Az erősen betömődött port vékony filmscsíkkal lehet fellazítani. A csíkot bedugjuk a légrésbe, majd óvatosan, körkörös mozgással fellazítjuk az ott lévő port. Javítás után a porvédőt visszarakasztjuk.

### Hibajelenség

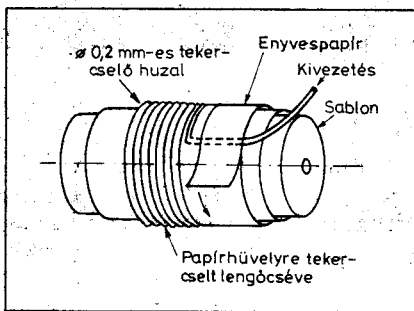
A hangszóró időnként zörgő hangot ad. A membránt kézzel mozgatva érdes hang jön a lengőtekercs felől. Valószínűleg vasreszelék került a légrésbe. Ez a hiba a permanens dinamikus hangszóróknál fordul elő.

### Javítás

A tisztítás igencsak munkaigényes, sok türelem kell hozzá. A bevált módszer a következő. Eltávolítjuk a porvédőt. Enyves papírból kis csíkot vágunk. Ezt megnedvesítjük és a légrésbe dugjuk. Körkörös mozgással kombinálva kihúzzuk a légrésből. Az enyves felére felragadnak a fémszálkák. Ezt többször megismételjük, amíg ki nem szedjük az összes vasreszeléket. A fent leírt módon kipróbáljuk a hangszórót, visszarakasztjuk a porvédőt.

### Hibajelenség

A hangszóró hangja kis hangerőnél tompa, nagy hangerőnél torz. Vélhetően



12. ábra. A lengőtekercs kivezetéseinek elkészítése

en besüllyedt a kónusz; szemmel látható, hogy több milliméterrel lejjebb van a lengőtekercs a normál helyzetéhez képest. Ezt a jelenséget a hangszórópapír (kónusz) és a pille együttes hibája okozza.

### Javítás

Leáztatjuk a porvédő zárókupakot. A lengőtekercs és a központi lágyvasmag közé körkörösén filmszálakat dugunk be. Több szimmetrikusan behelyezett, keskeny filmszálkal feszes helyzetet hozunk létre. Óvatosan kifelé nyomjuk a kónuszt, 4...5 mm-rel tovább, mint a nyugalmi helyzete. Nitrohígító esetel a kosár szélén lévő bordázatot körkörösén feláztatjuk. Ugyanezt tesszük a pillével is. Ez a módszer csak a bakelizált textilpilléknél hatásos. Az igazán régi hangszóróknál gyakran alkalmaztak vékony textilbakelitből kivágott pillét. Ezek különböző alakzatot valószínűsíthetnek meg. Csavarral rögzítették a lágyvasfegyverzethez, rendszerint 120°-ra, ritkábban 180°-ra. Amennyiben a hangszóró ilyen pillével rendelkezik, akkor a következő műveletet végezzük el. A pillét a fegyverzethez rögzítő csavart meglazítjuk, kicsavarjuk. Megnöveljük a pille és a fegyverzet közötti alátét magasságát kb. 3 mm-rel. Visszahajlítjuk a csavarokat. Kihúzzuk a légrésbe helyezett filmdarabokat, kipróbáljuk a hangszórót. Amennyiben sikerül a lengőtekercset a homogén mágneses térbe beállítani, a hangszóró hangja ismét jó lesz. Visszaragasztjuk a porvédőt.

### Hibajelenség

A hangszóró némely hangmagasságnál zörög, zizeg. Nagy hangerőnél a jelenség fokozódik. Kiszerve és szemügyre véve a hangszórót azt látjuk, hogy a kónusz széle, a bordázat egyes részeken szakadt.

### Javítás

A szakadt részt Palmatex-szel megragasztjuk. A bordázat mozog, így olyan

ragasztót kell választani, amely rugalmas, elasztikus. Ha a szakadás összefüggő, nagyobb területre terjed ki, akkor centrírozni kell a ragasztás előtt a kónuszt. Oldószerezrel feláztatjuk a porvédő kupakot. A már leírt módon filmdarabkákat helyezünk a légrésbe. Beállítjuk a kónuszt a nyugalmi helyzetnek megfelelően. (A lengőtekercs a fegyverzet közepén van.) Ezután kezdünk a bordázat ragasztásához. Amíg a Palmatex meg nem kötött, a filmdarabkák a hangszóróban maradnak. Száradás után elektromosan ellenőrizzük a hangszórót; ha sikeres volt a beavatkozás, akkor visszarakasztjuk a porvédőt.

Hasonló hibajelenséget produkál a kilyukasztott kónusz. Volt a kezemből olyan hangszóró, melynek membránján több (feltehetőleg kötődőtől eredő) lyuk volt. Ezek bestoppolása nitrolakos ragasztóval történik. Amennyiben a lyukak nagyok, készítsünk egy halálraírt hangszóró membránjából kis méretű, kör alakú flekket. Ezeket kenjük meg ragasztóval és helyezzük a lyukakra. Előfordul, hogy a roncsolás, a papírhiány a bordázaton van. A bontásra ítélt hangszóró széléből kivágjuk a bordázathoz való pótlást. A ragasztóanyag jelen esetben a Palmatex.

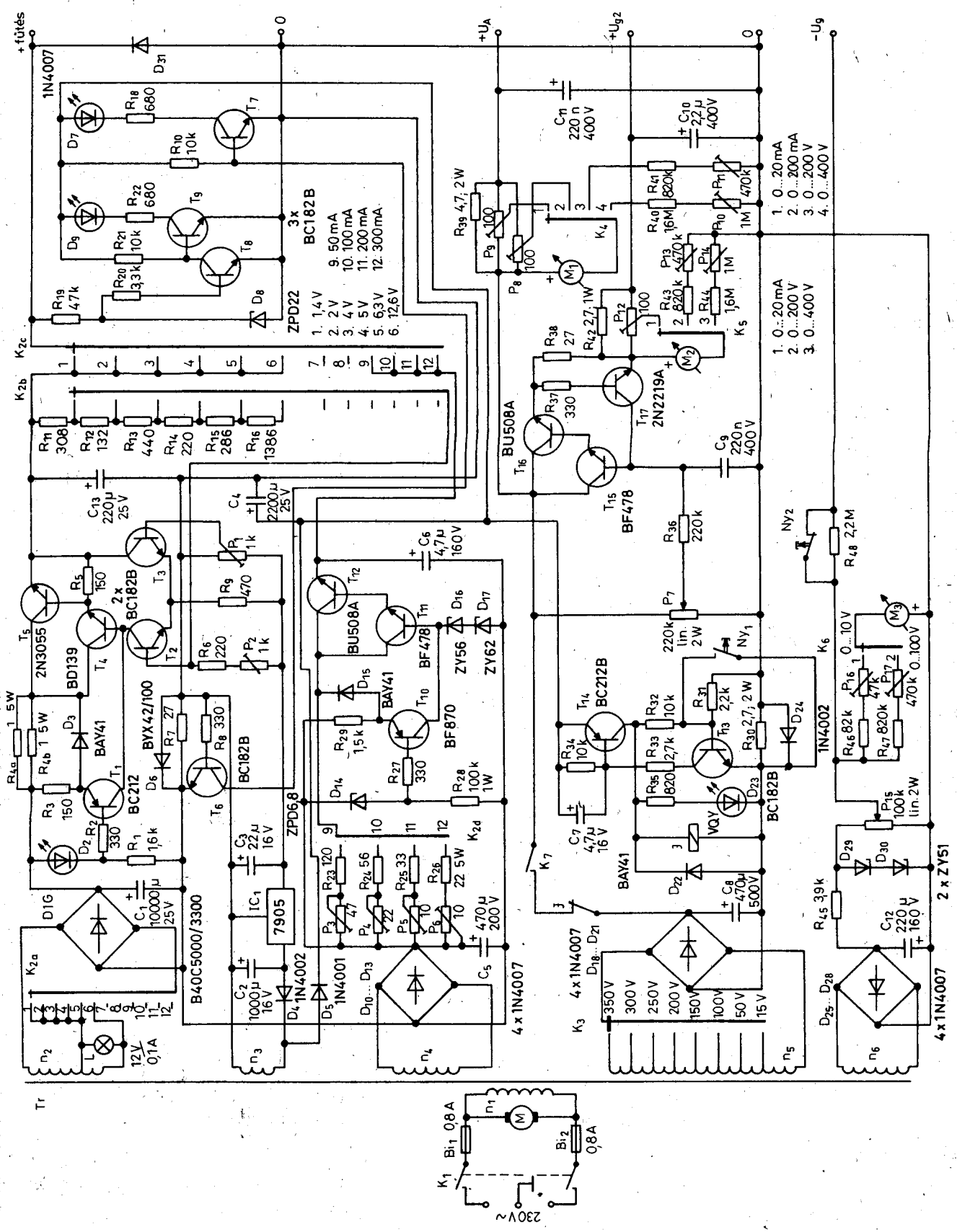
Soha ne bontsuk meg a permanens mágnesű hangszórók fegyverzetét! A régebbi gyártású hangszórók fegyverzetét csavarokkal fogták össze. Ezeket meglazítva a mágnesen lévő lágyvasrészek valamilyen irányban elmozdulnak, záródnak. Szinte lehetetlen ezek után a légrést újból beállítani. Teljesen, darabokra szétszedni a hangszórót végképp értelmetlen dolog. Szakirodalom szerint az újbóli összerakás után a légrésindukció 10...20%-kal csökkenhet.

Remélem ez a néhány felsorolt példa és szakmai fogás segítséget nyújt a gyűjtőknek és a restaurátoroknak.

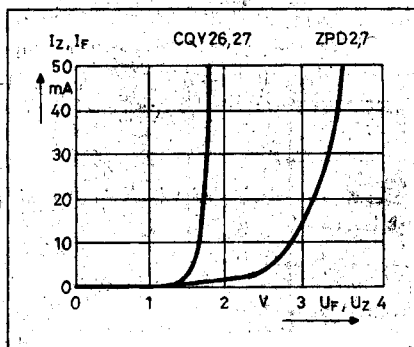
### Felhasznált irodalom:

- Dr. Barta István: Rádiókészülékek és erősítők. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- Jürg Jecklin: Hangszórók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.
- Simoncsics László: Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása. Rádiótechnika Évkönyve, 1999.
- F. Benz: Rádiótechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1959.
- Magyar Béla: Rádióamatőrök zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- John Earl: Pickups and Loudspeakers. Fountain Press, London, 1971.





2. ábra. Az elektroncső-vizsgáló kapcsolási rajza



3. ábra. A LED és a Z-dióda karakterisztikái

felépített Graetz-hídra kerül. A  $K_{2a}$  kapcsoló a kimenőfeszültségtől függően változtatja a diódákra jutó váltakozó feszültség nagyságát. Ezzel a módszerrel csökkentjük a  $T_5$  soros áteresztő-transzisztor disszipációját. A pulzáló egyenfeszültség simítását a  $C_1$  elektrolitkondenzátor végzi. A soros áteresztő elem a  $T_5$  és a  $T_4$  tranzisztorból felépített Darlington-fokozat. A  $T_5$  tranzisztor a „jó öreg” 2N3055, erre a feladatra kiválóan megfelel. Az áteresztő-transzisztorok bázisáramát a  $T_1$  tranzisztorral realizált áramgenerátor szolgáltatja. Egyszerűbb tápegységekben áramgenerátor helyett egy ellenállással hozzák létre a  $T_4$  tranzisztor bázisáramát. Utóbbi megoldás komoly hátránya, hogy a „nyers” (a stabilizálatlan) feszültséggel együtt változik a  $T_4$  bázisárama is. A stabilitási tényező ebben az esetben a  $T_4$ ,  $T_5$  Darlington-kapcsolású, soros áteresztő elem  $\beta$ -jától, valamint a rajta eső feszültség nagyságától függ. (Nagyobb feszültségesés nagyobb meghajtóáramot eredményez az ellenálláson át.) Lényegében 100-as stabilitási tényezőnél nagyobb nem lehet elérni. A minőségi áramköri megoldás: áramgenerátorral előállítani a soros áteresztőelem bázisáramát. A  $T_1$  tranzisztorból kifolyó áram a nyers feszültségtől messzemenően független.

A  $T_1$  áramgenerátor referenciafeszültségét a  $D_2$  LED állítja elő. A LED-ek nyitóirányú feszültsége a színüktől függően 1,6 és 2,1 V közötti. Az ilyen feszültségű Z-diódák karakterisztikája nem olyan meredek, mint a világítódiodáké, így célszerűbb a LED alkalmazása (3. ábra). A  $D_2$  LED munkapontját az  $R_1$  ellenállás állítja be. Az áramgenerátor kimeneti árama lényegileg az  $R_3$  emitter-ellenállás értékétől függ.

A tápegység zárlat elleni védelemmel rendelkezik. Ritkán, de előfordul, hogy az elektroncső fűtése zárlatos

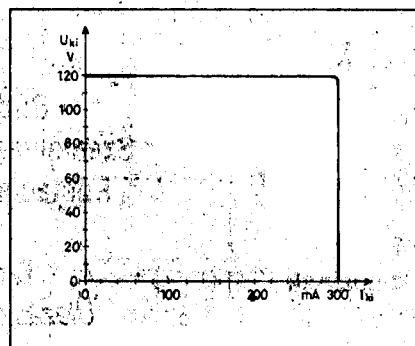
lesz, így a fűtőfeszültséget előállító tápegység kimenetét rövidre zárja. Védelem híján a soros áteresztő, a  $T_5$  átüt-het, zárlatossá válhat. Célszerű tehát áramhatárolásról gondoskodni, amely a következő.

A pozitív ágba lévő párhuzamos  $R_{4A}$  és  $R_{4B}$  ellenálláson átfolyik a terhelés árama. Az ellenállások sarkain feszültségesés jön létre, amelynek nagysága a terhelőáramtól függ. Amikor ez a feszültségérték túllépi a  $D_2$  diódán eső feszültséget, a  $D_3$  kinyit és zárás felé viszi a  $T_1$  tranziszort. A határolás árama  $I_{kmax} = U_{D2}/R_4$ . A fokozat maximális kimenőárama 4 A.

A kimenőfeszültséget (fűtőfeszültséget) a  $K_2$  kapcsolóval állíthatjuk be a kívánt értékre. A kapcsoló b tárcsájának gyűjtősinéről a leosztott kimenőfeszültség a  $T_2$  bázisára kerül. A  $T_2$  és a  $T_3$  tranzisztor differenciálerősítő kapcsolásban üzemel. Az áramkör a referenciafeszültséget össze a kimenőfeszültség leosztott értékével. A referenciafeszültséget az  $IC_1$  stabilizátor szolgáltatja. Az  $n_3$  jelű tekercs feszültsége a  $D_4$  diódára kerül. Az egyutas egyenirányítással létrehozott pulzáló feszültség simítását a  $C_2$  elektrolitkondenzátor végzi. A feszültségstabilizátor kimenetéhez csatlakozik a  $P_1$  potenciométer, ezzel végezzük a differenciálerősítő kiegyenlítését. A kimeneti osztó kalibrálását a  $P_2$  potenciométerrel végezzük.

### Fűtőáram-generátor

Az  $n_4$  tekercsen indukálódott feszültséget a  $D_{10}$ – $D_{13}$  diódahíd egyenirányítja. A  $K_{2d}$  kapcsolóval beállított kimeneti áramot a  $T_{11}$  és  $T_{12}$  Darlington-pár produkálja. A tranzisztorok a tévétechnikában alkalmazott nagyfeszültségű típusok. (Zárlat esetén a kollektor és az



4. ábra. A fűtőáram-generátor kimeneti karakterisztikája

emitter közötti feszültség akár 130 V-ot is elérhet.) A soros áteresztő elem bázisáramát a  $T_{10}$  áramgenerátor adja. Felépítése, működése azonos a feszültséggenerátorban lévő  $T_1$  tranzisztoréval.

A kimeneti áramot a  $K_{2d}$  kapcsolóval lehet beállítani. A  $P_3$ ... $P_6$  potenciométerekkel a pontos beállítást végzzük el. A soros fűtésű csövek közül a VL4 típus 110 V-os fűtőfeszültsége a legnagyobb. Ennek figyelembevételével a fűtőáram-generátor legnagyobb kimenőfeszültsége 120 V, amit végülis a (két sorbakapcsolt)  $D_{16}$  és  $D_{17}$  Z-dióda határoz meg. A fűtőáram-generátor kimeneti karakterisztikája 0,3 A-es áramnál a 4. ábrán látható.

### Indikátor-áramkörök

Ezek a segédáramkörök meggyorsítják az elektroncsövek mérését. Kijelzik a fűtőszál zárlatát ( $D_9$  LED), valamint szakadását ( $D_7$  LED). Anódzárlat esetén a  $D_{23}$  LED világít.

#### Fűtőszál zárlatát kijelző áramkör

A  $K_{2c}$  kapcsolótárcsa gyűjtősinén jelenik meg a beállított fűtőfeszültség vagy fűtőáram. Amíg a kimeneti kapocs nincs rövidzárban, addig a  $T_8$  tranzisztor vezet, a kollektora gyakorlatilag földpotenciálón van. E tranzisztor bázisárama az  $R_{19}$  és az  $R_{20}$  ellenálláson át jön létre. A  $D_8$  Z-dióda előstabilizálást végez; miért szükséges ez? A legkisebb kimenőfeszültség 1,4 V. A legnagyobb kimenőfeszültség a fűtőáram-generátoros üzemmódnál alakul ki. Üres (terheletlen) állapotban 120 V, míg például UL41-es végpentódánál 45 V mérhető a kimeneti kapcsokon. Az előstabilizálásnak köszönhetően az  $R_{20}$  ellenállás 22 V és 1,4 V közötti feszültséget kap. A bázisáram változása így lényegesen kisebb.

Fűtőszál zárlata esetén megszűnik a  $T_8$  tranzisztor bázisárama, a kollektor feszültsége felugrik. A  $T_9$  tranzisztor kinyit, a meginduló kollektoráram kigyújtja a  $D_9$  LED-et.

#### Fűtőszál szakadását kijelző áramkör

Használt elektroncsövek gyakori hibája a fűtőszál szakadása. („Kiegett a rádiólámpa.”) Ez a jelenség a soros fűtésű csöveknél gyakoribb, mint a párhuzamos fűtésűeknél. A  $T_6$  és  $T_7$  tranzisztorokból felépített áramkör fűtőszálszakadásnál kigyújtja a  $D_7$  LED-et. A test (0) ágba található az  $R_7$  ellen-



lás, a vele párhuzamos  $D_6$  diódával. Az  $R_6$  ellenálláson eső feszültséget a  $T_6$  tranzisztor érzékeli. Amikor a kifolyó áram akkora, hogy a feszültségesés eléri a 600...700 mV-ot, a  $T_6$  tranzisztor kinyit, a testre húzza a  $T_7$  bázisát, amely lezár, a kollektor körében lévő  $D_7$  dióda nem kap áramot, sötét marad. Az  $R_7$  érzékelő-ellenállással párhuzamos  $D_6$  dióda megakadályozza, hogy a feszültségesés 0,7 V fölé emelkedjen.

Az érzékelési küszöb 25 mA, pl. az 1S5T típusú elektroncső fűtőárama ennyi. A 6Π45C tv-sorvegcső fűtőárama 2,2 A. A 27 Ω-os  $R_7$  ellenálláson ez az áram 59 V-os feszültségesést hozna létre. Az ellenállást söntölő nyitóirányú  $D_6$  dióda ezt a feszültségesést 0,6...0,7 V-ra korlátozza.

A zárlatot, illetve a szakadást kijelző áramkörök tápfeszültségét az  $n_4$  tekercs szolgáltatja. A  $D_5$  diódán át félutas egyenirányítás valósul meg. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a  $C_4$  elektrolitkondenzátor végzi.

#### Anódzárlatot jelző áramkör

Az elektroncsövek hibái sorában viszonylag ritka az anód és katód (vagy egyéb elektródjaik) teljes zárlata.

Amennyiben mégis ilyen csövet mérünk, a csővizsgáló műszerben komoly pusztítást végezhetünk. Átüt a  $D_{18}$ – $D_{21}$  diódahíd valamelyik vagy összes tagja. Leég az  $n_5$  szekunder tekeres, vagy az egész hálózati transzformátor. Két megoldás közül választhattam: olvadóbiztosító vagy elektronikai védelem; az utóbbi mellett döntöttem. A túláram elleni védelmet a  $T_{13}$  és a  $T_{14}$  tranzisztorból felépített áramkör látja el. A testág árama átfolyik az  $R_{30}$  ellenálláson. Amikor a sarkain létrejövő feszültségesés meghaladja a 600 mV-ot (tehát 220 mA-nyi áram felett), a  $T_{13}$  tranzisztor kinyit. A meginduló kollektoráram az  $R_{33}$  ellenálláson át nyitja a  $T_{14}$  tranzisztort. Az  $R_{32}$  ellenálláson át öntartásba kerül a kapcsolás. A J jelfogó meghúz, megszakítja a pozitív ágat. A  $D_{23}$  pozíciószámú LED fénye jelzi az anód- és a segédrácsfeszültség megszüntét.

A  $T_{13}$  és a  $T_{14}$  lényegében egy komplementer kapcsolóáramkört képez. Nyugalmi helyzetben mind a két tranzisztor zárva van. Az  $R_{31}$  ellenállás a bázisáram nagyságát állítja be. A  $D_{24}$  dióda szerepe azonos a  $D_6$ -éval. A  $C_7$  elektrolitkondenzátor lassítja a kapso-

lóáramkört, nehogy különböző zajokra bebillenjen. A zárlat, illetve a túláram megszüntése után az  $Ny_1$  nyomógomb zárásával visszabilen (kikapcsol) a védőáramkör.

#### Az anód- és a segédrácsfeszültség előállítása

Az anódfeszültséghez szükséges változófeszültséget az  $n_5$  tekercsről nyerjük, a feszültség kiválasztása a  $K_3$  kapcsolóval történik. A kétutas egyenirányítást a  $D_{18}$ – $D_{21}$  diódahíd végzi. Az egyenfeszültség simítása a  $C_8$  elektrolitkondenzátor feladata. A kimenőfeszültséget és -áramot az  $M_1$  műszerrel mérjük. A  $K_4$  kapcsoló 1. állásában 20 mA-ig ( $P_9$ ), 2. állásában 200 mA-ig ( $P_8$ ) mérhetünk áramot. A 3. állásban a végkiterés 200 V ( $P_{11}$ ), míg a 4. állásban 400 V ( $P_{10}$ ).

A legtöbb elektroncső segédrácsfeszültsége megegyezik, vagy kisebb mint az anódfeszültség. A segédrácsfeszültséget egy emitterkövetős kapcsolással, az anódfeszültségből hozzuk létre. A  $T_{15}$  és a  $T_{16}$  nagyfeszültségű típus, Darlington-kapcsolásban át-eresztő tranzisztorként üzemelnek. Bá-

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

## ÉVKÖNYVEINK

közül a szerkesztőségben még megvásárolhatók a '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01 és 2002-es kötetek, illetve azokat postán is elküldjük kedves megrendelőinknek.

Régebbi

# RÁDIÓTECHNIKA

**HOBBY Elektronika** lappéldányok,

illetve a HE '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, 2001 és 2002-es számainak nyák-filmjei is beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

Címünk:

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.  
Személyesen hétköznap 9-14 óra között.  
Postacím: RT vagy HE szerkesztősége  
1374 Budapest, Pf. 603.

E-mail: [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)

Utazás előtt érdemes telefonon érdeklődni:

☎ 239-4932, 239-4933!

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

zispotenciáljukat a P<sub>7</sub> potenciométer állítja be. Gyakorlatilag ez a kimenőfeszültség, amely a 0 és az U<sub>A</sub> között folyamatosan szabályozható.

Az áramkört elláttam túláram elleni védelemmel. Így elkerülhetjük, hogy zárlat esetén a soros áteresztőtranzisztor elpusztuljon. A kimenőáram átfolyik az R<sub>38</sub> ellenálláson. Amikor a rajta eső feszültség túllépi a 600 mV-ot, a T<sub>17</sub> tranzisztor kinyit, létrejön az áramgenerátoros üzemmód. A maximális kimenőáram az R<sub>38</sub> ellenállás értékétől függ: 22 Ω esetén 30 mA-es áramnál áll be az áramgenerátoros üzemmód. Ennél kisebb segédrácsáram is bőven elegendő a nagyteljesítményű végerősítőcsövek mérésénél. A segédrácsáramot, illetve -feszültséget az M<sub>2</sub> Deprez-műszerről olvashatjuk le. A K<sub>5</sub> kapcsoló 1. állásában áramot mérünk, a végkitérés

20 mA. A 2. állás feszültségmérés, a végkitérés 200 V. A 3. állás szintén feszültségmérés 400 V-os végkitéréssel. Árammérés-állásban a P<sub>12</sub>, míg feszültségmérésnél a P<sub>13</sub>, illetve P<sub>14</sub> potenciométerrel állítjuk be a végkitérést. A K<sub>7</sub> kapcsolóval megszakíthatjuk az anód- és a segédrácsfeszültséget. Lehetővé válik, hogy csak már felfűtött elektroncsőre kapcsoljuk az anód-, illetve segédrácsfeszültséget.

### A rácselőfeszültség előállítása

Az n<sub>6</sub> tekercs sarkain ébredő feszültséget a D<sub>25</sub>-D<sub>28</sub> diódahíd egyenirányítja. A feszültség stabilizálását a sorba kapcsolt D<sub>29</sub> és D<sub>30</sub> végzi. A negatív rácsfeszültség 0 és 100 V között szabályozható a P<sub>15</sub> potenciométerrel. A kimenőfeszültséget az M<sub>3</sub> Deprez-mű-

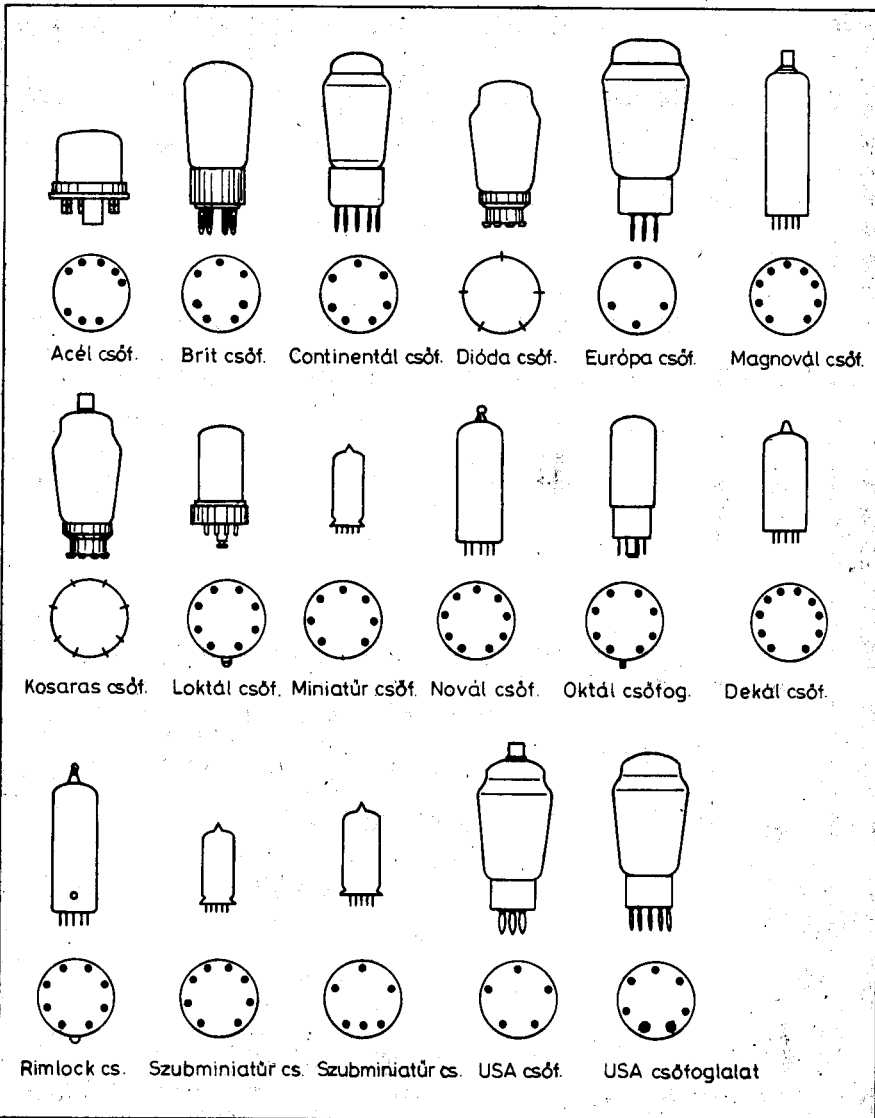
szerrel mérjük, két méréshatárban. A K<sub>6</sub> kapcsoló 1-es állásában a végkitérés 10 V (P<sub>16</sub>), míg a 2-es állásban 100 V (P<sub>17</sub>).

A végerősítőcsöveket (a használtakat) célszerű gázosságra vizsgálni. A használt vagy „meghúzatott” elektroncsőben már nem tökéletes a vákuum. A vezetésben már nemcsak a katód által kibocsátott elektronok vesznek részt, hanem gázmolekulák is. Ezek rendszerint a túlmelegedett, nagyobb felületű anódlemezből válnak ki. A gázos elektroncsövet nem lehet a rácsra adott negatív feszültséggel lezárni, mert a rácsra lévő gázionoktól annak potenciálja pozitív lesz. A kevésbé gázos csövek kisebb értékű rácslevezető ellenállással még használhatók egy ideig. Fizikai magyarázat: a kisebb rácslevezető ellenállás levezeti a rács pozitív töltését. A gázosság mérésére szolgál az R<sub>48</sub> ellenállás. Két-három perces üzemidő után megnyomjuk az Ny<sub>2</sub> nyomógombot. Ekkor lép be a negatív ággal sorba az R<sub>48</sub> 2,2 MΩ-os ellenállás. Amennyiben a cső gázos, az anódárama megnövekszik.

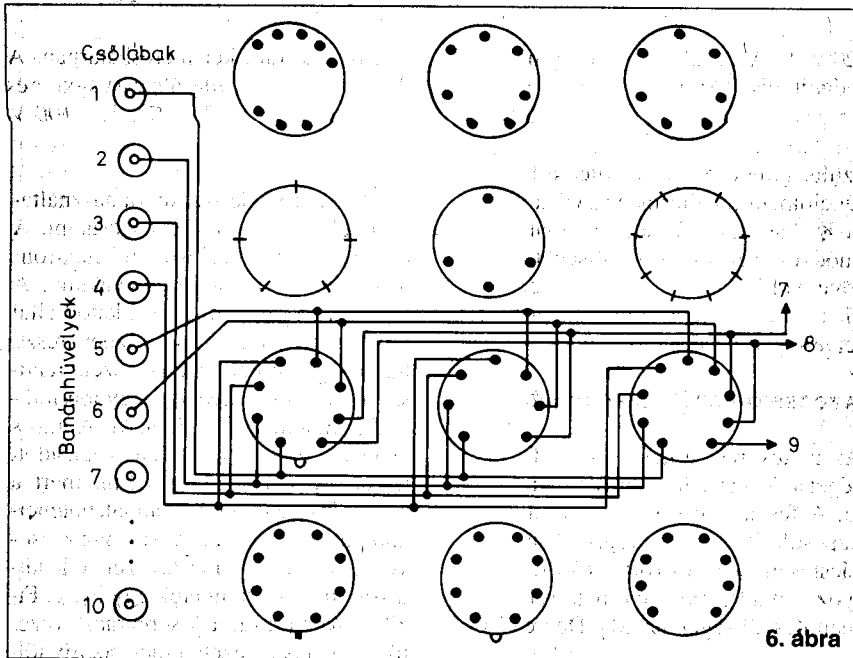
Az elektroncső-vizsgáló lényeges része a mérőmező. Ezen helyezkednek el a különböző típusú csőfoglatatok. Magyarai Béla *Rádióamatőrök zsebkönyve* 336-337. oldalán található táblázatában előforduló csőfoglatokat az 5. ábra szemlélteti. Ezek között vannak olyanok, amelyekkel nem érdemes foglalkozni; például: P postai csőfoglat; V elektronsugárcső-foglat; X, Y különleges csőfoglat; Z Edison-foglat.

Az elektroncsövek lábszámozása a vezető csáptól vagy a foghíjtól indul az óramutató járásának megfelelően. A bekötést mindig *alulnézetben* értelmezzük!

A csővizsgáló lényegében különböző felépítésű tápegységekből áll. Ezeket kell az elektroncső típusának megfelelően a csőfoglat lábaira kapcsolni. A mintapéldányban a foglatot a következőképpen kötöttük be. Mivel mindig csak egy elektroncsövet mérünk, így az összes beépített foglat lábait párhuzamosítottam. A gyakorlatban ez úgy néz ki, hogy az összes 1-es, 2-es, 3-as stb. láb párhuzamosan van kapcsolva, s ezek az 1-es, 2-es, 3-as sorszámú banánehüvelyekre vannak kivezetve. Az egyes feszültségek szintén banánehüvelyeken jelennek meg. A



5. ábra. Csőfoglatok



6. ábra

A T<sub>5</sub>, a T<sub>12</sub> és a T<sub>16</sub> tranzisztort hűteni kell. Elvileg a T<sub>12</sub>-es tranzisztortó disszipációja lehet a legnagyobb. Tekintsünk egy példát: PCL85 típusú elektroncsövet mérünk, a fűtőfeszültsége 18 V, a fűtőárama 300 mA. A T<sub>12</sub> jelzésű BU508A tranzisztor kollektorán kb. 120 V, az emitterén kb. 18 V a feszültség. A tranzisztoron 102 V feszültség esik, az átfolyó áram 300 mA. A BU508A tranzisztornak 30,6 W-ot kell eldisszipálnia. A tranzisztor maximális disszipációja 125 W (végtelen hűtőfelületnél!). Jó hatásfokú hűtést az úgynevezett hűtőtorony használatával érhetünk el; vonalas rajza a 11. ábrán látható. Az alaplap 5 mm vastag textilbakelitlap. Erre van felcsavarozva a három hűtőborda és egy terelőlemez. A hűtőborda hazai gyártmány, a típusa SR1771, a hosszúsága 130 mm. Megfelel a kisebb felületű SR1772-es típus

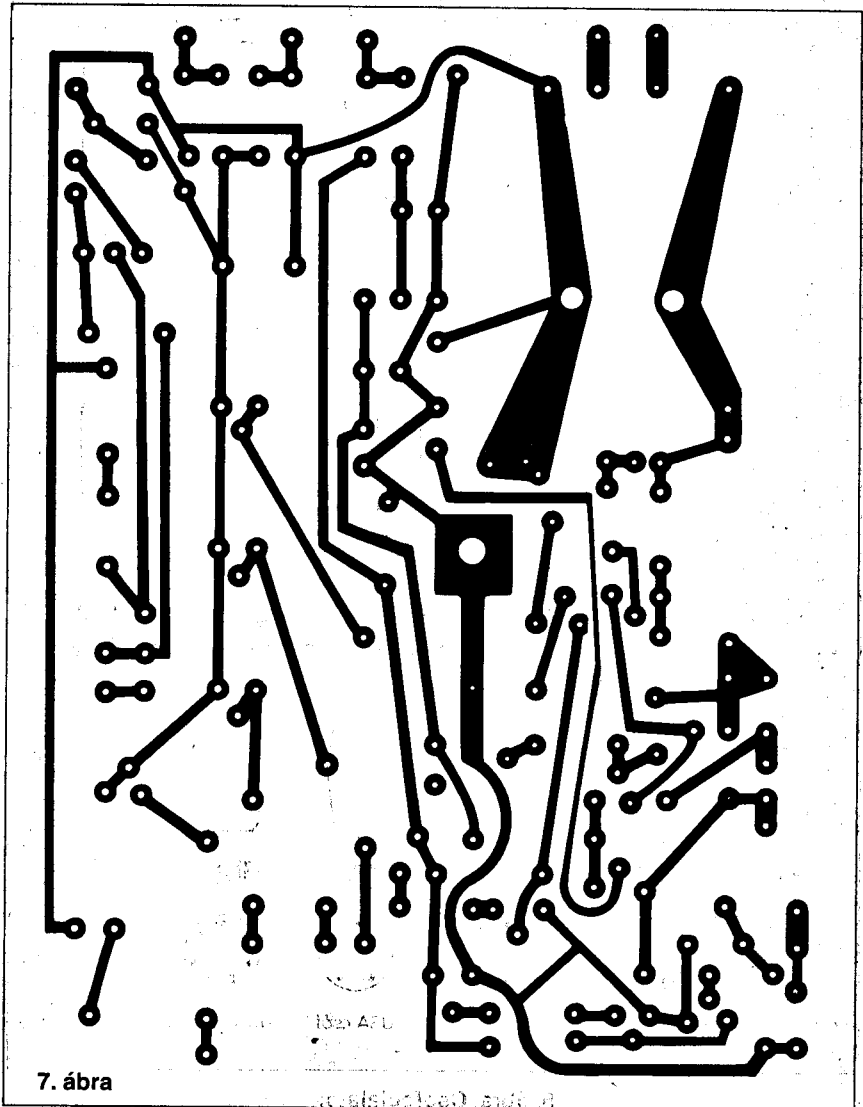
szükséges feszültségeket rövid banándugós vezetékek segítségével juttatjuk el a csőfoglaton keresztül a mérendő elektroncsőhöz.

A különböző csőfoglatok összekötését szemlélteti a 6. ábra, a teljesség igénye nélkül.

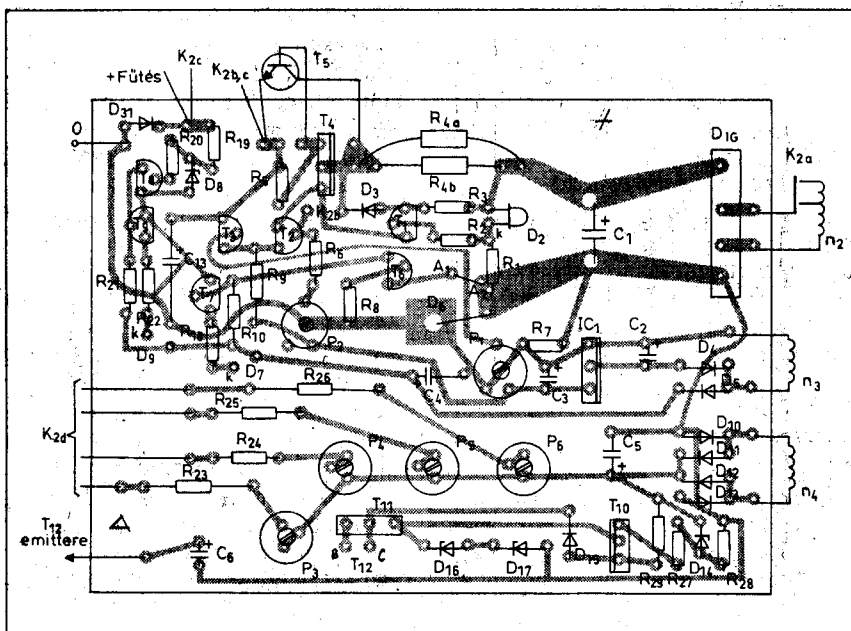
**A készülék megépítése, bemérése**

A készülék megépítését a különböző típusú csőfoglatok beszerzésével kezdjük. Vannak olyan aljzatok, amelyek mára teljesen eltűntek. Ezeket régi rádiókból, erősítőkből vagy más berendezésekből kell „kitermelni”. A régi bontott csőfoglatok oxidosak, porosak, szennyezettek. Beépítés előtt tisztítsuk meg, hozzuk rendbe azokat! A gyantás szennyezés lemosásához alkoholt (denaturált szeszt), a zsíros, parafinos szennyezés eltávolításához seb-, esetleg motorbenzint használjunk. Ne dohányozzunk, a tisztítást a szabadban, esetleg tágas helyiségben végezzük! Ne feledjük, ennek még a gőze is be-robbanhat!

A csővizsgálót két nyomtatott áramköri lapra építtem meg. Az elsőn a fűtőfeszültség- és fűtőáram-generátor, valamint az indikátor-áramkör található. A főliaterv a 7. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajz a 8. ábrán látható. A második panelon az anód- és a segédrácsfeszültség, az ehhez tartozó túláram elleni védelem, valamint a rácselepfeszültség áramkörei kaptak helyet. A főliatoldalt a 9. ábra, az alkatrész-beültetést a 10. ábra szemlélteti.



7. ábra



8. ábra. A fűtőfeszültség-, a fűtőáram-generátor és az indikátor-áramkörök alkatrész-beültetési rajza

is, de ekkor a hosszúság 160 mm. A hűtőbordákat úgy csavarozzuk fel, hogy a terelőlemezrel együtt egy négyzetet alkossanak. A bordák között legálább 6 mm távolság legyen.

A textilbakelitlapon a hűtőbordák által határolt területen egy Ø120 mm-es nyílást vágunk ki. Ez alá szereljük a ventilátort oly módon, hogy a bordákon átfújja a levegőt. A 120 × 120 mm-es műszerventilátorból többféle is kapha-

tó. A 230 V-os feszültségűből létezik 13 W-os és 23 W-os.

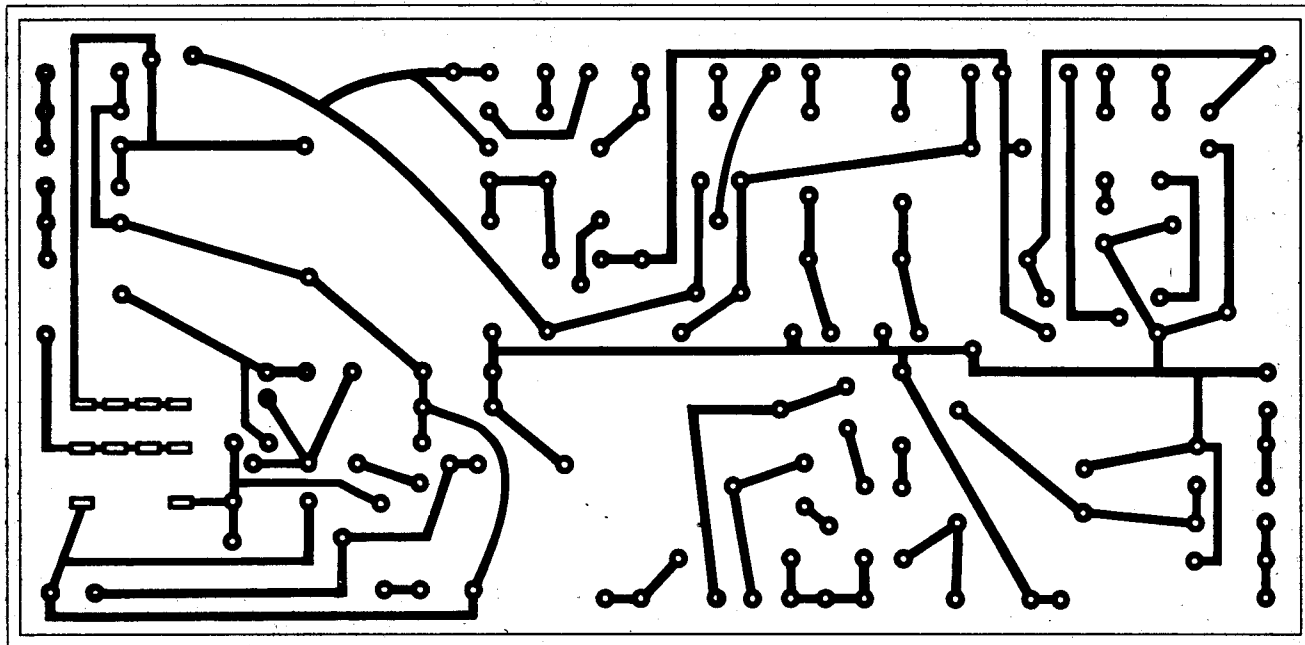
A hűtőbordák egymástól és a ventilátortól szigetelten vannak felszerelve a textilbakelitlapra. Elhagyhatjuk a csillámszigetelést, ezáltal javul a hőátadás. A tranzisztorok és a hűtőboroda közé kenjünk vékony réteg szilikonszírt, ez még tovább javítja a hőátadást.

A K<sub>2</sub> kapcsoló KONTAKTA gyártmány, típusa KT1211, egy darab arre-

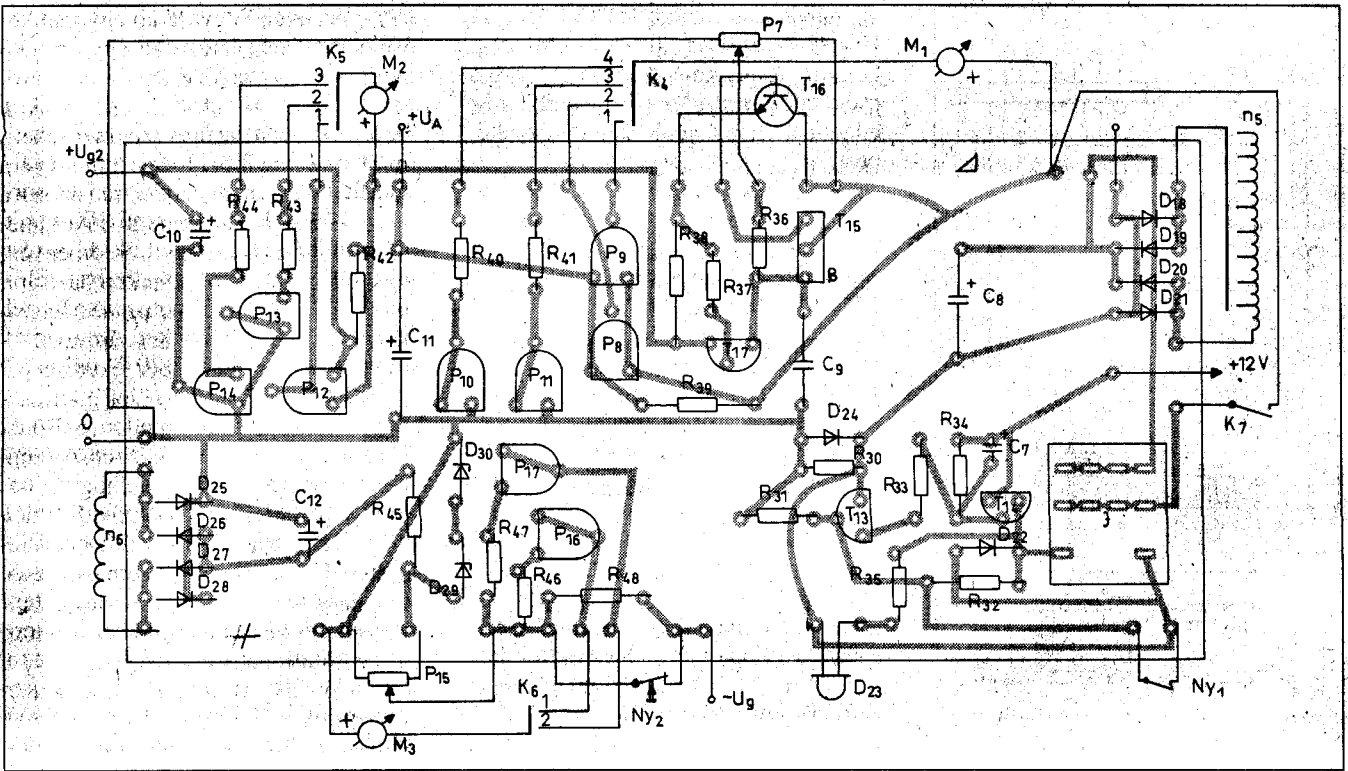
táló görgővel, négy darab egyáramkörös tárcsát tartalmaz. Az egy arretáló görgőnél a leszedőkefe minden második szegmensre ugrik átkapcsoláskor. A K<sub>2b</sub> tárcsánál az üres szegmenseket a mellettük lévőhöz forrasztjuk. Így a váltás pillanatában nem marad üresen a leszedősín. Üresen maradt sín a kimenőfeszültség megugrását eredményezné. A T<sub>2</sub> tranzisztor nem kap bázisáramot, lezár, a kimenőfeszültség felszabad. Más a helyzet a K<sub>2a</sub> tárcsával. A transzformátor szekunder tekercsét 6,3 V és 12,6 V kimenőfeszültségnél váltjuk. A leszedőkefe minden második szegmensre lép. Itt a közbenső szegmenseket üresen kell hagyni, hogy váltás pillanatában ne kerüljön rövidzárba a két tekercskivezetés. Ugyanígy kell bekötni a K<sub>3</sub> kapcsolót is. Természetesen ez is egy arretáló görgővel van szerelve. A megszerelt kapcsoló vázlatos rajzát a 12. ábra szemlélteti.

A fűtőfeszültséget a K<sub>2b</sub> tárcsán lévő R<sub>11</sub>-R<sub>16</sub> ellenállások állítják be. Ezek pontosságától függ a kimenőfeszültség. Nem szabványos értékek, több darabból kell összerakni. P<sub>1</sub> az R<sub>11</sub> némi szerencsével kettő sorba kötött 150 Ω, 5%-os ellenállásból összehozható. A következő R<sub>12</sub> alkatrészlemei 120+12 Ω. Az R<sub>13</sub> kettő db 220 Ω sorba kapcsolásával jön létre. (Nem folytatom a sort, némi fantáziával a többit is összerakhatjuk.)

A Deprez-műszerek érzékenysége végkitérésre 100 vagy 200 μA. A



9. ábra. Anód- és segédrácsfeszültség, túláram elleni védelem és rácselepfeszültség áramkörök fóliarajza



10. ábra. Anód- és segédrcsvesztés, túláram elleni védelem és rácsvésztség áramkörök alkatrész-beültetési rajza

200  $\mu$ A-es érzékenység esetén az M<sub>1</sub> és az M<sub>2</sub> műszernél az eredeti skála felhasználható. Az M<sub>3</sub> műszer helyére 100  $\mu$ A-es típust célszerű beépíteni, mert a skálaosztás változtatás nélkül felhasználható. A J jelfogó OMRON gyártmányú, a típusa MY4, 12 V-os, a tekercsellállása 160  $\Omega$ . Más hasonló típus is megfelel, amelynek kontaktusai képesek 350 V-ot kapcsolni. Természetesen a nyomtatási rajzot eltérő bekötés esetén módosítani kell. Az Ny<sub>1</sub> nyomógomb nyomásra zár, míg az Ny<sub>2</sub>

nyomásra bont. A P<sub>7</sub> és a P<sub>15</sub> potencióméter lineáris karakterisztikájú, 2 W terhelhetőségű.

A hálózati transzformátort SM102a típusú tekercselt hiperszil szalagmagra készítettem el. Adatait az 1. táblázat

1. táblázat

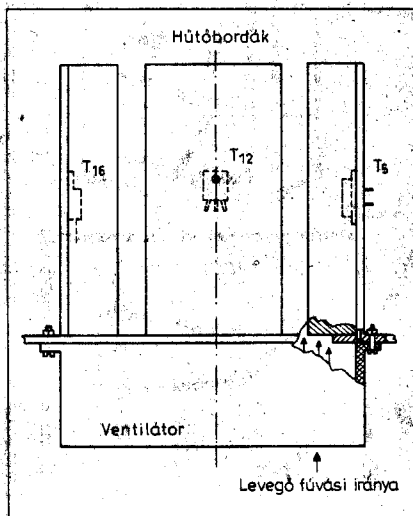
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	600	$\varnothing$ 0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az n1, n2, valamint az n4, n5 és n6 tekercsek között három réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. A többi tekercs között két réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés.
	n2	39, leágazás 28 m-nél	$\varnothing$ 1,2 mm Mz	
Szekunder	n3	28	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n4	275	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n5	748; leágazások: 644, 532, 428, 322, 213, 107, 34	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n6	240	$\varnothing$ 0,22 mm Mz	

Vasmag: SM 102a hiperszil, tekercselt szalagmag

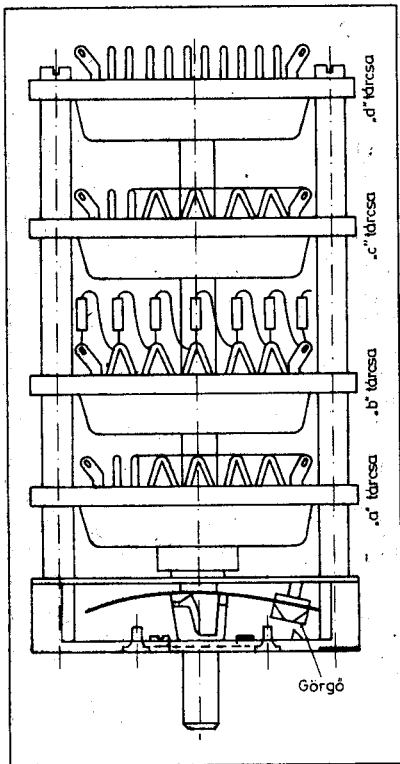
2. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	644	$\varnothing$ 0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az n1, n2, valamint az n4, n5 és n6 tekercsek között három réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. A többi tekercs között két réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés.
	n2	42, leágazás 30 m-nél	$\varnothing$ 1 mm Mz	
Szekunder	n3	30	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n4	294	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n5	800; leágazások: 690, 570, 460, 345, 228, 114, 36	$\varnothing$ 0,4 mm Mz	
	n6	258	$\varnothing$ 0,22 mm Mz	

Vasmag: EI 106/45, q = 15,8 cm<sup>2</sup>



11. ábra. A hűtőtorny vonalas rajza



12. ábra. A megszerelt K<sub>2</sub> vázlatos rajza

tartalmazza. (Az n<sub>2</sub> huzalátmérője eredetileg legalább 1 mm, de a feltüntetett nagyból is befért.) Méreteztem a hálózati transzformátort a hagyományos, szilícium ötvözötű EI magra is. Az utóbbi magra kiszámolt transzformátor adatait a 2. táblázatban találjuk meg.

A készülék előlapját vázlatosan szemlélteti a 13. ábra.

### A fűtőfeszültség-generátor

Névleges hálózati feszültségnél a C<sub>1</sub> elektrolitkondenzátor sarkain feszültséget mérünk: a K<sub>2</sub> kapcsoló 6,3 V-os állásában 14 V-nak, míg a 12,6 V-os állásában 19,6 V-nak kell lennie. A megengedett eltérés 1 V, illetve 1,5 V. Kössük össze a K<sub>2b</sub> kapcsoló gyűjtőcsínét a T<sub>5</sub> tranzisztor emitterével. Feszültséget mérünk a kimeneti kapcsolcon. A P<sub>1</sub> potenciométerrel „0” feszültséget állítunk be. Leforrasztjuk a T<sub>5</sub> emitterét és a kapcsoló gyűjtőcsínét összekötő vezetéket. A K<sub>2</sub> kapcsolót 12,6 V-os állásba helyezzük. A kimeneten feszültséget mérünk. A P<sub>2</sub> potenciométerrel 12,6 V-ot állítunk be. Ezután sorra ellenőrizzük a fűtőfeszültségeket. Amennyire pontosak az osztó

ellenállásai, annyira pontos a hozzájuk tartozó feszültség. Itt jegyzem meg, hogy a párhuzamos fűtésű csövekre a csőkatalógusok 10% feszültségteltérést engednek meg a névleges értékhez képest.

Következő lépés a zárlat elleni védelem mérése. A kimeneti kapcsón a DC-voltmérő és nagyteljesítményű műterhelés van. A K<sub>2</sub> kapcsolót 5 V-os állásba helyezzük. (Mindegy, hogy milyen kimenőfeszültségnél végezzük a mérést.) A terhelés először 5,1 Ω, 10 W, ez kb. 1 A-es terhelőáram. Amikor 4 darab 5,1 Ω-os ellenállás a terhelés, a kimeneti áram majdnem 4 A. A kapcsolás ekkor megy át feszültség-generátoros üzemmódból áramgenerátorosba. Hogy ez milyen kimeneti áramnál történik, az az R<sub>4a</sub> és az R<sub>4b</sub> ellenállás értékétől függ. Nagyobb eredő ellenállásnál az áramérték kisebb, míg kisebb ellenállásnál kitolódik a határolási szint.

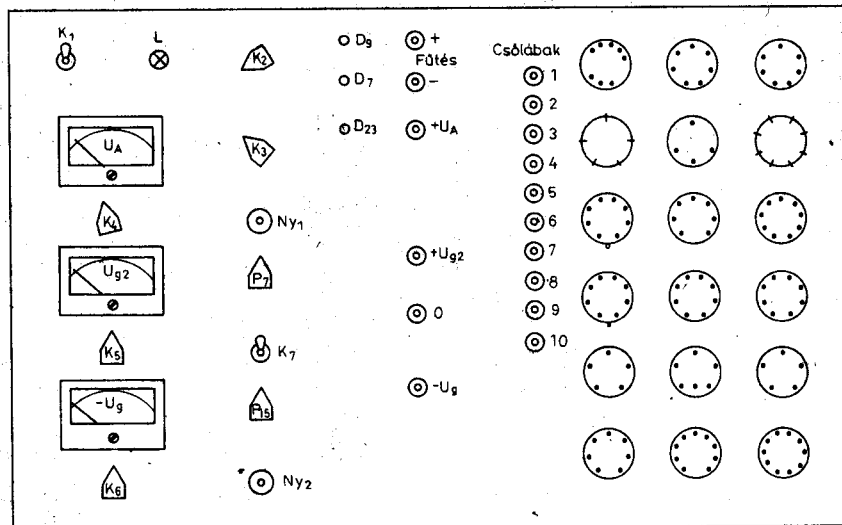
### A fűtőáram-generátor

Feszültséget mérünk a C<sub>5</sub> elektrolitkondenzátor sarkain. Névleges hálózati feszültségnél, terheletlen kimeneti kapcsolcon 120 ± 7 V-ot kell mérnünk. A K<sub>2</sub> kapcsolót helyezzük 50 mA-es állásba. A kimenetre árammérővel soros műterhelést kötünk. Az ellenállás lehet egy 3 kΩ-os, 10 W-os huzalpotenciométer (ezt ma már lehetetlen beszerezni) vagy több sorbakapcsolt huzalellenállás. Ezek értékei a következők: 470 Ω 2 W, 1 kΩ 5 W, 1 kΩ 5 W, 470 Ω 2 W. A terhelőellenállás értékét

fokozatosan növelve az áramérték marad, a feszültség növekedik. Az 50 mA-es kimeneti áramot a P<sub>3</sub> potenciométerrel állítjuk be. A K<sub>2</sub> kapcsolót a 100 mA-es állásba helyezzük. A kimeneti kapcsolcon 220 Ω 20 W-os ellenállást kapcsolunk az árammérővel sorban. A P<sub>4</sub> potenciométerrel 100 mA-t állítunk be. Megismételjük a mérést 200, illetve 300 mA-es állásban. Először a P<sub>5</sub>, majd a P<sub>6</sub> potenciométerrel állítjuk be az előírt értéket. A műterhelés változatlanul 220 Ω, 20 W-os huzalellenállás.

### Az anód- és a segédrcsfeszültség

A K<sub>3</sub> feszültségválasztó kapcsolót 200 V-os állásba helyezzük. Feszültséget mérünk a kimeneti kapcsolcon. A K<sub>4</sub> kapcsolóval a 200 V-os méréshatárra állunk. A P<sub>11</sub> trimmerpotenciométerrel beállítjuk azt az értéket, amelyet a kimeneten lévő voltmérő mutat. Átkapcsoljuk a K<sub>4</sub>-et 400 V-os, a K<sub>3</sub>-at 350 V-os állásba. Az előzőhöz hasonlóan a P<sub>10</sub> potenciométerrel beállítjuk az ellenőrző műszeren leolvasott értéket az M<sub>1</sub> műszeren. A kimeneti kapcsolcon 10 kΩ 10 W-os huzalellenállással soros árammérőt kötünk. Az árammérő méréshatára 50–100 mA legyen. A K<sub>3</sub> kapcsoló 200 V, a K<sub>4</sub> kapcsoló pozíciója 20 mA. A P<sub>9</sub> potenciométerrel azonos értékre hozzuk az M<sub>1</sub> műszert a kimeneten lévő árammérőn leolvasottal. A K<sub>3</sub> kapcsolót 100 V, a K<sub>4</sub> kapcsolót 200 mA-re állítjuk. A terhelőellenállás értéke kb. 500 Ω 25 W. Ezt



13. ábra. Az elektroncső-vizsgáló előlapjának vázlatrajza



4 darab 2,2 k $\Omega$  6 W-os huzalellenállás párhuzamos kapcsolásával hozzuk létre. A kimeneti árammérőn leolvasott értéket állítjuk be az M<sub>1</sub> műszeren a P<sub>8</sub> potenciométerrel. Az anódfeszültség nem stabilizált. Terheletlenül közel csúcshőfeszültségig töltődik fel a C<sub>8</sub> elektrolitkondenzátor. Terheléstől függetlenül ez a feszültség csökken.

A segéd-rácsfeszültség nagyságát a P<sub>7</sub> potenciométerrel szabályozzuk. Maximális értéke néhány volt eltéréssel megegyezik a beállított anódfeszültség értékével. A K<sub>3</sub> kapcsolót 200 V, a K<sub>5</sub> kapcsolót 20 mA-es állásba helyezzük. A kimenetre 8,2 k $\Omega$  10 W huzalellenállással soros árammérőt kötünk, amely 50 vagy 100 mA-es méréshatárban van. A P<sub>7</sub> potenciométerrel 20 mA-t állítunk be az ellenőrző műszeren. A P<sub>12</sub> trimmerpotenciométerrel végkitérésbe (20 mA) hozzuk az M<sub>2</sub> műszert. A kimeneten lévő műszert feszültségmérő állásba helyezzük. A K<sub>3</sub> 250 V, a K<sub>5</sub> 200 V-os pozícióba kerül. A P<sub>7</sub> potenciométerrel 200 V-ot állítunk be az ellenőrzőműszeren, majd az M<sub>2</sub>-t végkitérésbe hozzuk a P<sub>13</sub> potenciométerrel.

A K<sub>3</sub> 350, a K<sub>5</sub> kapcsolót 400 V-ba kapcsoljuk. A P<sub>7</sub> potenciométerrel keressük az értéket állítunk be 350 V környékén. Ezt a feszültségértéket szabályozzuk be az M<sub>2</sub> műszerre a P<sub>14</sub> potenciométerrel.

#### Az áramhatárolás ellenőrzése

A K<sub>3</sub> kapcsoló 100 V-os állásban van. A kimenetre 2,2 k $\Omega$  5 W-os huzalellenállással soros árammérőt kötünk. Az ellenőrző műszer méréshatára 100 mA. A K<sub>5</sub> kapcsoló mérési sávja 200 V. A P<sub>7</sub> potenciométerrel 0-tól fokozatosan

emeljük a kimenőfeszültséget. Az áram értéke egyre nagyobb lesz, majd beáll 30 mA-ra, azaz áramgenerátorosba került az áramkör. A 30 mA-es határ hozzávetőleges érték, az R<sub>38</sub> ellenállás 20  $\Omega$ -os értékéhez tartozik. Ezt a 20  $\Omega$ -os 2 W-os ellenállást két darab 10  $\Omega$ -os 1 W-os ellenállás sorbakapcsolásával állíthatjuk elő. Amennyiben 22  $\Omega$  (2 W) értékű ellenállást forrasztunk az R<sub>38</sub> helyére, akkor az áramgenerátoros üzemmód kb. 27 mA-nál áll be.

#### A rácselőfeszültség

A C<sub>12</sub> elektrolitkondenzátor sarkain kb. 120 V-ot mérünk. A megengedett eltérés 10 V. Egyenfeszültséget mérünk a kimeneti kapcsolokon. A P<sub>15</sub> potenciométerrel 10 V-ot állítunk be. A K<sub>6</sub> kapcsolót 10 V-os állásba helyezzük. A P<sub>16</sub> trimmerpotenciométerrel 10 V-os végkitérést állítunk be az M<sub>3</sub> műszeren. A K<sub>6</sub> kapcsolóval a 100 V-os méréshatárba lépünk. A P<sub>15</sub> potenciométerrel beállítjuk a 100 V-os rácsfeszültséget. A P<sub>17</sub> potenciométerrel végkitérésbe hozzuk az M<sub>3</sub> műszert.

#### Az indikátor-áramkörök; a fűtőszál zárlatát kijelző áramkör

A K<sub>2</sub> kapcsolót 5 V-os állásba helyezzük. Rövidre zárjuk a kimeneti kapcsolokat. Ekkor kb. 4 A-es zárlati áram folyik. A D<sub>9</sub> LED-nek ekkor világítania kell. Megszüntetjük a rövidzárt, ekkor a fűtőszálszakadást jelző D<sub>7</sub> LED világít. Átkapcsolunk a fűtőáramgenerátoros állásba. A beállított áram ekkor szinte lényegtelen, legyen pl. 100 mA. Terhelés nélkül a szakadást jelző D<sub>7</sub> világít. A kimeneti kapcsol rövidre zárva a D<sub>7</sub> elalszik, a D<sub>8</sub> kigyullad. Nor-

mál terhelésig a LED-ek sötétek maradnak.

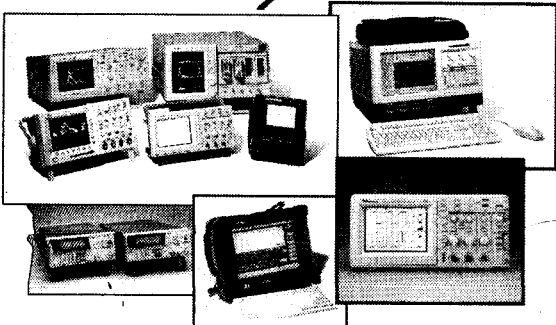
Az anódfeszültség túláram elleni védelmének ellenőrzése céljából az U<sub>A</sub> és a föld közé árammérővel sorbakötött műterhelést, két darab sorbakapcsolt 470  $\Omega$  20 W-os ellenállást kapcsolunk. A K<sub>3</sub> kapcsolót 150 V-ra, a K<sub>4</sub> kapcsolót 200 mA-ra állítjuk. Mindkét árammérő 160 mA-nál kisebb értéket mutat. Felkapcsoljuk 200 V-ra, majd 250 V-ra a kimenőfeszültséget a K<sub>3</sub> kapcsolóval. Ekkor a kimeneti áram túllépi a 200 mA-t, a védelem bekapcsolt. Meghúzzuk a J jelfogót, a D<sub>23</sub> LED világít. Megszűnik az anódfeszültség, mert a jelfogó elbontja a pozitív tápfeszültséget. Ezzel egyetemben megszűnik a segéd-rácsfeszültség is. (Ismeretes, hogy a csövek pusztulását okozhatja, ha az anódfeszültség megszűnik, a segéd-rácsfeszültség pedig továbbra is megvan, ebben az esetben túllépjük a maximális segéd-rács-disszipációt.) A műterhelést leszedve vagy visszakapcsolva a 150 V-os kimenőfeszültségre, az Ny<sub>1</sub> nyomógomb megnyomásával visszaáll az anód- (és a segéd-rács-) feszültség.

#### A készülék használata

Az elektroncsöves rádiók, erősítők gyűjtése, restaurálása, építése nincs életkorhoz kötve. Az érdeklődő fiatalok bántára, sajnos, napjainkra már eltűntek az elektroncsöves áramköröket ismertető szakkönyvek. Ezért itt néhány lényeges, a csőkatalógusokban is szereplő paraméter meghatározását ismertetem. A forrás: Magyarai Béla: *Rádióamatőrök zsebkönyve* (Műszaki Könyvkiadó, 1963).

# Tektronix®

## A mérőműszerek teljes kínálata



Digitális-foszfor oszcilloszkópok  
Digitális tárolós oszcilloszkópok  
Kézi oszcilloszkópok  
Protokoll-analízátorok  
Logikai analízátorok  
Valós idejű spektrumanalízátorok  
Optikai reflexiómérők

PC-kártya oszcilloszkópok  
PC-kártya gejelgenerátorok  
Video jelgenerátorok  
Video képmínőség-mérők  
SDH/SONET tesztter  
Tápegységek  
Jelgenerátorok

Forgalmazó:

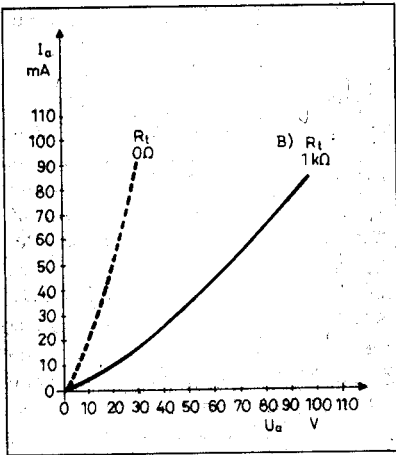
[www.foldertrade.hu](http://www.foldertrade.hu)  
[folder@foldertrade.hu](mailto:folder@foldertrade.hu)



**FOLDER TRADE**

Kft.

H-1132 Budapest, Victor Hugo u. 18-22.  
Tel./fax: 349-0140, 349-7189, 239-3254



14. ábra. Az EZ80 anódfeszültség-anódáram karakterisztikája

#### Meredekség (S) mA/V-ban

Jellemzi a rács vezérlő hatását, vagyis azt mutatja, hogy hány mA-rel változik a cső anódárama a vezérlőrács 1 V-os feszültségváltozására, ha a feszültség az anódon (és több rácson csöveknél a többi rácson) változatlan.

#### Belsőellenállás (Ri)

Értékét általában kΩ-ban fejezik ki; a csőnek mint váltakozóáramú generátornak a belsőellenállását jelenti. Mutatja, hány V-tal kell megváltoztatni a cső anódfeszültségét, hogy a cső anódárama 1 mA-rel változzék, ha a feszültség a vezérlőrácsra (és több rácson csöveknél a többi rácson) változatlan.

#### Erősítési tényező (μ)

Azt fejezi ki, hogy 1 V-nyi rácsfeszültség-változás hány-szor hatásosabb az anódáramra, mint 1 V-nyi anódfeszültség-változás. A μ értéke  $R_a = \infty$  esetén fellépő feszültségerősítés határértéket adja. Egyébként ez az áthatás reciprok-értéke.

#### Anódáthatás (D)

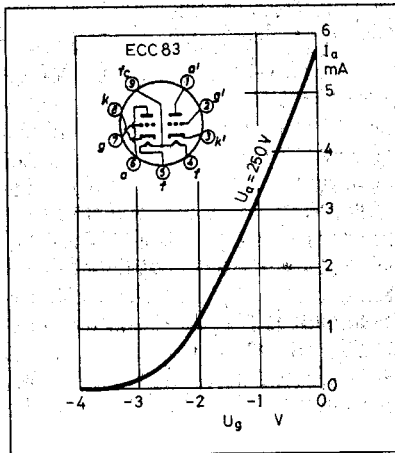
Mint tizedes érték (vagy 100-zal szorozva mint %-ban megadott érték) jellemzi az anódfeszültség hatását az anódáramra.  $D (\% \text{-ban}) = 100 V$  anódfeszültség-változás ellensúlyozásához szükséges rácsfeszültség-változás, ha  $I_a$  állandó.

#### Árnyékolórács-áthatás (D<sub>2</sub>)

Az árnyékolórácsú csövekre úgy határozandó meg, mint D, de az árnyékolórácsra vonatkoztatva. A D<sub>2</sub> meghatározza ugyan a karakterisztika helye-

tét, de az S, Ri és μ értékekkel nincs összefüggésben.

A felhasználók számára leggyakrabban a meredekség (S) mérése szükséges. Az elektroncsövek öregedése a meredekség csökkenésével jár. Az üzemóra megadása is azt jelenti, hogy hány óra múlva csökken le a meredekség az eredeti érték 70%-ára. A tapasztalat szerint a kisebb árammal működő csövek hosszabb életűek, mint a na-



15. ábra. Az ECC83 rácsfeszültség-anódáram karakterisztikája

gyobb áramú társaik; a végerősítőcsövek sokkal gyorsabban mennek tönkre, mint a feszültségerősítők. A meghibásodás nemcsak a meredekség csökkenésében jelentkezik. A végerősítők anóddisszipációja jelentős, így a nagy mérvű melegedés hatására a cső gázos lesz, esetenként kontakthibás, utóbbi a rossz elektróda-ponthegesztés eredménye.

#### Elektroncsövek vizsgálata

Olyan elektroncsöveket tudunk mérni, amelyekről katalógusadatok állnak rendelkezésünkre. A méréshez szükséges a csőfej bekötése, fűtőfeszültség (U<sub>f</sub>) vagy fűtőáram (I<sub>f</sub>), anódáram (I<sub>a</sub>), anódfeszültség (U<sub>a</sub>), meredekség (S) stb.

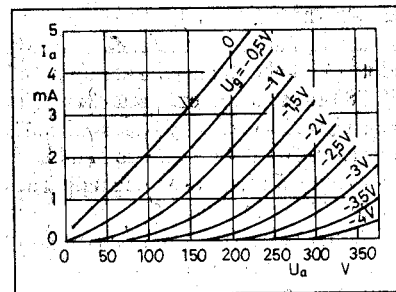
Vizsgáljuk pl. az EZ80 típust: 6,3 V-os fűtésű, kettős- (duó-) dióda novál foglalatú; többnyire anódfeszültség egyenirányítására alkalmazták. Tipikus hibája a szakadt katódkivezetés (lerobbant a katód). Ez akkor jön létre, amikor valamilyen zárlat keletkezik, például átüt a szűrőkondenzátor. Másik gyakori hiba a katód és a

fűtőszál közötti átvezetés vagy zárlat. Idős csöveknél az emissziócsökkenés miatt megnövekszik a cső belsőellenállása; ezzel csökken a kivehető áram, csökken a (kimeneti) tápfeszültség.

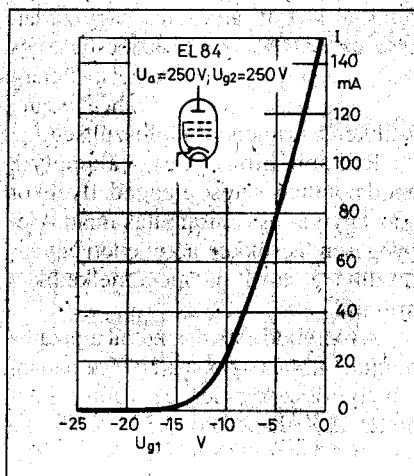
Ritkább hiba, hogy valamelyik anód ponthegesztése elenged. Ilyenkor – az egyutas egyenirányítás miatt – lényegesen lecsökken a kimeneti egyenfeszültség, továbbá megemelkedik a brumm.

A mérendő csövet a novál aljazatba dugjuk. A 4 és az 5 számozású banánhüvelyt összekábelezzük a fűtés-kimenettel. A K<sub>2</sub> kapcsolót 6,3 V-os állásba tesszük. A katód (3-as láb) és az anódfeszültség 0 pontja közé 1 kΩ 10 W-os huzalellenállást kapcsolunk. Anódonként mérünk, így az anódfeszültség pozitív kimenetét összekábelezzük a 1-es csőlábbal. A K<sub>3</sub> kapcsolót 15, 50, majd 100 V-os állásba kapcsoljuk. Az M<sub>1</sub> műszeren leolvassuk az áramértékeket. A mérést megismételjük a másik anóddal is (7-es láb). A két anód árama között legfeljebb 10% eltérés lehet. A mért eredményt ábrázoltam a 14. ábra „B” görbéjén, 1 kΩ-os műterhelésen mérve.

Más típusú egyenirányítók esetében a következőképpen járunk el. Beállítjuk a fűtőfeszültséget. Katalógusból megnézzük az egyenirányító maximális áramát. Három feszültségen mérünk: 15, 50 és 100 V-on. A 100 V-os feszültségre Ohm-törvényével kiszámoljuk a terhelőellenállás értékét. Például az EZ81 típusú cső 150 mA-t produkál. A terhelés  $R_t = 100/0,15 = 666 \Omega$ . A legközelebbi szabványos érték 680 Ω. Az ellenállás terhelhetősége legkevesebb I<sup>2</sup>R, azaz kb. 15 W. A mérés során az egyes feszültségeknél kisebb áramot mérünk. Ennek oka, hogy a vákuumdióda belsőellenállása viszonylag nagy. Ez a műterheléssel sorosan jelenik meg, csökkentve a számított áram értékét.



16. ábra. Az ECC 83 anódfeszültség-anódáram karakterisztikái



17. ábra. Az EL84 rácsfeszültség-anódáram karakterisztikája

### Trióda mérése

A trióda háromelektrodás cső. A részei: a katód, a rács és az anód. Feszültség-erősítésre, ritkábban teljesítmény-erősítésre használják. A mérésre kiválasztott csőtípus: ECC83, hangfrekvenciás kettőstrióda novál foglalattal, 6,3 V-os vagy 12,6 V-os fűtéssel.

Összekábelezünk a csőfoglalat bannéhüvelyeit a csővizsgáló kimeneti pontjaival. A 12,6 V-os fűtést választva a 4-es és 5-ös lábát a fűtőfeszültség-kimenetre kötjük. A  $K_2$  kapcsolót 12,6 V-ra állítjuk. Az 1-es triódat mérjük. A 8-as lábát az anódfesz 0, míg a 6-ost az anódfesz pozitív kapcsára kötjük. A  $K_3$  kapcsoló 250 V-os állásban van. A csőfoglalat 7-es lábát a  $-U_g$  (rácsfeszültséggel) kábelezük össze. A  $K_4$  kapcsolót 20 mA, míg a  $K_6$  kapcsolót 10 V-os állásba helyezzük. Zárjuk a  $K_7$  kapcsolót. A  $P_{15}$  potenciométerrel  $-10$  V-ról voltonkénti lépcsőben leolvassuk az anódáram értékét. Ezeket feljegyezzük, majd derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoljuk. Amennyiben az elektroncső jó, akkor az eredmény kis eltéréssel megegyezik a 15. ábrán lévő görbével. Erről a görbéről leolvasható a cső meredeksége egy adott munkapontban. A katalógus az ECC83-ra a következő adatokat adja meg:  $U_a = 250$  V,  $U_g = -2$  V,  $I_a = 1,2$  mA,  $S = 1,6$  mA/V. Ha ezeket az adatokat berajzoljuk a 15. ábrába, megkapjuk az 1,6 mA/V-os meredekséget.

A másik jellegzetes görbecsoport az anódfeszültség-anódáram. Ennél a különböző rácsfeszültségekhez tartozó anódfeszültség-anódáram karakterisztikákat láthatjuk. Ezt mutatja a 16. ábr-

ra. Ez a görbecsoport csőcserénél, javításnál szükségtelen, viszont erősítőfokozatok tervezéséhez kellenek az ilyen típusú görbék.

### Tetróda mérése

Négyelektrodás cső. A részei: katód, vezérlőrács, segédrács és anód. Főleg a végerősítőcsövek körében található ez a konstrukció. Ismertebb típusok pl. VCL11, 6L6, 6Π3C, 807 stb. Mérésük ugyanúgy történik, mint a pentódáké.

### Pentóda mérése

A vizsgálat tárgya az EL84-es elektroncső. 6,3 V-os fűtésű végerősítőcső, novál foglalattal. A 4-es és az 5-ös láb közé 6,3 V-os fűtőfeszültséget adunk, a katódot (3-as láb) testeljük. A vezérlőrácsot ( $g_1$ ) a  $-U_g$ , a segédrácsot ( $g_2$ ) a  $+U_{g2}$ -vel, az anódot a  $+U_a$  hüvellyel kábelezük össze. A  $K_3$  kapcsoló 250 V-os, a  $K_4$  a 200 mA-es, a  $K_5$  a 20 mA-es, a  $K_6$  a 100 V-os állásban van. Miután az elektroncső felfűtött, zárjuk a  $K_7$  kapcsolót. Ezt követően 1 V-os lépcsőkben csökkentjük (pontosabban: a nullához közelítjük) a negatív rácselőfeszültséget. Megindul az anód- és a segédrácsáram. Felírjuk az anódáram-értékeket, a mérést a megengedett maximális anódáramig végezzük. A számsort milliméterpapíron ábrázoljuk: a függőleges tengelyen az anódáramot, a vízszintes tengelyen a negatív rácselőfeszültséget. A 17. ábrán látható az EL84 rácsfeszültség-anódáram karakterisztikája.

Ellenütemű (push-pull) erősítőök végerősítőcsöveit egyszerre kell cserélni. A csöveknek lehetőleg azonos paraméterűeknek kell lenniük. Minél kisebb az eltérés a végcsövek között, annál kisebb a torzítás. Ezekbe a berendezésekbe párba válogatott csöveket építenek be. A párba válogatást a következő módon végezzük. Alkothos tollal sorszámozzuk a mérendő csöveket. Maradjunk a 250 V-os anód- és segédrács üzemi feszültségnél. Két rácselőfeszültségnél mérünk anódáramot: a karakterisztika alján és maximális anódáramnál, a karakterisztika tetején. A negatív rácselőfeszültséget először 12 V-ra, majd 7,5 V-ra állítjuk. Először kb. 10 mA-es, majd kb. 45 mA-es anódáramot mérünk jó elektroncsőnél. A mért értéket a sorszám szerint feljegyezzük. A 45 mA-es mérést rövid ideig végezzük, mert e típus maximális anóddisszipációja 12 W, s ezt így veszélyesen megközelítjük.

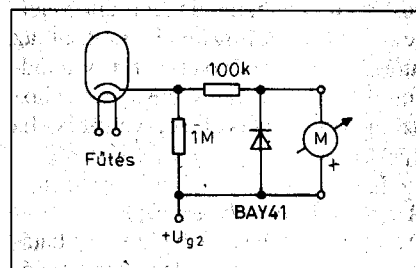
Használt csövek mérését a következő sorrendben végezzük. Beállítjuk a munkaponti feszültségeket. A felfűtött csőre anód- és segédrácsfeszültséget adunk. Két vagy három vezérlőrács-előfeszültségnél anód- és segédrácsáramot mérünk. Katalógusból ellenőrizzük, hogy a leolvastott értékek mennyire egyeznek az ott megadott értékekkel. Közepes anódáramot állítunk be a  $P_{15}$  potenciométerrel, majd kb. 10 perces üzemidő után megnyomjuk az  $Ny_2$  nyomógombot. Az anódáram lényegesen nem változhat; amennyiben mégis jelentősen, 10% feletti mértékben megemelkedik, akkor a cső gázos.

Ajánlatos kontakthibára is ellenőrizni az elektroncsövet. Az üvegalant gumikalapáccsal óvatosan megütögetjük, közben figyeljük, hogy az anód és a segédrács árama változik-e.

### Pentagrid csövek mérése

A pentagrid keverőcsövekből (ótrácsos cső) csak néhány típus maradt forgalomban. A rádióvevők túlnyomórésze trióda-heptóda vagy trióda-hexóda keverőcsővel épült. Az olyan elektroncsöveket, ahol egy burában kettő vagy annál több funkciót ellátó egységek vannak, külön kell mérni. Például: a trióda-heptóda esetében először mérjük a triódat, majd a heptódat. A  $g_2$  és a  $g_4$  elektródát a csővizsgáló  $U_{g2}$  pontjával kábelezük össze, beállítjuk a  $P_7$  potenciométerrel a katalógusban megadott értéket. A mérés további részei azonosak a pentódnál alkalmazottakkal.

A soros fűtésű csöveknél célszerű mérni a katód és a fűtőszál közötti szigetelést. A mérést a 18. ábra szemlélteti. Beállítjuk a fűtőáramot. Katalógusból megnézzük, mekkora a katód és a fűtőszál között megengedhető feszültség, a  $K_3$  kapcsolóval beállítjuk ezt az értéket. A méréshez szükséges feszültséget az  $U_{g2}$  kimenetről vesszük le.



18. ábra. A katód és a fűtőszál közötti szigetelés mérése

# Fűtőfeszültség-mérő műszer képcsővekhez

Plachtovics György, gyorgy.plachtovics@mail.somos.hu

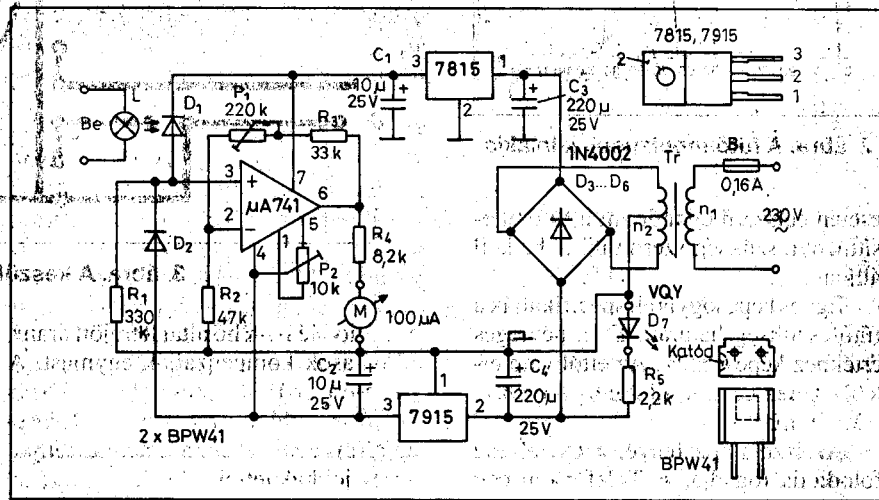
A tévéjavítással foglalkozó szakemberek visszatérő problémája a képcső fűtőfeszültségének mérése. A forgalomban lévő színeskészülékek képcsővét a sorkimenő-transzformátor néhány menetes tekercsén ébredő feszültségéről fűtik. A 15 625 Hz-es sorszfregvencia ütemében indukálódott impulzusokat a képcső fűtőszála integrálja. A fűtőtéljesítmény az impulzusok nagyságától, területétől függ. A forgótekerécses Deprez-, valamint a lágyvasas műszer ilyen alakú feszültség mérésére nem alkalmas.

Megfelelő eszköz a hőelemes (termokeresztes) műszer. A termokereszt két részből áll. Az első rész a fűtőszál, erre kapcsoljuk a fűtőfeszültséget. Ehhez kapcsolódik a hőelem, amely vas és konstantán elektródból áll. Az elektródák összeforrasztásának pontját melegíti a fűtőszál. A két elektróda között hőelektromos feszültség keletkezik. Ezt a millivolt-nagyságrendű egyenfeszültséget mérjük egy Deprez-műszerrel. A műszert a fűtőszálra jutó feszültségre kalibráljuk.

A termokeresztes műszer a jelalaktól függetlenül mér. Az impulzus területe által létrehozott hő függvénye a termoelemen keletkezett egyenfeszültség nagysága. Pontos fűtőfeszültség-beállítást tesz lehetővé.

(Folytatás a 91. oldalról.)

Fokozatosan növeljük a  $P_7$  potencióméterrel az  $U_{g2}$  kapocs kimenőfeszültségét, amíg el nem érjük a katalógusban megadott értéket. A katód és a fűtőszál közötti szigetelési ellenálláson át csekély áram folyik. Ez feszültséget hoz létre az  $1\text{ M}\Omega$ -os ellenállás sarkain, e feszültséget egy nagy belsőellenállású műszerrel mérjük. A soros  $100\text{ k}\Omega$ -os ellenállás, valamint a műszerrel párhuzamos szilíciumdióda feladata a védelem. Hibás, rossz elektroncsőnél a kinyitott szilíciumdióda kb.  $600\text{ mV}$ -ra korlátozza a feszültséget. A nagyobb katódfelületű csöveknél a szivárgási áram természetesen nagyobb.



1. ábra. A fűtőfeszültség-mérő kapcsolási rajza

Sajnos a kereskedelemből eltűnt a termokereszt, a legtöbb üzletben nem is hallottak ilyen alkatrészről. A birtokomban lévő példányt 1955-ben gyártották Kelet-Németországban.

Elfogadható pontosságot ad az izzólámpa-fotodióda átalakító használata. Az átalakító házilag elkészíthető alkatrészei megvásárolhatók. Maga a mérőműszer egyszerű felépítésű, kalibrálása egyenfeszültséggel történik. Fogyasztása csekély, így nem hamisítja meg a mérési eredményt.

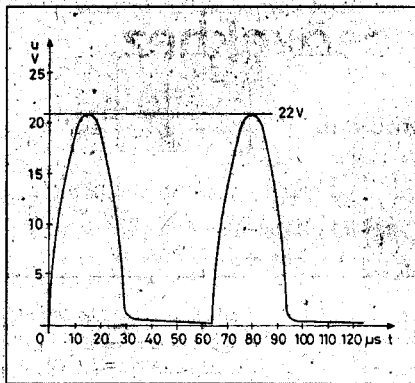
A feszültségmérő elvi kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. A műszer bemenetén az L izzólámpa található. Ezt kapcsoljuk párhuzamosan a mérendő képcső fűtőszálával. Az L 24 V-os, 25 mA-es, kisméretű telefonizzó foglalatú. Áramfelvétele 6,3 V-on mindössze 12 mA, ez a + mérés kör fellépő-többletterhelés elhanyagolható a képcső fűtőáramához képest. Az L izzó optikai csatolásban áll a  $D_1$  jelzésű fotodiódával. A lámpa sarkaira kerülő impulzusok felhevítik az izzószálat. Az izzószál hőmérséklete (fénye) annál nagyobb, minél nagyobb a fűtőimpulzus területe. Egyes gyárak megadják a fűtőimpulzus amplitúdóját. PL a VI-DEOTON által gyártott TS4352, TS535 és TS6354 készüléknél 22 V-os csúcspeszültséget kell beállítani. E típus fűtőimpulzusát szemlélteti a 2. ábra. A BEIJING 8303 típusnál a 20 V-os amplitúdó a helyes érték.

Javításnál az amplitúdóra történő oszcilloszkópos beállítás pontatlan. A mérésben az egyik hibát az oszcilloszkóp függőleges erősítőjének pontatlansága okozza. Amennyiben nem hiteles az Y erősítő, az egész mérés értelmetlen. A másik probléma a jelalak. A fűtőimpulzus területe nagyban függ a sorkimenő-transzformátorától, annak terhelésétől. E transzformátor cseréje

A névleges katód-fűtőszál-feszültség közelében a nagyobb katódú csöveknél  $200\text{...}350\text{ mV}$ , míg kisebb katód esetén  $30\text{...}60\text{ mV}$ -os feszültség mérhető az  $1\text{ M}\Omega$  sarkain.

## Felhasznált irodalom:

- Dr. Barta István: Rádiókészülékek és erősítők. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- Valkó Iván Péter: Elektroncsövek és félvezetők. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- F. Benz: Rádiótechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1959.
- Magyari Béla: Rádióamatőrök zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- Magyari Béla: Elektroncső-atlasz 1, 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- Philips: Electron Tube Handbook
- Beier: Röhren taschenbuch. VEB Verlag Technik, Berlin, 1965.



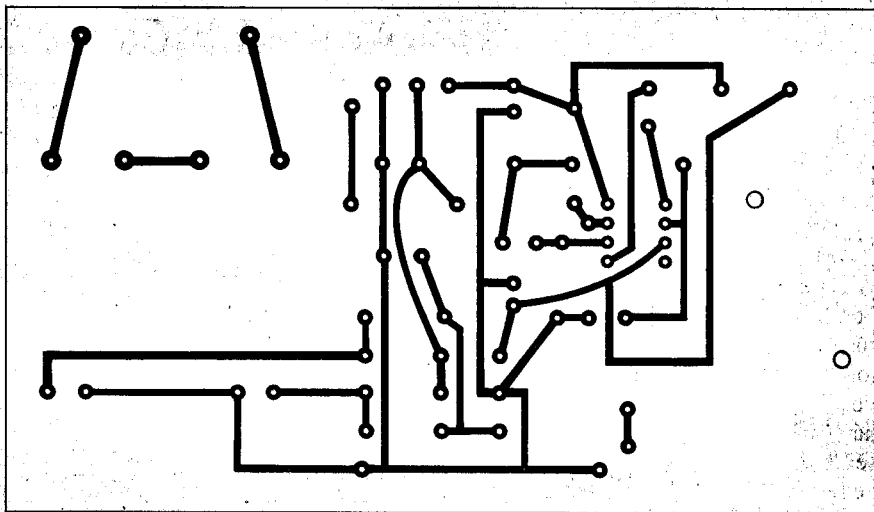
2. ábra. A fűtőimpulzusok jelalakja

esetén célszerű ellenőrizni a fűtőteltjesítményt, szükség szerint újból be kell állítani.

Egyes képcsőgyárak specifikálják a fűtőfeszültség határait. Ez a névleges értékhez képest  $\pm 5\%$ . Az ettől való eltérés jelentősen csökkenti a képcső élettartamát.

Az izzólámpa fényét a  $D_1$  jelzésű fotodióda fogadja. A Telefunken cég gyártmánya, a típusa BPW41. A hazai gyártású televíziókészülékek infravörös fényében használják. A  $D_1$  dióda és az  $R_1$  ellenállás egy feszültségosztót alkot. Az osztó felső tagja a  $D_1$  fotodióda, amelynek ellenállása az L izzó fényének függvényében változik. Nagyobb fénynél a  $D_1$  dióda záróirányú ellenállása kisebb, az  $R_1$  ellenállás sarkain emelkedik a pozitív feszültség. A  $D_1$  és  $R_1$  lényegében egy olyan feszültségosztó, amelynek osztási aránya (feszültsége) az L izzó fényétől függ.

Az osztón létrejövő feszültség a  $\mu A741$  típusú műveleti erősítő neminvertáló bemenetére jut. Ehhez a ponthoz csatlakozik a  $D_2$  fotodióda, amelynek anódja a negatív tápfeszültségre van kötve. A  $D_1$  és a  $D_2$  azonos típusú, az utóbbi dióda szerepe a hőkompenzáció. A záró irányba kapcsolt  $D_1$  fotodióda árama nagyrészt a megvilágításától, kisebb részt a hőmérséklettől függ. Emelkedő hőmérséklettel a fotodióda záróirányú ellenállása csökken. Az  $R_1$  ellenállás sarkain a feszültség emelkedik. A hőfokváltozás két részből jöhet létre. Emelkedik a mérőhely (a szoba) hőmérséklete. A kisebb változást az optocsatlásban lévő L izzólámpa által fejlesztett hő okozza. A probléma egyszerű módon megoldható, beépítjük az áramkörbe a  $D_2$  fotodiódát. A  $D_2$  dióda hőmérséklete együtt változik a  $D_1$  hőmérsékletével. Amennyivel növekszik a  $D_1$  dióda árama, annnyival emelkedik



3. ábra. A készülék nyomtatási rajza

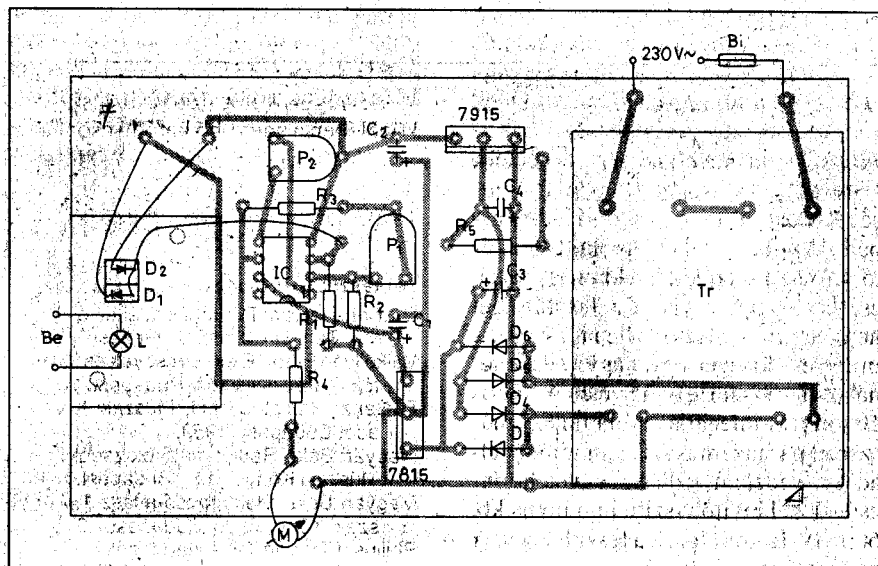
a  $D_2$  diódaé is. A hő által létrejött áramváltozások kompenzálják egymást. A két dióda közötti hőcsatlást a közös „hűtőnk” biztosítja. A  $D_2$  dióda beépítésével a műszer paraméterei lényegesen jobbak lettek.

Az  $R_1$ ,  $D_1$  és  $D_2$  osztáspontjában létrejövő feszültséget a műveleti erősítő fogadja. A  $\mu A741$  belső frekvencia-kompenzációval rendelkezik. Szimmetrikus pozitív, negatív táplálású. Az ofszetkiegyenlítés a  $P_2$  potenciométerrel állítható be. A műveleti erősítő-feszültség-erősítése a  $P_1$  potenciométer értékétől függ. A minimális erősítés 0,7, míg a maximális 5,38-szoros. A  $P_1$  potenciométerrel lényegében a negatív visszacsatolás mértékét szabályozzuk. A műveleti erősítő kimenete és a test közé kapcsoljuk az indikátort. A min-

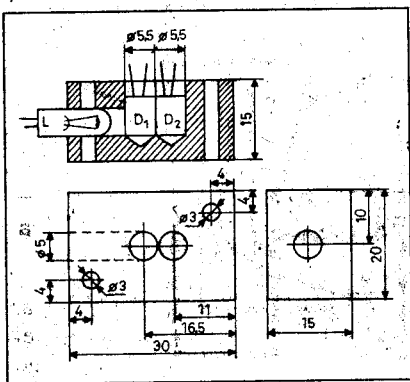
tapéldányba egy 120DA típusú, 100  $\mu A$  végkiterésű műszer került beépítésre. Ennek skálájáról olvassuk le a fűtőfeszültséget.

### A tápegység

A hálózati feszültség a Bi üvegcsőves olvadóbetéten át az n1 tekercsre kerül. A kettős szigetelésű transzformátor teljesítménye mindössze 3,6 VA. Az n2 szekunder tekercs középleágazású, a feszültsége  $2 \times 15$  V. A kétutas egyenirányítást a  $D_3...D_6$  dióda végzi. Az egyenirányított feszültség simítását a pozitív oldalon a  $C_3$ , míg a negatív oldalon a  $C_4$  elektrolitkondenzátor végzi. A hálózati feszültség jelenlétét a  $D_7$  LED fénye jelzi. A dióda áramát az  $R_5$  ellenállás állítja be. A 15 V-os pozí-



4. ábra. Az alkatrész-beültetési rajz



5. ábra. Az optocsatoló rajza

tív tápfeszültséget a 7815 típusú stabilizátor-IC állítja elő. A negatív tápfeszültséget a 7915-ös IC produkálja.

### Megépítés, bemérés

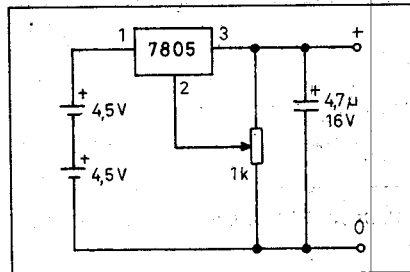
A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. A nyomtatási rajz a 3. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajz a 4. ábrán látható.

A műszer kritikus része az optocsatoló. Elkészítéséhez segítséget nyújt az 5. ábra. Az optocsatoló alkatrészeit egy több furattal ellátott, műanyag vagy keményfa hasábjára ragasztjuk. A ragasztóanyag valamilyen gyorsan kötő kétkomponensű műgyanta, pl. az UVERAPID 5. Az L izzó 24 V-os 25 mA-es kisméretű „telefonizzó”. Ennek 50 mA-es áramú változata is megfelel. Természetesen egyéb 24 V-os izzót is alkalmazhatunk, amely hasonló teljesítményű. A D<sub>2</sub> fotodióda lapított (fényérzékeny) felületét festékekkel vonjuk be. A festéket több rétegben vigyük fel, a lényeg, hogy a fénytől jól zárja a fotodiódát. A megszerelt optocsatolót két M3-as csavarral rögzítjük a nyáklaphoz. Az izzólámpát valamint a D<sub>1</sub> és a D<sub>2</sub> diódát szigetelt többszálas bekötőhuzallal vezetjük a műszer megfelelő részeihez.

A feszültségstabilizátor IC-ket nem szükséges hűteni. A 741-es műveleti erősítő áramfelvétele csekély, így a stabilizátorok disszipációs teljesítménye kicsi.

A készüléket egy roncs kéziműszer dobozába építettem be. Ennek híján bármilyen masszív doboz megfelel, amelyben elfér a nyák-lap, illetve az M műszer az előlapon. A megépített műszer felülnézetének vonalás rajza a 6. ábrán látható. Az L izzólámpa bannánhüvellyel vagy műszerszorítóval csatlakozik a mérőszinrhoz.

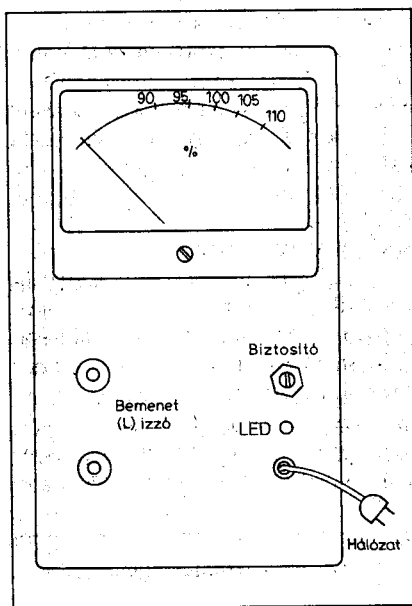
A fűtőfeszültség-mérő kalibrálásához DC-tápegység és -mérőműszer szükséges. Ez utóbbi lehet analóg vagy digitális. Amennyiben nem áll rendelkezésünkre DC-tápegység, akkor két lehetőségünk van. Vesszünk két darab 4,5 V-os laposelemet, ezeket sorba kapcsoljuk, ez alkotja a feszültségforrást. A kimenőfeszültséget egy potenciométerrel szabályozzuk oly módon, hogy a 7805 stabilizátor testpotenciálját felemeljük. A kimenőfeszültség annyival nagyobb, mint amekkora feszültség mérhető a földpont és a potenciométer csúszkája között (7. ábra). Akinek van az alkatrészei között olyan



7. ábra. Segéd-tápegység 2 db zsebteleppel

célszerű beállítani a Deprez-műszer mechanikai nulláját. A fűtőmérő bemeneti kapcsaira 6,3 V egyenfeszültséget kapcsolunk. Ha az eredeti (az ún. anyaskála) 10 illetve 100-as végkitérésű, akkor a P<sub>1</sub> potenciométerrel 6,3-es vagy 63-as osztást állítunk be. A DC-tápegység feszültségét 100 mV-os lépcsőkben növeljük 7 V-ig, illetve csökkentjük 5,5 V-ig. Ez a két érték felel meg a ±10% eltérésnek a 6,3 V-os névleges értékhez képest. A 100 mV-os léptéket a skálára átrajzoljuk. Az osztások nem lineárisak. Ebben a mérési sézmában az izzólámpa fénykibocsátása, valamint a fotodióda fényérzékenysége okozza a nonlinearitást.

Készíthetünk olyan műszerskálát is, ahol százalékos eltérésben kalibráljuk a műszert. Az ilyen típusú skála felvételének menete a következő. Az L izzó sarkaira 6,3 V DC-feszültséget kapcsolunk. A műszer mutatója ekkor a 100%-ot mutatja. A DC-feszültséget 6,615 majd 5,985 V-ra állítjuk. Mindkét értéket jelöljük a Deprez-műszer skáláján. Ez felel meg a +5%-os illetve a -5%-os határnak. A tápegység kimenőfeszültségét 6,93 V-ra, majd 5,67 V-ra állítjuk. Ez a +10%-os, illetve a -10%-os érték. Ezeket is jelöljük a műszer skáláján. Az utóbbi megoldást tartom a kényelmesebbnek a használat szempontjából. A feladat az, hogy ±5%-on belül állítsuk be a fűtőfeszültséget. Erre ez a skálafelépítés kiválóan megfelel.

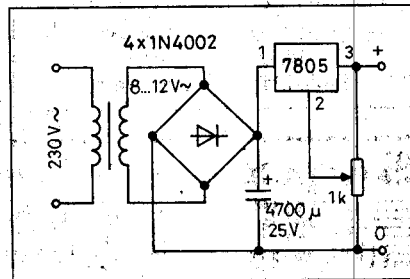


6. ábra. A fűtőfeszültség-mérő küllemrajza

transzformátor, amelynek szekundere 8 és 12 V közötti váltakozó feszültséget ad le (csengőreduktor), megspórolhatja a két zsebtelep árát. A transzformátoros tápegység rajzát a 8. ábrán találjuk.

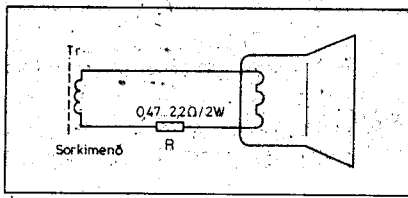
### A készülék élesztése

Hálózati feszültségre kapcsoljuk a berendezést. Egyenfeszültséget mérünk a C<sub>1</sub> és a C<sub>2</sub> elektrolitkondenzátor sarkain. A feszültség névleges értéke 12 V. A megengedett eltérés ±5%. A D<sub>7</sub> LED, amely a mérőműszer előlapján található, világít. Az L izzó nem kap feszültséget, ilyenkor az M Deprez-műszer 0 értéket mutat. Eltérés esetén a P<sub>2</sub> potenciométerrel elektromos nullát állítunk. Előtte kikapcsolt állásban



8. ábra. Segéd-tápegység hálózati transzformátorral





9. ábra. Fűtőfeszültség beállítása ellenállással

Nem kell számolgatni, egyből látszik, hogy az állítással milyen irányba kell módosítani a fűtőfeszültséget. Az M műszer a mintapéldányban 100  $\mu$ A végkitérésű. Természetesen más érzékenységű alaplétesek is megfelelnek, de ebben az esetben az  $R_4$  ellenállás értéke változik. Néhány verzió: 50  $\mu$ A-nál az  $R_4$  16 k $\Omega$ , míg 200  $\mu$ A-es végkitérésnél 4,7 k $\Omega$  a soros ellenállás értéke.

A műszer alkalmazásáról néhány gondolat. A gyakorlatban a képcsövek fűtését kétféle módon állítják be.

#### Az egyik megoldás

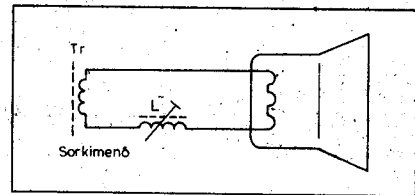
A sorkimenő-transzformátoron néhány menetes fűtőtekerccset helyeznek el. Ez fűti a tévévevő képcsövét. A fűtőfeszültséget a tekerccs és a fűtőszál között lévő ellenállással állítják be. Ezt szemlélteti a 9. ábra. Egyes készülékeknél üvegcsőves olvadóbiztosítót is elhelyeztek a fűtőkörben.

#### A másik áramköri megoldás

a fűtőtekerccs beállítás (10. ábra). A fűtőtekerccs és a képcső fűtőszála között található az L jelzésű vasmagos tekerccs. A fűtőfeszültséget az induktivitás változtatásával lehet beállítani. A gyakorlatban ez úgy történik, hogy a csévetest belsejében lévő menetes ferritmag helyzetét változtatjuk. A hazai készülékeknél a VIDEOTON alkalmazza ezt az állítási lehetőséget. Nem tudni miért, festékekkel beragasztják a vasmagot. Ez szilárdan áll, mint a népmesei „háromágú tölgyfa”. A legkisebb mozgásra szilánkokra török a vasmag. Ennek permeabilitása ismeretlen, a csévetestet menetfűrével meg kellene tisztítani a ferrittörmeléktől. Ez néha reménytelen eset. Javasolom ebben az esetben az átépítést. Az induktivitás helyére egy ellenállást építsünk be. Értékét a műszeres méréssel állítjuk be. A gyakorlat 0,47 és 2,2  $\Omega$  közötti ellenállásértéket produkál.

\*\*\*

Tévévevőt nem csak a hivatásszerűen ezzel foglalkozók javítanak. Sokan vannak, akik valamikor tanulták vagy bátorságot éreznek készülékük talpra állításához. Sajnos az eladott készülékekhez kapcsolási rajz már nem jár. Ezt némi szerencsével, utólag borsos áron megvehetjük. Rajz nélkül javítani nagy gyakorlatot igényel. Miért írom le mindezt?



10. ábra. Fűtőfeszültség beállítása fűtőtekerccsel

Az elmúlt évek során több olyan készülék került hozzám, amelynek nem volt külön hálózati tápegysége. Ezeknél a sorvegfok és a hálózat tápegysége közös felépítésű volt. Az áramköri megoldás sok esetben hasonlított a hazai gyártású fekete-fehér készülékek ún. pumpa tápegységeihez. Ezekről a következőt kell tudni. Nincs potenciál-leválasztás. A hálózati feszültség egy Graetz-hídon át jut a készülékbe. A hálózat fázisága periódusonként megjelenik a készülék földszínén.

Az ilyen berendezést csak leválasztó transzformátoron keresztül szabad javítani, különben halálos áramütést kaphatunk! Ezek a készülékek a kis képcsöves kategóriában, az olcsóbb ázsiai gyártásban találhatóak. Amikor fűtőfeszültséget mérünk, előtte nézzük meg, hogy a televízió milyen tápegységgel rendelkezik. Ezzel elkerülhetünk egy esetleges áramütést.



**CardWare**

**Elektronikus őrárat-ellenőrző rendszerek**  
**Programozható beléptető rendszerek**  
**Intelligens munkaidő-nyilvántartó rendszerek**

RS-232, RS-485 és RS-422 – 20 mA áramhurok átalakítók

Telefonos információs rendszerek

**1113 Budapest, Bartók Béla út 152.**

Tel.: 20-957-6733, 1-204-8976, 1-481-0048

Tel./fax: 06-1-204-8976

E-mail: tibor@cardware.hu



**Híradástechnikai szaküzlet**

1139 Bp., Frangepán u. 18.  
Tel.: 350-3201, fax: 350-8801  
H-P: 9-12, 13-17 ó

**Nagyfrekvenciás, amatőr alkatrészek, koaxcsatlakozók, Mini-Circuits IC-k.**  
www.gigatechnik.hu

**Ω OMEGA ELEKTRONIKA Ω**

CCD-kamerák, PMR-rádiók, GPS-ek, ACCUCCELL akkuk, IC-k, ellenállások, kondenzátorok, tranzistorok, LED-ek, passzív alkatrészek, kvarcok nagy választékban. Amatőröknek engedmény! Postai utánvételes csomagküldés!

Omega Kft.

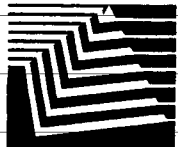
H-8600 Siófok, Szűcs u. 2.

☎ (06-84) 313-673 vagy 510-558

www.omegakft.hu

omegakft@elender.hu

**SAGAX**



1085 Budapest, József krt. 75.

Telefon: 317-6097 FAX: 317-6143 Nyitva: 10.00-14.00  
Protel, Workbench, Ivex, Optotek, Hyperception programok,  
EDA CD program gyűjtemény, PnP vasalható NYÁK fólia  
info@sagax.hu http://www.sagax.hu

PRINTED  
CIRCUIT  
BOARD  
TRANSFER  
FILM



# 30 éves a LED

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, KF MFK

A LED, a fényt kibocsátó dióda (Light Emitting Diode) első kereskedelmi példányai alig több mint harminc éve jelentek meg az üzletekben. Az első példányok leírásai még sokszor nem is LED-ről, hanem SSL-ről (Solid State Lamp) beszéltek, azaz szilárdtest lámpáról. Érdekes módon ez az elnevezés inkább a mai elemekre illene, mivel az első példányok még csak igen szerény fényerejű jelzőlámpácskákként voltak felhasználhatók, a maiak közül a nagyobb fényerejűek már valódi világítótestek. Azóta ez a kis alkatrész nagyon sokat fejlődött, új típusai jelentek meg, de a legmeghökentőbb a hatásfokának, a teljesítmőképességének rendkívüli növekedése.

A következő oldalakon a szerző egy rövid áttekintést ad erről a fejlődésről, bemutat néhány különleges megoldást, felvillant néhány érdekes kapcsolási ötletet, utal a mai alkalmazási lehetőségekre. Tisztelgés kíván lenni ez a cikk a LED fejlesztésén dolgozó mérnökök, fizikusok teljesítménye előtt. A kedves olvasó tehát a következő oldalakon ne keressen LED-katalógusoldalakat, ne várjon még teljes körű típusfelsorolásokat sem! Ha a régi Transzistoratlasz vagy a Diódaatlasz mintájára ma valaki vállalkozna egy LED-atlasz elkészítésére, nagyon terjedelmes kötet lenne ez, még akkor is, ha egy-egy típusra csak egy-egy sort szánna a szerző!

A LED optoelektronikai szilárdtest-alkatrész, működésének megértése komoly tudományos ismereteket feltételez. A következőkben nem is a fizikai működés szerepel, inkább az alkalmazási

zási lehetőségek, a felhasználási változatok oldaláról vizsgáljuk a kis fénykibocsátó elemeket.

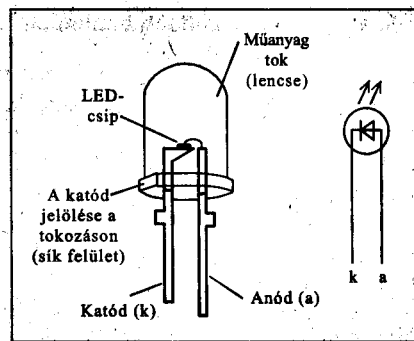
## Röviden a kezdeteiről és a fizikai alapokról

A legelső eredmények 1907-ből származnak. H. J. Round (U. S. A.) szilíciumkarbidnál írta le a fénykibocsátást. Véletlenül bukkant rá a jelenségre, miközben különféle anyagokból egyre hatékonyabb detektorokat próbált készíteni. A következő feljegyzés (1923-ból) is erre az anyagra vonatkozik, O. W. Loszev (Szovjetunió) közölte. (A szerkesztő megjegyzése: erről jelen évkönyvünkben, az állandó technikatörténeti rovatban is szó esik.)

Ezután az anyagok sorát vizsgálták. A legnagyobb kutatólaboratóriumok is tudatosan keresték a villamos energia közvetlen fénné alakításának megoldását. A kísérleti berendezésekben már nemcsak szemmel detektálták a jelenséget, hanem műszerekkel is mértek, így derült ki, hogy több anyag is képes infravörös sugárzás előállítására.

Az elektronikai alkatrészek között a hetvenes évek elején jelentek meg a LED-ek. A laboratóriumok első működő LED-jei az infravörös elemek voltak, de akkor ezeknek még nem volt jelentős piacuk. A kísérletek célja a látható fény elérése volt, s rövidesen meg is jelentek az első kis piros és zöld elemek.

A Texas Instruments legelső elemei között (1974-ben) találunk egy 1,6 V nyitófeszültségű piros LED-et, 0,5 mcd fényerősséggel és egy zöldet, 2,5 V



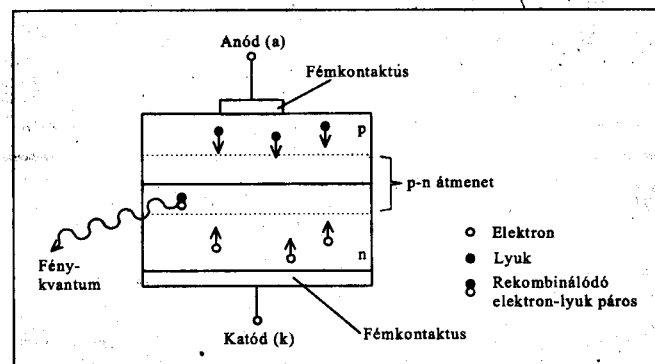
2. ábra

nyitófeszültséggel, 1,5 mcd fényerősséggel. (A cd, a candela hozzávetőlegesen egy gyertya fényereje).

Az eltelt harminc év hatalmas változásokat hozott a LED-ek gyártásában is. A hajdani szerény jelzőfénytől eljutottunk az óriáskijelzőkig, a szilárdtest-reflektorokig. A színskála kiteljesedett: az infravöröstől az ultraibolyáig már minden tartomány előállítható a LED-ek segítségével.

A LED a hivatalos fizikai besorolás szerint elektrolumineszcens sugárzó; a fény a félvezetőben elektromos energiával létrehozott kölcsönhatások eredménye. A LED tulajdonképpen egy rétegdioða, egy p-n átmenet. Nyitóirányú feszültség hatására működik, amikor az n rétegből elektronok lépnek át a p rétegbe, a p rétegben lyukak haladnak az n réteg felé. Az egymás felé haladó elektronok és lyukak kiszámítható valószínűséggel találkoznak, rekombinálódnak (1. ábra). A rekombináció energia-felszabadulással jár, egyes anyagok esetében ez fénykvantum közvetett vagy közvetlen kibocsátását eredményezi.

A keletkező fény hullámhosszát az alkalmazott félvezető-anyag sáv szerkezete határozza meg. A szokásos félvezető-anyagok, a germánium és a szilícium nem alkalmasak fénykeltésre, a LED-ekben a periódusos rendszer III. és V. oszlopában lévő anyagokat lehet sikerrel felhasználni. Legtöbbször a galliumarzenid (GaAs) és a galliumfoszfid (GaP), galliumnitrid (GaN) az alapanyag, de esetenként a szilíciumkarbid (SiC) is szerephez jut.



1. ábra

Az első LED-eknél is 10...40 mA volt a névleges áramerősség és ma is ez az általános. A legnépszerűbb tokozás az 1970-es évek közepére már kialakult, ez az 5 mm átmérőjű hengeres műanyag tok, a LED színének megfelelő színezésű műgyantából, a tetején lencse-jellegű lezárással (2. ábra). Elterjedt a 3 mm-es átmérőjű tokozás is, esetenként már 2 mm-esben is készítik a LED-eket. A legtöbb gyártó a katód kivezetését rövidebbre vágja, s a tokozáson is kialakít egy kis sík felületet a katód megjelölésére. Ha átlátható (nem diffúz) a tokozás, akkor látható a katód-kivezetés felső végén a hidegalakítással kiképezett kis asztal, rajta a LED-csip. Az anódkivezetéshez egy vékony bondolóhuzal csatlakozik, ami a csip közepéről indul. Az 1. ábrán láttuk a LED-csip leggyakoribb kialakítását. A katód fémkivezetése tükörként is szolgál, a keletkező fényt felfelé tereli.

A csipből azonban oldalra is lép ki fény. Ha a sugárzási szöget kis értéken kívánják tartani, akkor a csipet egy fémcsőbe helyezik, ennek oldalfalai reflektorként az optikai tengely felé irányítják a fénysugarakat. Más alkalmazásoknál a széles sugárzási szög érdekében a LED-csip szabadon sugároz és akár 180°-ot is el lehet így érni. (A legújabb kék és fehér LED-eknél kicsit változik a kép, mivel azok szigetelő alapra készülnek. Ezekben a LED-ekben a csipből két vezeték indul el, az egyik, rövid vezeték a csipet tartó katód-kivezetéshez fut, a másik a távolabbi anódkivezetéshez).

A műgyanta tok lehet diffúz és nem diffúz anyagú. A diffúz tokozásban parányi részecskéket oszlatnak el, ezek a fényt minden irányban szórják. Az ilyen tok teljes térfogatában világítani látszik. Ha szűk sugárzási szögére van szükség, a tokot nem diffúz kivitelben alakítják ki.

Az újabb változatoknál terjed a szintelen (víztiszta) tokozás. Az ilyen LED-ről kikapcsolt állapotában nem tudhatjuk, milyen színű, viszont ezekből lép ki a legnagyobb fénymennyiség, így nagyobb távolságra ezek világítanak (elsősorban a kék és a fehér LED-ek készülnek ilyen tokozással).

Mi inspirálta a LED-ek fejlesztését? A legfontosabb pozitív tulajdonságok a hosszú élettartam (általában 100 000 üzemóra), a nagy megbízhatóság, a digitális áramkörökkel kompatibilis működés, a kis méret, kis tömeg, a mechanikai szilárdság és ellenállás, a

jó hőmérséklet-stabilitás, a színválaszték, a gyors működés. A volfrám-izzószálas normál égők fényhatásfoka kb. 2%, a halogénizzóké 3...5%, a kompakt fénycsőké 8...12%; a mai fehér LED-eké 40%! A LED-ekre leselkedő legfőbb veszélyek a túlságosan magas zárróirányú feszültség és az elektrosztatikus kislülés.

A LED-ek fényteljesítményét fotometriai jellemzőkkel szokták leírni. A katalógusok egy része a teljes fénysugárteret adja meg, *lumenben*. (Összehasonlításképpen: egy 15 W-os izzólámpa fénysugárteret kb. 90 lumen.) Gyakoribb az egységnyi térszögben kisugárzott fénysugárteret, azaz a fényerősséget, ez a *candela* (cd). A fényerősség mérésekor a fénymérőt az optikai tengelyen helyezik el. Az 1 m<sup>2</sup> felületre eső fénysugárteret *lux*, ezt LED-eknél csak ritkán alkalmazzák.

A sugárzási szög az optikai tengelyhez képest adódik: az az irányszög, amelyenél felére csökken a kisugárzott fényerősség. Egyes katalógusok ezt a félszöveget adják meg, mások a sugárzási kúp teljes szögét.

### A spektrum kiterjedése

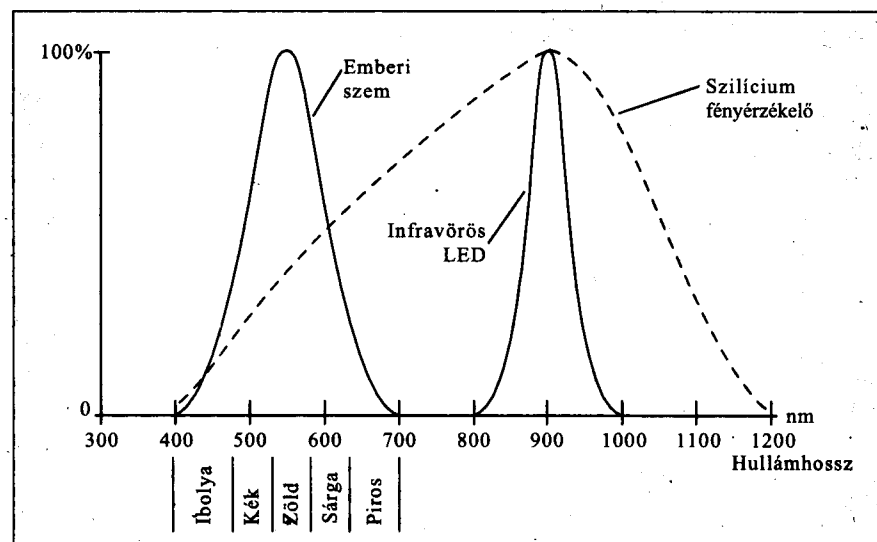
Az első LED-ek piros vagy zöld fényűek voltak. Néhány év múlva már közlekedésilámpa-modellként lehetett készíteni a parányi fényforrásokkal, mert megjelent a sárga is. Azután közel 25 évig további színek nem is jelentek meg, a látható hullámhossz-tartományban alig harmadát lehetett lefedni a LED-ekkel. Az újabb eredmények az

utóbbi 6-7 év alatt születtek meg! De miért is fontos a LED színe?

A természet egyik csodálatos ajándéka számunkra, hogy a szemünkkel érzékelhető viszonylag keskeny hullámhossz-tartomány egyes területei más-más érzetet keltenek, azaz a színlátás, a színélmény létezése. A színek-ről, a színek sokféleségéről már nemcsak a gépkocsifényező és a ruhatervezők tudnak sokat, hanem a számítógépen ügyködők is, hiszen a mai monitorok már milliárdnyi színárnyalattal dolgoznak! A fő színek, a nagy hullámhossz-értékek felől haladva a vörös, a sárga, a zöld, a kék, az ibolya. A vörös-nél hosszabb hullámhosszú az infravörös, az ibolyánál rövidebb pedig az ultraibolya fény. E két utóbbi tartományt szemünk már nem érzékeli. A spektrumot a 3. ábra mutatja be. Az ábrán feltüntetünk néhány szintet is, bemutatjuk az emberi szem érzékenységi görbéjét, a szilícium fényérzékelők karakterisztikáját, s az infravörös LED sugárzási tartományát.

A fehér fényt hiába keressük az ábrán, az egy különleges szín, lényegében minden szín együttes jelenléte állítja elő. Egyszerűbben is létrehozható a fehérérzet, az alapszínek egyidejű használatával. Az alapszínek a piros (red, *R*), a kék (blue, *B*) és a zöld (green, *G*). E három színből minden látható szint ki lehet keverni, összegző keveréssel (RGB rendszerek).

Két-két alapszínből a harmadik kiegészítőszínt lehet előállítani. A három kiegészítőszín a bíbor (*M*, magenta, piros + kék), a sárga (*Y*, yellow,



3. ábra

piros + zöld) és a zöldeskék (C, cyan, zöld + kék). A három kiegészítő színből is kikeverhetők a színek, különbségi keveréssel. A monitorok, a TV képsőveők RGB megoldásúak, a színes nyomtatók általában a kiegészítőszínekkel operálnak. (És persze a nyomdagépek is...)

Egy kis fény-matematikai töprengéssel rá lehet jönni, hogy a fehér előállítható úgy is, ha egy alapszín + saját kiegészítőjével együtt alkalmazunk, hiszen így mindhárom alapszín rendelkezésre áll! Ha a kék fényvel együtt megjelenik a sárga, eredőben kialakul a fehér! Ez a sajátos fénykeverés az alapja a mai nagyteljesítményű fehér LED-ek működésének is! A fehér fény jellemzője a színhőmérséklet, annak a fekete sugárzónak (fekete test, üreghüvel) a hőmérséklete, ami ugyanazt a színérzetet kelti az emberi szemben, mint az illető fehér fény. A Nap fényének színhőmérséklete 6000 °K, az izzólámpáké 2200...3000 °K. Az alacsonyabb színhőmérsékleteket nevezik meleg árnyalatoknak, a magasabbakat hideg fehérnek.

A lumen, candelá az emberi szemre épülő mértékegységek, a fotometria egységei. Az infravörös fényforrásokat ezért nem lehet ezekkel mérni, így ott a fényteljesítményt szokták megadni.

A következőkben végigkísérjük a látható színek megjelenését a LED-ek világában.

## Az első színek a piros, a zöld és a sárga

Az első LED-eket a katalógusaik piros, zöld vagy sárga színűeknek írták le. Egy mai katalógus sok átmeneti színt is ismer, de a huszonöt-harminc éve kiadott katalógusokban még nem olvashattunk ezekről. Haladjunk végig a nagyobb hullámhosszaktól indulva a hagyományos színeken!

A 640...700 nm-es hullámhossz-tartományban sugárzó piros LED-ek GaP, GaAlAsP anyagúak, névlegesen nyitóirányú feszültségük 1,9 V. Többnyire piros tokozással készülnek, tiszta és diffúz kivitelben. A névleges áramuk általában 20 mA, de vannak kisáramú típusok is (0,5 mA névleges értékkel).

Egyes típusok 30 mA-es áram mellett narancssárgára váltanak. Ezekben a névleges áram mellett is jelen van a narancssárga összetevő, de nagyobb áramnál dominánssá válik. A piros tar-

tományban ma megkülönböztetik a sötétpirosat (deep red, 700 nm körül), a tiszta pirosat (pure red, 660 nm) és a nagyfényű tiszta pirosat (pure bright red, 645 nm).

A 620...635 nm tartomány a narancssárga színé. A szemünk ebben a tartományban igen érzékeny (ld. a 3. ábrát), ezért a villogó vészjelzések többnyire ilyen színűek. Kissé világosabb a narancssárga LED-család újabb nemzedéke (605...620 nm). Sajátos módon a többségük színtelen tokozással készül, de néhány cég narancsszínű, diffúz tokkal is gyártja ezeket. A 605...610 nm-es hullámhosszúságban működő LED-eket a gyártók neonszínűeknek hívják.

A sárga szín jelentette a LED-fejlesztés során az első döccenőt. Ez azért is érdekes, mert a legelső félvezető fénykibocsátási megfigyelések, melyek a szilíciumkarbid viselkedését írták le, sárgás fényről számoltak be. Igaz, ipari méretekben ezt a félvezetőanyagot később a kék fény előállítására tudták hasznosítani. A piros és a zöld után sokáig nem sikerült a sárga fényt előállítani.

Az igény olyan nagy volt az új színre, hogy a *Radio Shack* kétcsipes megoldással kísérletezett, egyetlen tokban egy GaP kisáramú piros és egy GaP normál zöld LED-et elhelyezve. Ez a LED 0,2 mA áram hatására pirosas-narancs fényt adott, 30 mA mellett világossárgát!

Az 595...605 nm-es hullámhosszkat előállító LED-eket kifejlesztésük után legtöbbször borostyánsárga (amber) színűeknek írták le a katalógusokban, esetenként sárgás-narancs színűeknek, de néhány esetben egyszerűen sárgának. Elsősorban sárga tokban forgalmazzák ezeket a LED-eket, de néha színtelen kivitelben is beszerezhetők.

A sárgának további változatai a 590 nm-es nátriumsárga vagy az 575 nm-es citromsárga.

A másik hagyományos LED-szín a zöld. Igaz persze, hogy mai szemmel nézve a korai zöld LED bizony inkább sárgászöld, tehát nem tiszta szín. Ez a sárgászöld LED-csoport (555...575 nm) több tagot is tartalmaz, így az erősen kékeszöldet (570 nm), a kékeszöldet (565 nm), a kékes citromzöldet (555 nm) és a smaragdzöldet (550 nm). A tiszta zöld LED-ek hullámhossz-tartománya az 515...540 nm. A zöld LED-ekre 2,1 V körüli nyitóirányú feszültség jellemző.

## A kék szín előállítása

1984-ben a kísérleti laborok sorra jelentették, hogy megtalálták a kék LED-et! Elsőként a *Siemens* jelentette be a termékét. Hamarosan kialakult a gyártható változat is a szilíciumkarbid alapú eszközökből és forgalmazni is kezdték. A 3,3 V-os névleges feszültségű, 20 mA-es LED fényereje 2 mcd volt, ami az 1980-as évek közepén már meglehetősen alacsony értéknek számított! Mivel a kis fényerősségnek elvi oka volt, más anyagokkal kellett próbálkozni.

A mai kék LED 1990-ben született meg, Japánban. *Shuji Nakamura*, a *Nichia* cég kutatója találta meg a kék fény előállításának célszerűbb módját. Mivel a nagy fényerejű LED-világítás kulcsa a kék LED, megérdemli, hogy megismerjük a nevét.

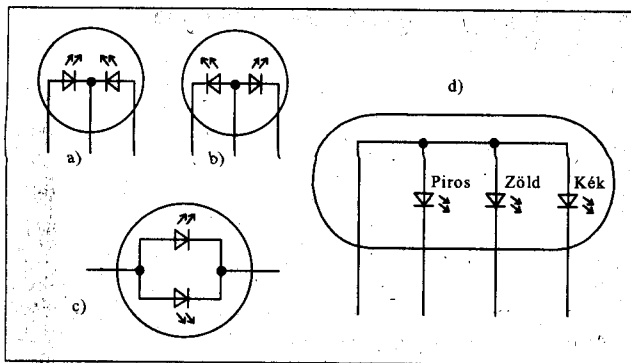
A cég egyébként monitorok, tv-képsőveők fényforraival foglalkozott, s ekközben lelte meg a kék LED előállításának ötletét a feltaláló.

A GaN, InGaN anyagok felhasználása vezetett eredményre. A kék LED-csipje heteroátmenetes, szigetelő alappal építik fel. Ez a szigetelő alap a zafír. A p és az n réteg alrétegekre bomlik, az alrétegekben eltérőek a felhasznált félvezetők is és a szennyezőanyagok is. Az alrétegek vastagsága is változó: 0,05 µm és 4 µm közötti. Ez a bonyolult felépítés a magyarázata annak, hogy csak hosszú idő után találtak rá a kutatók, de egyúttal ez indokolja a magasabb árat is.

A kék LED sokféle változatban készül. A zöldeskék-türkiz (greenish blue/turquoise) hullámhossza 505 nm, a zöldes ciánkék (greenish cyan) 500 nm, a „türkiz kissé fehéres égszínkék” fénye (turquoiseish, slightly whitish sky blue) 495 nm-es. 470 nm-es hullámhosszúságú a fényes kék (bright blue), 460 nm-es a fényes, kissé zöldeskék (brightless, greenish blue), 450 nm-es a tiszta kék (pure blue). A színkeveréshez RGB-megoldás esetén a 460 nm-es kék fény a legkedvezőbb. Ha önállóan kék fényre van szükség, a 470 nm-es a megfelelőbb. A kék LED-ek nyitóirányú feszültségese a normál (20 mA-es) áram mellett 3,9...4,1 V.

## Ibolyaszínű LED-ek

A látható színek közül a legrövidebb hullámhosszú (395...460 nm) az ibolya. Ezt a színt csak néhány éve állítják elő LED-del. Csak néhány cég gyártja



4. ábra

az ibolyaszínű LED-eket, meglehetősen drágán.

Az ibolya színtartományában is többféle LED készül. A 444 nm-es a mélykék – ibolyakék (deep blue/violet-blue) – színű, a 430 nm-es pedig a fehéres kékes-ibolya (whitish blue-violet) színű. A tiszta ibolya szín (pure violet) a 405 nm-es változat, a 400 nm-es a mély ibolya (deeper violet). A 395 nm-es hullámhosszon működő már az ultraibolya tartomány határán dolgozik, ez a mély királyi bíbor, vöröses árnyalattal (deep royal purple with reddish tinge). Az ibolyaszínű LED-ek 3,7...4 V körüli nyitóirányú feszültséget igényelnek. Mivel, mint minden LED, az ibolyaszínű is egy szélesebb tartományban bocsát ki fényt, ezek már jelentős mennyiségben állítanak elő az emberi szem által nem érzékelhető ultraibolya fényt is.

### Többszínű LED-ek

A többszínű LED több, egyetlen tokban elhelyezett LED-csipből áll, mégpedig különböző színű csipekből. Először az 5 mm-es LED-ek között jelentek meg a kétszínűek, de ma már mindenféle méretben, sőt, SM-kivitelben is beszerezhetők. A többszínű LED-ek első megjelenési formája a kétszínű volt. A kétszínű LED készíthető két-, ill. háromkivezetésesre is. A 4.a ábrán a közös katódos, a 4.b ábrarészleten a közös anódus megoldást láthatjuk, a gyakorlatban mindkettőt lehet találni. Mivel a LED-csipek egyik pontja közösített, a másik önállóan kapott kivezetést, ezeknek a LED-eknek három lábuk van. A kétkivezetéses megoldásban a két csip ellenpárhuzamosan kapcsolódik össze (4.c ábra).

A kétszínű LED-eknél a leggyakoribb párosítás a piros-zöld, de más megoldásokkal is lehet találkozni (narancs-zöld, piros-kék, sárga-zöld).

Többnyire szintelen, esetenként tejfehér diffúz tokozással készülnek.

Miután már mindenféle szint elő lehet állítani LED-del, megoldható az is, hogy három csipet felhasználva színkeveréssel tetszőleges színárnyalatot lehessen kialakítani. A háromszínű, más néven teljes-színtartományú LED-ek három csipet foglalnak magukba, a tv-technikához hasonlóan egy pirosat, egy zöldet és egy kékét (4.d ábra). Mint látható, ezek néglárbú LED-ek, közösített katódokkal. A háromszínű LED-ek többsége tejfehér diffúz tokozással készül. A legelső ilyen elemekbe még SiC alapú kék LED került, aminek igen kicsi a fényárama. Ezt több gyártó úgy ellensúlyozta, hogy egy piros és egy zöld csip mellé két vagy három kékét integrált be. (Ilyen LED-del épült meg a *Hobby Elektronika* 2001/5. számában közölt „Kétféle villogó”. A szerk.) A mai, nagy fényerejű kék csipből már nem szükséges egynél többet beépíteni.

A megfelelő soros ellenállásokkal az egyes csipek áramát egyenként be lehet állítani, így a három alapszín tetszőleges arányban keverhető. Ezekből a LED-ekből nagyméretű színes képernyőket is ki lehet alakítani, az egyes LED-eket ugyanúgy kezelve, mint a képcsövek színes képpontjait. A gyakorlatban csak kisebb megjelenítőknél alkalmazzák a háromszínű LED-eket, a nagyobbakat önálló piros, kék és zöld LED-ekből alakítják ki, a nagyobb fényerő biztosítása érdekében.

### A fehér LED megalkotása

Amikor a háromszínű LED ötlete felvetődött, egyidejűleg a fehér fényű elemek kialakítása is lehetségesnek látszott. Az első fehér fényű elemek egy piros, egy zöld és két SiC alapú kék csip egymás mellé integrálásával jöttek létre, beintegrált ellenállásokkal. Az el-

lenállásokkal az egyes színek fényerejét úgy állították be, hogy a tápfeszültség rákapcsolásakor az elem fehér fényt adjon ki.

A megoldás hátránya, hogy a gyárilag beállított színkeverési arányok idővel már nem megfelelőek, a csipek különböző mértékben öregsznek, így a LED fénye eltolódik valamelyik szín irányában.

A fénycsövek működése is példaként szolgált a fehér fényű LED megalkotására. Miután már lehetségessé vált az ultraibolya fény előállítás is, a fénycsövekben is alkalmazott fényporral fehér fényt lehet gerjeszteni. A fénycsövekben is UV-sugárzás alakul ki, amit az üvegső belső felületére felvitt fénypor alakít át látható fénné. A megoldás keresztülvihető, de a kilépő UV-sugárzás miatt a LED veszélyes lehet, a fénye pedig nem egyenletes (a kilépő fény tónusa attól függ, milyen szögben éri az UV-sugárzás a fényport; a LED-ben pedig ez nem tartható annyira kézben, mint a fénycsőben). Az is kiderült, hogy ezek a LED-ek kb. 1000 óra üzemidő után fakulnak, homályosodnak, elszíneződnek.

A mai fehér LED egy nagy fényerejű kék csipre épül. A kék fény olyan speciális fényporra vetítődik, amely a kék kiegészítő színét, a sárgát állítja elő a kék hatására. A kék és a sárga pedig együtt előállítja a fehéret, ahogyan az előzőekben már említettük. Az egyik lehetséges megoldás szerint a fényport szellemesen a tokozásba keverik, így a teljes tok fehér fényt sugároz. A másik megoldás szerint a tokozás víztiszta, szintelen műgyanta, a fénypor-réteg a LED-csipek fedeti be.

A fénypor kiválasztása a kritikus pont, mivel a mai anyagok hőmérsékletstabilitása még nem megfelelő. A fejlesztés is elsősorban az újabb fényporok keresésére irányul. Az így kialakított fehér LED spektruma nem egyenletes: egy csúcsa van a kék színénél, s a zöld-sárga területen egy alacsonyabb, de szélesebb másik kiemelkedés.

A fehér LED megjelenése fordulópontot jelent a fénytechnikában, mert lehetővé teszi az izzólámpák helyettesítését félvezető alapú világítótestekkel. Már a kék LED-ek tömeggyártásának megindulásakor sok világítási alkalmazásban megjelentek a LED-ek, de az igazi áttörést a fehér fény jelenti. A fehér LED-ek színhőmérséklete általában 5500...8000 °K A Nichia még

tovább ment, a fehér LED-et egy sárga fényű fényforrással kiegészítve olyan elemet is képes készíteni, melynek izzólámpa-jellegű a színe, a színhőmérséklete 2700...3000 °K közötti.

A fehér LED-ek többsége szintelen tokozással készül, a fényerejük már elér a 10 000 mcd értéket!

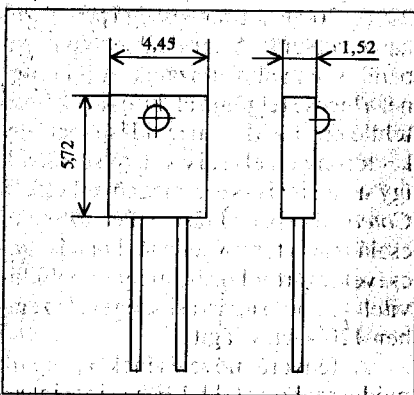
## Az infravörös LED-ek

A GaAs LED-ek eredeti, első sugárzási tartománya az infravörös volt, 950 nm-es spektrális csúccsal. Az infravörös LED 1,2–1,3 V feszültségen működik, az átfolyó árama 20...50 mA lehet. 1980-ban dolgozták ki a GaAlAs alapú infravörös elemeket. Az új LED-nél a sugárzási csúcs a 880 nm-nél van, kismértékben változhat, az Al és As arányától függően. A nyitóirányú feszültség kissé magasabb lett (1,4 V). A sugárzási tartomány széle már érintkezik a látható fényvel, így teljesen sötét szobában már szemmel is érzékelhető, ha működik a LED.

A mai gyártmányok között találhatunk közép-infravörös tartománybeli elemeket (4600...1600 nm), alsó tartománybeli infravörös LED-eket (1300...870 nm) és a látható fénytartomány szélén működő infravörös diódákat (850...810 nm).

A látható fényű elemek között is készülnek olyanok, melyeknek fénynek jelentős infravörös tartalma is van. Ilyen a 780 nm-es sötét cseresznyepiros, a 770 nm-es tompa mélypiros elem. Általában a nagyobb hullámhosszúaknál a névleges nyitóirányú feszültség kisebb értékű.

Az infravörös LED-et az átviteltechnika is nagy mennyiségben használja. A jeladókba történő beépítés, pozícionált elhelyezés megkönnyítésé-



5. ábra

re sajátos tokozásokat alakítottak ki. Például a Honeywell négyszögletes sötét műanyag tokba helyezi LED-jeit, az egyik oldalfelületen kialakított lencsével (5. ábra). Hasonlókat a PC-s egekben is találunk, a kettős fotodiódák réstárcsákon keresztüli megvilágítására.

Az infravörös LED-eket néha furcsa színű tokokba helyezik: találkozhatunk kék, lila, őszibarack-színű, mélyvörös vagy „fekete” elemekkel is.

## Pénzvizsgáló UV-LED-ek

A kisméretű pénzvizsgáló készülékekben ma már legtöbbször LED állítja elő az ultraibolya fényt. Ezek a LED-ek alig egy éves fejlesztési eredmények, több gyártó még csak a laborpéldányokkal tud dicsekedni. Többnyire 0,7...1 mW teljesítményt állítanak elő az UV LED-ek. Széles spektrumtartományban sugároznak, ennek egy jelentős része az UV-tartományba esik, de van látható fényük is, ibolyás fehér fényvel világítanak. Ha a tokozás vagy az alkalmazói készülék „fekete” szűrővel rendelkezik, akkor „fekete” fényt is elő lehet velük állítani. (Szakzsargon! Természetesen IR-fényről van szó.)

*Az UV LED-be nem szabad bele nézni, sugárzása károsítja a szemet. Különösen veszélyes ez a hatás azért, mert nem azonnal jelentkezik!*

Az ultraibolya LED-ek nyitóirányú feszültségigénye 3,7...4,2 V, a névleges áramuk 20 mA, a csúcsáramuk általában legalább 100 mA.

## A nagyfényerejű LED-ek

A LED fényereje növelhető úgy, hogy egy lencse alá több csipet integrálnak. Az egyes csipek fényerejét is nagymértékben lehet növelni. A kék és fehér LED-ek szigetelő alapra készülnek, ami elnyeli a felé haladó fényt. Megfelelő technikai lépésekkel azonban ez a réteg tükrözővé tehető s így a kilépő fény mennyisége növelhető. Hasonlóan növeli a fényerőt a csipet körülvevő reflektor, fénycsésze is.

A mai nagyfényerejű LED-ek névleges árama általában ugyanúgy 20 mA, mint a hajdani, 0,4...0,5 mcd fényerejűeké. Minden színben vásárolható nagyfényerejű típus is, mindenféle tokozással, akár SM-kivitelben is. A fényerő 2000...10 000 mcd közötti érték, azaz valóban öt nagyságrendnyi a változás 30 év alatt!

## Lézerdiódák

A lézer olyan fényforrás, amelyik koherens, monokromatikus, összetartó fény sugarat állít elő. A koherens jelleg azt jelenti, hogy a teljes fényenergia azonos fázisban lép ki az eszközből. A monokromatikus jelleg a rendkívül szűk hullámhossz-tartományra utal. Gyakorlatilag egyetlen hullámhosszon működik az elem (a rezonanciaelv kihasználásával). Megjegyezzük, hogy az adatátvitelre használt lézerdiódákat a modulálhatóság érdekében úgy alakítják ki, hogy azok sugárzási spektruma viszonylag széles legyen ([7]).

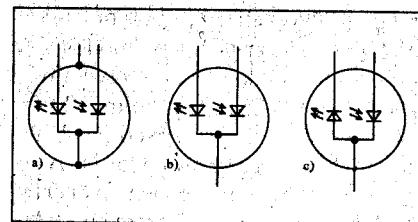
A lézer-LED sajátos szerkezetű félvezető elem. Kis áram esetén közönséges LED-ként viselkedik, az áram növelésekor egy küszöbérték jelentkezik, ha azt átlépjük, megjelenik a lézer-működés. A lézer-LED könnyen „megszaladhat”, ezért a gyártók szabályozott árammal történő működtetést írnak elő. A szabályozást megkönnyíti, hogy a lézer-LED tokjában egy fotodiódát – monitoridiódát – is elhelyeznek. Az első lézerdiódák csak impulzusüzemben működtek, később kifejlesztették azokat, melyeket már folyamatosan is lehet gerjeszteni.

Az impulzusüzeműeket műanyag tokozással gyártják, a folyamatos üzemre készülöket többnyire fémtokkal.

A lézerdiódák a teljes spektrumban előállíthatók, a leggyakoribb mégis a vörös és a zöld fényű. Készülnek infravörös lézerdiódák is, elsősorban orvosi és telekommunikációs eszközök számára.

A lézer-LED nagyon érzékeny az elektrosztatikus kisülésre. A másik alkalmazási gond a hőmérsékletfüggés. Ha nő a hőmérséklet, a küszöbáram is nő. Ugyanakkor a nagyobb áram erősen igénybe veszi, károsítja az áramkört. Tartós 10 °C-os hőmérsékletemelkedés a LED élettartamát akár 50%-kal is megrövidítheti!

Az egyik fő alkalmazási terület a CD-ipar: a lejátszóknak, az íróegység-



6. ábra



gekben egyaránt ezeket alkalmazzák. A lézernyomtatókban is lézertiódák világítják meg a fényérzékeny hengert. A lézertiódákat nagy mennyiségben használják fel mutató készülékek, po-interek építésére is. (A *Hobby Elektronikában* több lézerpointer-kapcsolást is közöltünk. A szerk.)

A lézertiódában a lézer- és a moni-torcship lehet közös katódú (6.a és b ábra), de egy másik kivitel is gyakori, ahol a lézercsip anódja és a monitordió-da katódja kap egy közös kivezetést (6.c ábra). Mindenesetre a lézer-LED háromkivezetéses elem.

A kisteljesítményű változatok 5...300 mW közötti teljesítményt produkálnak, a nagy teljesítményűek 0,5...10 W közöttieket. A nagyteljesítményűeket üzem közben hatékony hű-téssel kell ellátni.

A lézertiódák nyitóirányú feszült-sége 2,0...2,4 V, az áramuk 20...800 mA. A küszöbáram többnyire a névleges üzemi áram 55...60 százaléka.

## Különleges kivitelek, szerelvé-nyek

A különleges kivitelek többnyire a LED tokozásában nyilvánulnak meg, de maga a csip is lehet speciális. Ma már jelentős csoportot alkot a kisáramú LED. A szokásos 20 mA-es névleges árammal szemben itt 1,5...2 mA körüli a normál áramérték. Ezek természetesen nem nagy fényerejű elemek, a katalógusokban többnyire 10 mcd körüli fényerősséget jeleznek a gyártók. Minden LED-színben készülnek, s a hagyományos jelzési feladatokra tökéletesen megfelelnek, minimális áramfelvétel mellett.

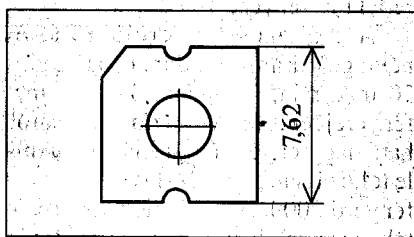
A LED történetének első öt-hat évében a felhasználók megelégedtek a 2. ábrán megismert külalakokkal, de a későbbiekben már a jelzőfényeknél különböző alakokat szerettek volna használni. Persze, az is lehet, hogy nem a felhasználók követelték, hanem a gyártók gondolták úgy, hogy az új alakú LED-ekkel tovább bővíül majd a piac. Mindenesetre egyre-másra jelentek meg az új kivitelek. A „hagyományos” alakú tokozáson is lehetett módosítani, arányosan csökkentették illetve növel-ték a méreteit, kínáltak 9 mm, 13 mm, 16 mm és 20 mm átmérőjű óriásokat és 2 mm átmérőjű apróságokat is. A toronyalakú tokozás esetében a csipet be-foglaló tokrészt a 2,54 mm távolságú kivezetéseknek megfelelő szélesebb

méretű, s ennek felső lapjának a köze-pén a lencsét alkotó rész egy hengeres kis tornyot alkot. Elsősorban a kis len-cseméretű (1,8 v. 2 mm átmérőjű) vilá-gító pontokat készítették ilyen mód-szerrel. Ha a normál tokozást kicsinyít-tették le úgy, hogy a külső átmérője 3 mm alá csökkenjen, a kivezetésekkel már gond volt, a LED belsejében köze-lebb kellett elhelyezni ezeket, s kilépés után tudták csak 2,54 mm-re terpeszteni a szárazakat. Ezen a gondon segített a toronyszerű kialakítás.

Ha a LED jelzőfényként szolgál egy készülék előlapján, célszerű, ha az előlap síkjában jelenik meg a fénye. Ezt a legjobb hatásfokkal úgy lehet elérni, ha a tokot sík felülettel zárják le, s e felület közelében a tokozást diffúzzá teszik. Ha a LED működik, a diffúz jellegű térfogat egésze látszik a megfe-lelő színben ragyogni, ami igen haté-kony fényjelzést eredményez. Az így felépített LED-ek keresztmetszete igen változatos: vásárolható kör, négyzet, téglalap, háromszög alakú is. Egyéb-ként egyes gyártók a téglatest alakú LED-tokot is gyártják gömbölyített, lencseszerű lezárással.

Az utóbbi évek egyik érdekessége, hogy a henger alakú tokozás mellett megjelent egy sajátos alak, az ovális LED (oval LED, elliptical LED) is. Fe-lülnézetben ezek kör helyett ellipszis alakúak, a két átmérő kisebb-nagyobb mértékben eltér egymástól. Az ellip-szis tengelyei lehetnek pl. 5,8 és 4,6 mm-esek, más esetben 5,2 és 3,8 mm-esek, de itt is vannak nagyobb példá-nyok is. Egy ilyen óriás-ovális elemnél a két méret 10,6 mm és 9,8 mm. Az ovális LED sugárzási karakterisztikája is sajátos: a két átmérő szerinti sugár-zási szög jelentősen eltérhet egymástól (pl. 30° illetve 50°).

Ha a LED világítási, megvilágítási célra szolgál (reflektor, háttérvilágítás stb.), szűk sugárzási szöggel készül. Ha kijelző felület képpontját alkotja, akkor a széles sugárzási szög célszerű, így a látványt oldalról is lehet élvezni. A szé-



7. ábra

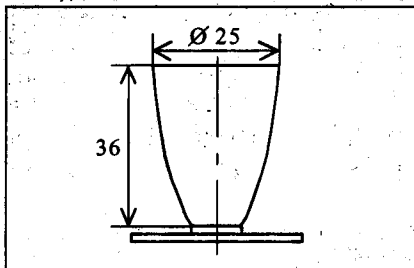
les sugárzási szög elérésére egyes gyár-tók a LED-tok végét konkáv lencsével zárják le, így a 180°-os szög is elérhető.

A LED-ek között is egyre népszé-rűbbek a felületen szerelhető kivitelek. Többségük téglatest vagy négyzetes hasab-alakú, a felső felületükön vagy toronyszerű kiemelkedésen át világítá-nak, vannak azonban oldalra sugárzó kivitelek is. A felfelé világító SM-LED kontrasztját néhány gyártó úgy növelte meg, hogy a felső felületet a LED-csip körül feketére színezték.

Spidernek, póknak csúfolja a szak-zsargon a négykivezetéses SM-LED-eket. Ezeknek két-két kivezetése a LED-en belül a lehető legnagyobb fel-ületű fémhúddal van összekötve. Ez a nagy fémmennyiség jelentősen javítja a LED hűtését, így nagyobb áramot is elvisel, mint az egyéb SMD-megoldá-sok. Ezeket a speciális elemeket a gép-kocsiipar és a nagyméretű képernyőket készítő keresik elsősorban.

A LED-ekből kialakított nagyobb méretű világító felületek (képernyők, reflektorok) készítésekor arra törekszik a kivitelező, hogy minél közelebb hely-yezze el a LED-elemeket a világító felületen, s minél kisebb legyen a kieső, nem világító terület. Ilyen alkalmazá-soknál a legmegfelelőbbek a „griddable” (rácsszerűen elhelyezhető) LED-ek. Ezek a sajátos tokozású világító diódák igen szorosan egymás mellé helyezhetőek. Négykivezetésűek, így a fokozott hűtés itt is fellép, bár a tok jelentősen nagyobb, mint egy SM-elemnél (az oldalélek 7,6 mm hosszú-ságúak). A tokozás egy letört sarkú négyzetes oszlop, a felső felületen át lép ki a fény (7. ábra). Természetesen minden színben gyártják ezeket az apróságokat, esetenként további fantá-zianeveket ragasztva rájuk nagy fénye-rejük miatt (UltraFlux Grid LED, Super Flux LED), a katalógusokban 2000...3000 mcd fényességű példányo-kat is találunk. A „griddable” kivitel-en belül is vannak változatok. A többség-nél a lencse félgömb alakú és a tok felső felületén ül. Más megoldásoknál egy kis torony emelkedik ki a felső síkból, így a sugárzási szög megnövelhető. A Cotco cég specialitása ebben az elem-családban a torony jellegű, konkáv len-csével lezárt tokozás, mely a többi ki-vitel 40...60° sugárzási szögével szem-ben 120°-ban világít.

A fényerő növelésének az egyik módja az, hogy több LED-csipet integ-rálnak egymás mellé, a tok belsejébe.



8. ábra

Elsősorban akkor élnek a gyártók ezzel a fogással, ha nagyobb világító felületet kívánnak kialakítani. Az *Opto Technology* specialitása a TO-66 tokozású nagyfényű LED-sugárzó. A tok kör alakú felső része természetesen hiányzik, ott lép ki a benn összezsúfolt nagyszámú LED-csip fénye. Ha a 8. ábrán látható reflektort is felszerelik a tokra, már valóban hatékony szilárdtest-fényszórót lehet kialakítani. Ezekben az elemekben nincs áramkorlátozó ellenállás, a LED-csipeket vegyes (párhuzamosan kapcsolódó soros részletek) módon kapcsolják egymáshoz. Egyes típusokban 50...60 db LED-csip is található, a teljes fényáramuk 30...60 lumen. A névleges feszültségük az alkalmazott diódák számától, jellegétől, összekapcsolási módjától függ (egyes típusoknál 16 V), az áramigény is tetemes (300...800 mA).

A *Lumex* cég különlegessége a PolyLED termékcsalád. Kétféle fénykibocsátó diódából áll, 3...24 db LED-csip alkot egy elemet. Többségük henger alakú közös tokban fogja össze az egyedi lencsék alatt elhelyezett csipeket. A lencsék átmérője 3 mm. A PolyLED elemekbe zöld és piros fényű csipeket építenek be, melyeket úgy osztanak el, hogy a két szín jól keveredjen. Kétszínű fényűságok fénypontjait alkotják ezek a világító elemek. Minden esetben három kivezetésű a PolyLED, alapvetően közös anódú kapcsolással, de a csipek vegyes kapcsolásával. Néhány változat belső kapcsolási elrendezése a 9. ábrán tekinthető meg. Az eredő fényerősség tetemes, mivel a cég 400 mcd fényerejű csipeket épít be elemeibe.

A LED, mint minden dióda, a nyitójában rajta átfolyó áram korlátozásához külső áramköri megoldást igényel. A legegyszerűbb áramkorlátozó a soros ellenállás használata. Ezt az ellenállást néhány típusba be is építik (10.a ábra). Azért csak kevésbe, mert

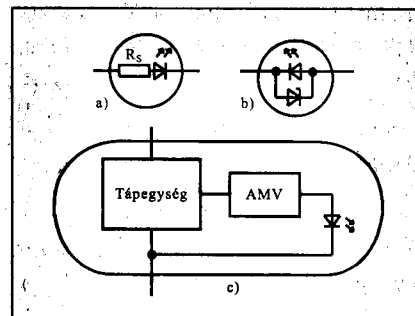
éppen az ellenállás megválasztásával lehet különféle tápfeszültségekhez illeszteni a LED-et. A belső ellenállásos LED-nél a katalógus nem is az ellenállás értékét adja meg, hanem azt a tápfeszültség-értéket vagy -tartományt, amelyről az így kiegészített LED-et működtetni lehet. A legtöbb esetben a szokásos tápfeszültségekre (5 V, 12 V, 15 V, 24 V) készülnek ezek az ellenállásos elemek.

A LED-en átfolyó áram úgy is korlátozható, hogy a rajta fellépő feszültséget fogjuk meg. Erre a célra Z-diódát is használhatunk, amit néhány LED-be ezért be is építenek (10.b ábra).

Sokszor nem folyamatos, hanem villogó fényt állítanak elő a LED-ekkel. Ez egyszerűen megoldható azokkal az elemekkel, melyek az oszcillátort belső elemként tartalmazzák (10.c ábra). Az astabil multivibrátor mellé ezekben az elemekben tápegységet is beintegrálnak, így széles tápfeszültség-tartományban lehet felhasználni a villogó LED-eket. A villogási frekvencia általában 2 – 3 Hz körüli.

A LED-ek hagyományos alkalmazási területe a készülékek előlapján jelzőfények előállítására. Ennek egyszerű megoldása az, ha a LED-et az előlap furatán átújratják. Igényesebb kivitelnél foglalatot veszi ilyenkor körül a világító diódát.

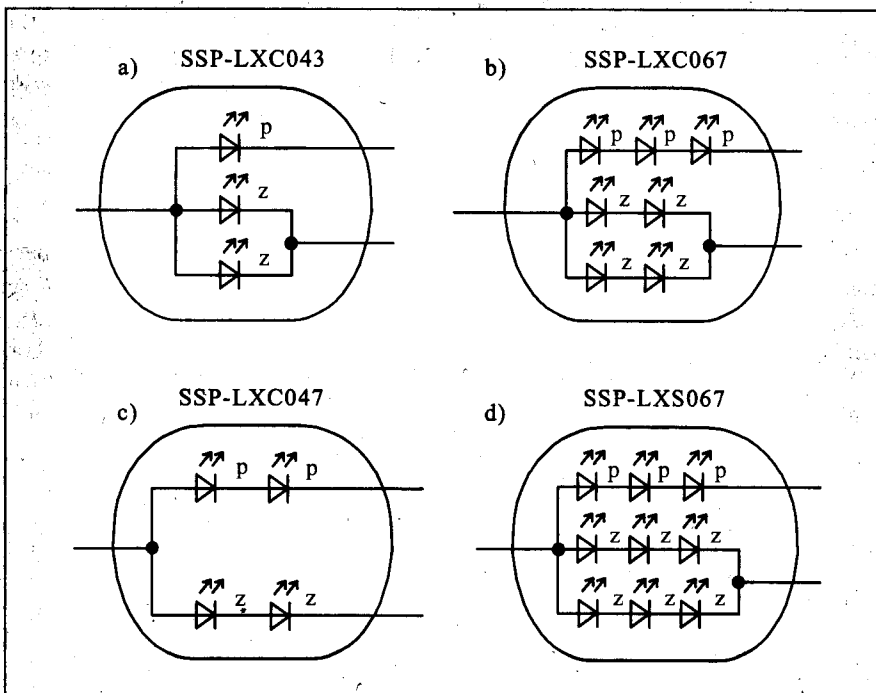
Ha a nyák, amelybe a LED-et beültették, nincs megfelelő távolságban,



10. ábra

akkor ez a furaton való keresztüldugás sokszor nem oldható meg. Ekkor egy lehetséges megoldás az, hogy a LED világító felületéhez egy megfelelő alakú, méretű fényvezető idomot helyeznek el, s annak a másik végét vezetik át az előlapon. Ilyen fényvezető idomokat nagy választékban gyártanak is, egyenes, derékszögű és más alakban. Akkor is jól felhasználhatók ezek, ha a panelre SM-LED kerül, a fényvezetők egy részének bemeneti oldala a szabványos SM-tokozású LED-eknek megfelelő alakú. A fényút a fényvezetőkben akár 20...30 mm is lehet. A fényvezető színtelen vagy a LED fényének megfelelő színű műanyagból készül.

Újszerű megoldást ajánl a LED-ekhez a *Bivar Opto* cég, a hajlítható fényvezetőt. Hengeres keresztmetszetű fényvezetőjét tetszőleges alakra lehet hajlítani, s így bárhova elvezethető egy LED fénye. A fényvezetőhöz külön vá-



9. ábra

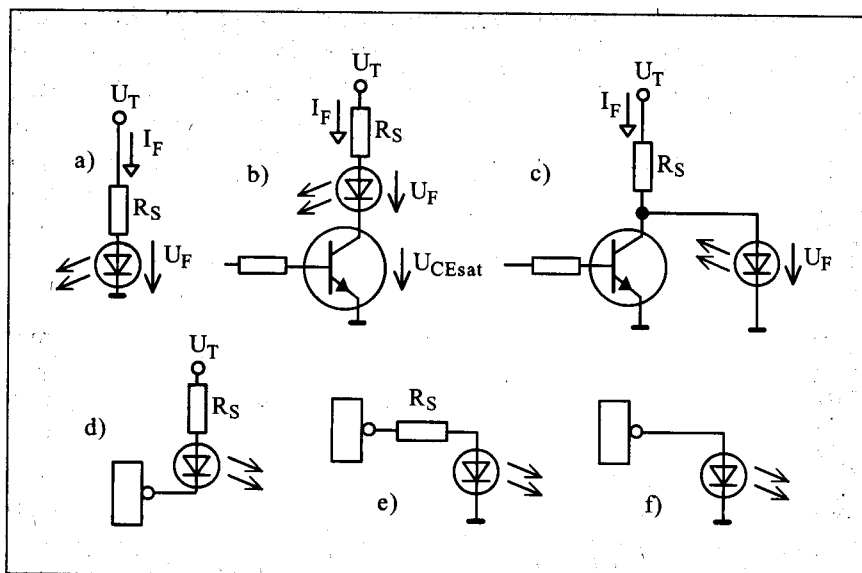
lasztható a LED-re illeszkedő bemeneti elem és az előlapon elhelyezhető záróelem. A hajlítható elemekkel egy LED fényét akár 1,2 m távolságra is el lehet vezetni a készülékben! A Bivar Opto újszerű fényvezetői olyan meglepő képességűek, hogy az 1999-es év innovációs díját 2000-ben ennek a terméknek ítélte az egyik tekintélyes amerikai szakmai folyóirat, az *EDN*.

## A szerves alapú LED

Egyre több híradás szól az OLED (*Organic LED*), máshol PLED (*Polymer LED*) elnevezésű szerves alapanyagú fénykeltőkről. Előre kell bocsátani, hogy fénypontokat nem állítanak elő ezzel a technikával, csak pontmátrix jellegű kijelzőket. Mindenesetre egy-két éven belül a lapos tévékészülékek, lapos monitorok, kivétítők területén ezek akár egyeduralmukodóvá is válhatnak. A fejlesztés egyik úttörője a *Kodak*; licenzét számos más gyártó megvásárolta már. Mivel az OLED nem önálló világító elem, csak röviden szólnunk róla.

Polimereknél először 1998-ban fedezték fel, hogy áram hatására fényt bocsátanak ki. Az óriásmolekulájú mesterséges anyagok között kutatva a teljes színspektrumot sikerült előállítani, mégpedig igen nagy fényerősséggel. 2002-ben már néhány cég organikus kijelzővel szerelte fel mobiltelefonjai legújabb típusait, 2003-ra pedig a nagyobb képernyőkre is lehet számítani.

A kiválasztott polimert fém katód (kalcium, alumínium vagy magnézium) és indium-ón-oxid (ITO) anód közé kell behelyezni. A megfelelő polaritású feszültség hatására a polimer világít. Javítható a fénykibocsátás hatásfoka, ha elektronokat illetve lyukakat transzportáló rétegeket is alkalmaznak a szerkezetben (**11. ábra**). A katód tük-



12. ábra

röz, az anód fényáteresztő kialakítású, így az ITO rétegen át lép ki a fény. Ezért az anódot egy átlátszó (üveg vagy műanyag) alapra kell telepíteni. Az így felépülő pontokat egymás mellé integrálva alakul ki az ún. passzív OLED-kijelző, amely karaktergrafikus megjelenítésre alkalmas, kis felbontással. Az aktív mátrix egy-egy speciális tranzisztort is tartalmaz képpontként, felbontása a tv-igényeknek is megfelel. A fejlesztők már falméretű kijelzőket látnak maguk előtt.

Az üveg alapra készített kijelző merev, de a műanyag fólián kialakított hajlékony, sőt, akár fel is tekercselhető, ha nincs rá szükség (akár ma egy vetítővászon). Már a jelenlegi OLED-kijelzők fényereje is nagyobb, mint a katódsugácsoló, hatásfokuk is kedvezőbb. Elkészült egy 50 mm képátlójú fekete-fehér tévéképernyő, amelynek a vastagsága 2 mm és folyik a színes képernyő fejlesztése. Az is jelzi az OLED-alkalmazásokkal kapcsolatos óriási re-

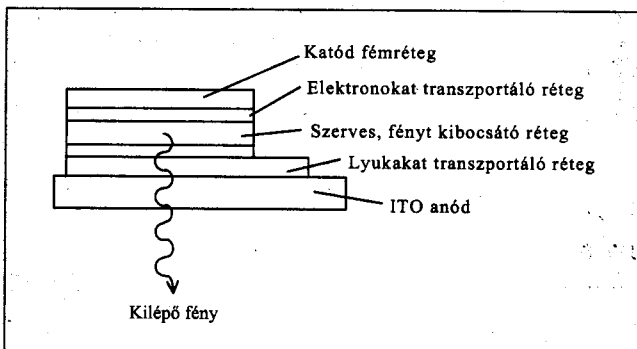
ményeket, hogy a világon 70 cég fogott össze a kutatások folytatására. Az előrejelzések szerint 2005-ben már 110 millió szerves alapú képernyő készül majd!

Az UDC különlegessége a TOLED, a Transzparens OLED. Ennél a katód-réteg is átlátszó, azaz mindkét oldalról szemlélhető! A szabadtéren elhelyezett képernyők, hirdető- és tájékoztató táblák esetében ez a költségek felezését is jelentheti sok esetben! Mivel kikapcsolt állapotban 70%-os a kijelző fényáteresztő képessége, speciális ablaküveggé, kijelzővel kombinált gépkocsi-szelvédőként is használható lesz.

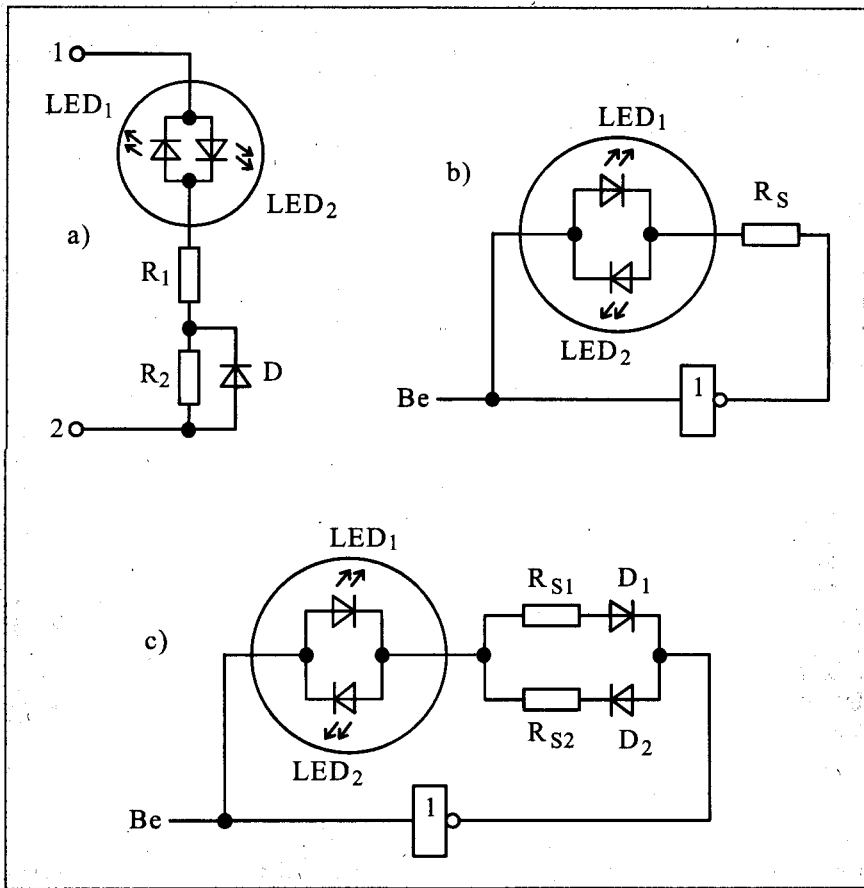
Az UDC másik újdonsága a szerves fénykeltő rétegre épülő lézer. Felépítése rokon az OLED-struktúrájával, optikailag pumpált lézert alkot. Várhatóan a teljes fény spektrumban megoldható lesz a gyártása, különlegessége, hogy hangolható is. A CD, DVD lejátszók és írók, és lézeres irodatechnikai készülékek legnagyobb gyártói máris érdeklődnek az új lézerek iránt.

## LED az áramkörökben

Szerencsére a LED-ek alkalmazástechnikájával számos hazai kiadvány, cikk és könyv foglalkozik. A mostani szűkös terjedelem néhány érdekesség bemutatását teszi csak lehetővé. Nem foglalkozunk a lézer-LED kapcsolástechnikájával, mert ez szinte kiemelt témaként szerepelt a *Rádiótechnika* és a *Hobby Elektronika* utóbbi évfolyamaiban (az irodalomjegyzékben meg-



11. ábra



13. ábra

található e cikkek megjelenési helye, időpontja).

Mint már szó is volt róla, a LED az áramkörben közönséges diódaaként viselkedik. Nyitóirányú áram esetén ad ki fényt, az áramát külső elemmel kell korlátozni, ez legegyszerűbben egy soros ellenállás lehet (12.a ábra). A katalógus megadja a névleges áramot ( $I_F$ ) és a hozzá tartozó nyitóirányú feszültséget ( $U_F$ ), ezekből és a tápfeszültségből ( $U_T$ ) az Ohm-törvény felhasználásával meghatározható a soros ellenállás ( $R_S$ ) értéke.

$$R_S = \frac{U_T - U_F}{I_F}$$

Tranzisztorral is működtethető egy LED (pl. a 12.b és c ábra szerint), ekkor a be- és kikapcsolás a bázison át vezérelhető. Logikai kapuk kimenetéről is működtethetők a világító diódák, ekkor azonban a dióda áramának megfelelő árammal terhelhető kaput kell választanunk (12.d és e ábrarészlet). TTL kapuk esetén a negatív terhelésként bekötött LED (12.f ábra) soros ellenállás nélkül is használható, ha a

Totem Pole kimenetben lévő kollektor-ellenállás elegendő az áramkorlátozásra.

A többszínű LED, ha az egyes csippek egyenként kezelhetők, nem jelent kapcsolástechnikai szempontból új feladatot. A két kivezetésű kétszínű LED az áthaladó áram irányától függően változtatja a színét. A két beépített csip fényhatásfoka többnyire nem azonos. Ha azonos fényerősségre van szükség, meg kell oldani, hogy a két áramirányban az átfolyó áram különféle legyen (pl. a 13.a ábra szerint). In-

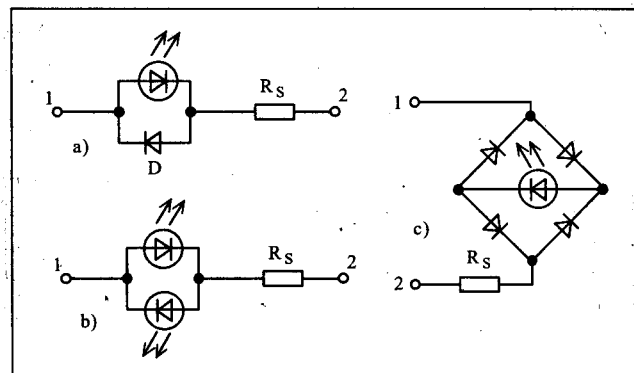
vertáló jellegű logikai kapuval is működtethető az ilyen kétszínű LED. A 13.b részlet kapcsolásában a  $Be$  bemenőjel  $L$  szintjénél a  $LED_2$  világít, a  $H$  szintnél a  $LED_1$ .

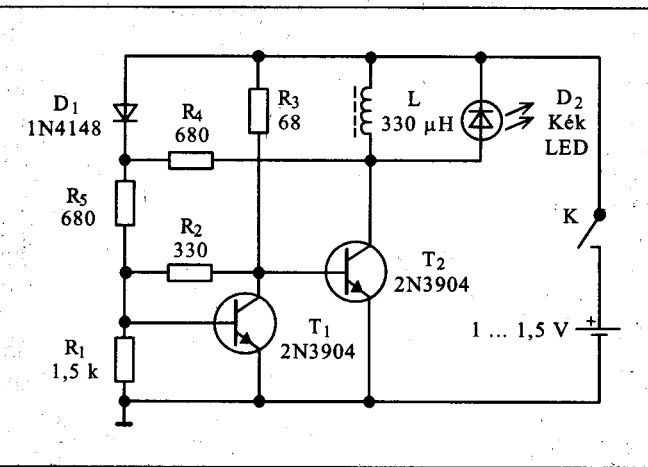
Itt is megoldható a két LED áramának eltérő beállítása. Ezúttal egy olyan megoldást vázoltunk fel, ahol teljesen függetlenül állíthatók be az áramok (13.c ábra).

Váltakozó feszültségről is működtethető a LED, de nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a záróirányú feszültségtűrése nagyon kicsiny (általában 7...10 V). Elkerülhető a LED tönkremenetele, ha ellenpárhuzamosan egy tetszőleges típusú kis diódát kapcsolunk melléje (14.a ábra). Ha az alkalmazásban elfogadható, a védődióda helyett is használhatunk egy LED-et, a 14.b ábra szerint. (Megjegyezzük, hogy egy, ellenpárhuzamos, együttokozott piros LED a HAM-bazár kínálatában szerepel. A 3 mm-es tokozású, MV6661A típusú eszközt a Rádiótechnika 1999/4. számában röviden bemutattuk. A szerk.) Ha Graetz-egyenirányítót tápláljuk a LED-et, akkor nincs záróirányú igénybevétele és a hálózat minkét félperiódusa hasznosul (14.c ábra).

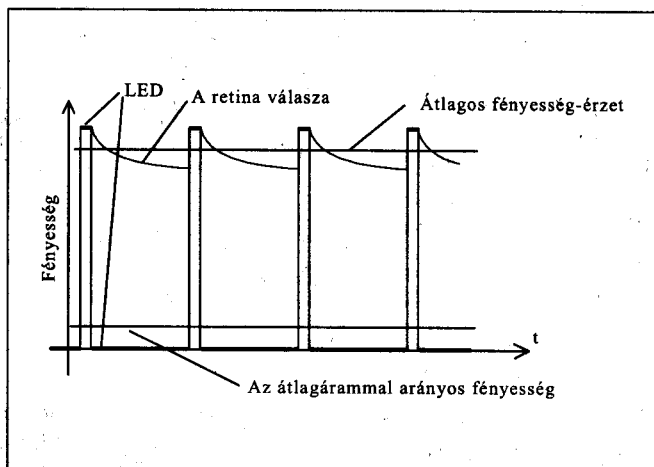
A LED-ek többsége 1,5 V-nál magasabb nyitóirányú feszültséget igényel, így egyetlen galvánelemtől nem működnek, a kék és a fehér LED-eknek pedig akár 4 V-ra is szükségük van a működéshez. A 15. ábrán látható kapcsolás lehetővé teszi, hogy bármilyen LED-et egyetlen elemcelláról vagy akkumulátorcelláról működtethessünk. A kapcsolás gyakorlatilag bármelyik npn szilíciumtranzisztorral működik. Az oszcillátor a periódusa első felében az induktivitást feltölti energiával, majd (amikor a  $T_2$  kikapcsol), ez az energia működteti a LED-et. A LED gyakorlatilag áramgenerátoros meghajtást kap,

14. ábra





15. ábra



16. ábra

rövid időre felvillan a fény. A kapcsolásban feltüntetett elemértékek mellett mindenféle LED működtetésére használható az áramkör. Ha az adott LED láthatóan villog, azaz alacsony a kapcsolási frekvencia, akkor kisebb induktivitású tekercset kell használni. Ha az induktivitás túlságosan kicsiny, akkor a LED csak kis fényt fog kibocsátani. Az ábra szerinti adatokkal az oszcillátor kb. 50 kHz frekvenciával működik. A kialakuló LED-áram csúcserőteke kb. 120 mA, átlagértéke pedig 30 mA piros LED esetén, 15 mA fehér LED-nél. Érdemes kipróbálni az áramkört, mert akár 2–3 LED egyidejű működtetésére is alkalmas (ilyenkor a LED-eket sorba kell kapcsolni)!

A LED-eket sokszor üzemeltetik impulzusüzemben. Természetes ez, ha a LED villogtatása a cél. De akkor is kapcsolgatják a LED-eket, ha folyamatos fényre van szükség, s a tápfeszültség is alkalmas lenne az egyszerű, soros ellenállásos üzemeltetésre. Az a gyakorlati tapasztalat ugyanis, hogy az impulzusüzemben működő LED által keltett fényérzet nagyobb értékű, mint a megfelelő átlagárammal folyamatosan működtetett által előidézett. A jelenséget egyrészt a LED-ek többségének nemlineáris viselkedése okozza, nagyobb áram esetén nem arányosan nagyobb a fénykibocsátás, hanem annál nagyobb értékű. Ennél is fontosabb azonban az, hogy szemünk a fényhatás csúcserőtekeire érzékenyebb, mint az átlagértékre. A 16. ábrán látható, hogy a retina az erőteljes fényimpulzus hatása alól csak lassan tud megszabadulni, így az impulzussorozat hatása sokkal erőteljesebb, mint amit az impulzusok átlagértéke indokolna. A folyamatos fényérzékeléshez mindenesetre azt

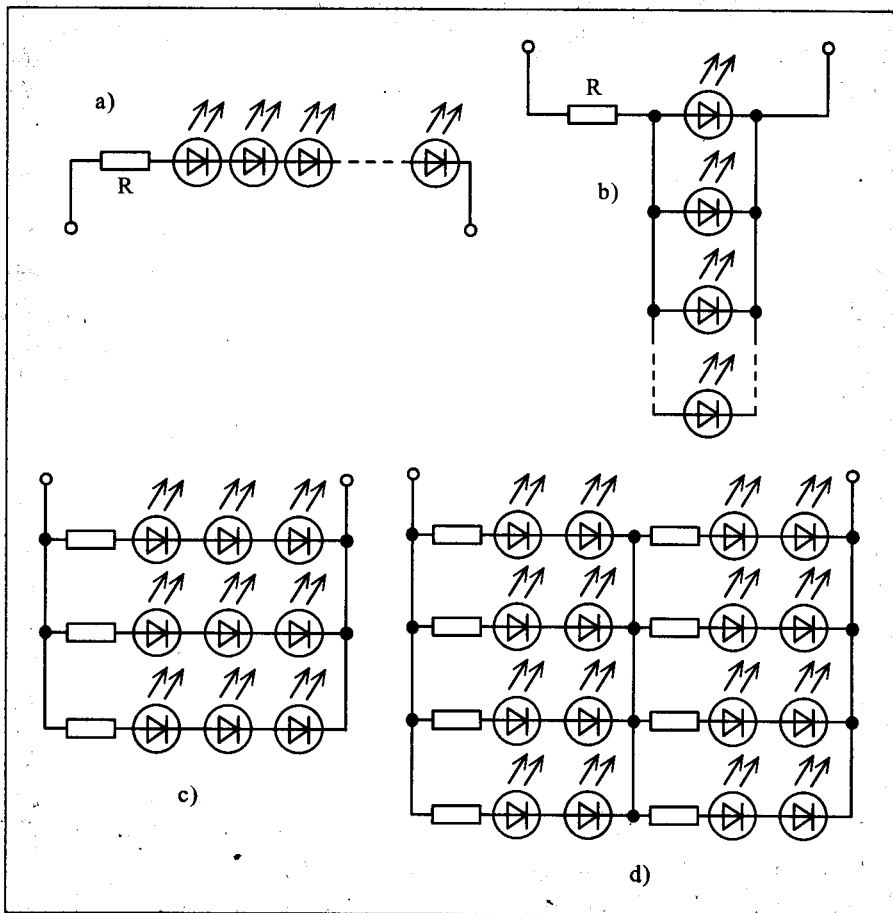
biztosítani kell, hogy az impulzusok frekvenciája legalább 60...70 Hz legyen.

Ez a jelenség sokszor javít a LED-ek láthatóságán olyankor is, ha az impulzusüzemet nem ebből a célból alkalmazzák. Ha a LED táplálására kapcsolóüzemű átalakítót használunk (mint pl. a 15. ábrán), akkor is fellép ez a hatás. Akkor is nő a LED-ek látszóla-

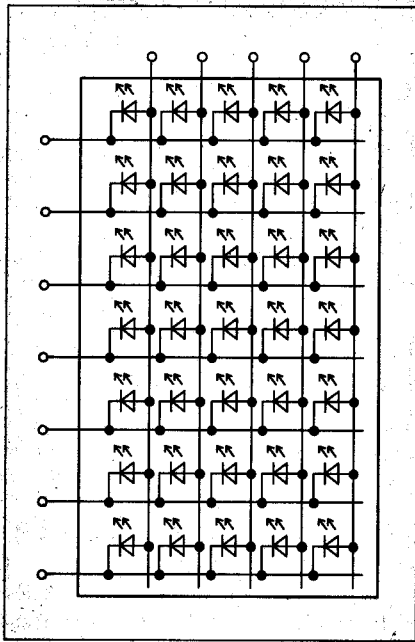
gos fényteljesítménye, ha multiplexelt kijelzőként használódnak fel.

A világítási célra szolgáló LED-reflektorok nagyszámú diódát tartalmazhatnak. Ezeket egyszerre kell működtetni. Felvetődhet a kérdés, milyen kapcsolásban célszerű a LED-eket használni ilyen esetben?

Az egyik lehetőség a LED-ek sorba kötése (17.a ábra). A sorba kapcsolt



17. ábra



18. ábra

diódákon garantálni azonos áram fog áthaladni, amit pl. soros ellenállással lehet beállítani, s ez ebben az esetben az egyes LED-ek névleges árama legyen. A feszültségigényt a nyitóirányú feszültségértékek összege adja meg. Ha egyformák a LED-ek, akkor azonos fényerővel világítanak, ez az egybeintegrált csipeknél megoldható. Ha önállóan tokozott elemekből készül a reflektor, akkor gondosan válogatni kell a sorba kötésre kerülő példányokat. A soros kapcsolás további veszélye, hogy egyetlen hibás forrasztás vagy rossz

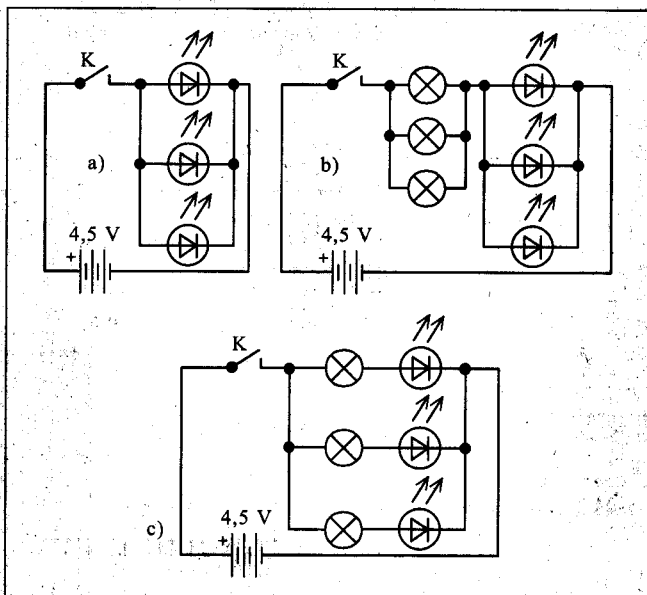
LED az összes LED-et megakadályozza a világításban. Megtehetjük, hogy párhuzamosan kötjük a LED-eket (17.b ábra), ekkor a feszültség lesz azonos a LED-csipeken. Ekkor is gondot jelent, ha nem teljesen egyformák a csipek. A gyakorlatban ezért a nagyszámú LED-ből álló mezőket vegyes kapcsolással üzemeltetik, néhány elemet sorosan, a soros részleteket pedig párhuzamosan kapcsolva (pl. a 17.c vagy a d ábra szerint).

Egészen más a helyzet, ha egy sok-elemes LED-mátrix egyes tagjait egyenként kell működtetni, azaz ha különféle alakzatokat kívánunk megjeleníteni. Ilyenkor az egyik lehetőség az, hogy közös anódú vagy közös katódú kapcsolást alakítunk ki, s így minden LED a többitől függetlenül be- illetve kikapcsolható. Ha a LED-ek száma nagy, ez az út a nagyszámú csatlakozópont miatt nem járható. Ekkor egy másik megoldáshoz kell folyamodni: mátrixba kell rendezni a LED-eket. A sorok illetve az oszlopok mentén összekötjük az elemeket, s végül annyi csatlakozópontunk lesz, amennyi a sorok és oszlopok számának az összege. A 18. ábrán egy 5×7 pontos LED-mátrix belső kapcsolását látjuk. Ugyanígy lehet összekapcsolni a különállóan tokozott elemeket is. Csakhogy itt már nem lehet az egyes LED-eket a többiektől függetlenül kezelni; a mátrixot soronként vagy oszloponként vezérlik, egyszerre mindig a megjelenítendő kép egy sorát illetve egy oszlopát kialakítva. Ahhoz, hogy a szemléltető állóképet

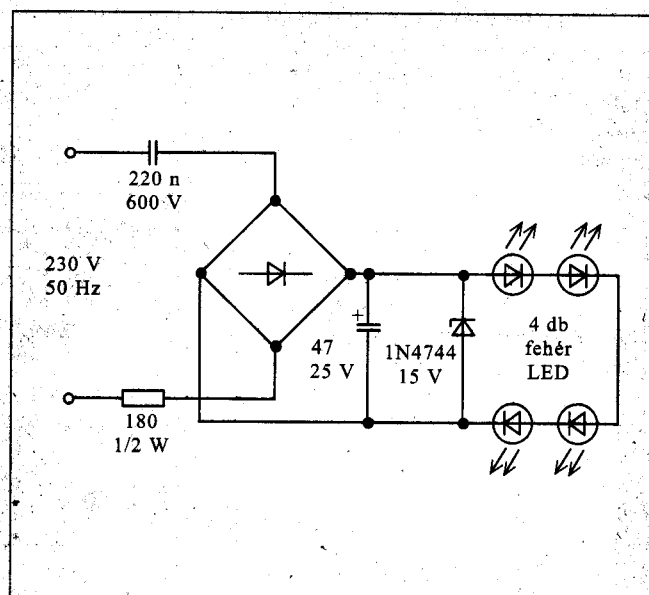
lásson, megfelelő frekvenciával kell kezelni a kijelzőt. A multiplexelt működés miatt pedig az átvezetett áramot meg kell növelni.

A kék és a fehér LED-ek megjelenése óta az apró zseblámpák, kulcskártya-lámpák már többnyire ezekkel készülnek, sokszor meglepően primitív módon. Az interneten lehetett olvasni egy zseblámpáról (és helyrehozásáról), melyben három AA alkáli elemet és három fehér LED-en kívül csak egy kapcsoló volt (19. a ábra). Az új elemkészlettel a kis lámpa vakító fényvel világított, a három LED együtt 120 mA-t vett fel, azaz egyenként 40 mA-t. A LED-ek hosszú élettartamát a 20 mA-es áramerősség biztosíthatná, ezért szükségesnek látszott az előtét alkalmazása. Az ellenállás azonban a csökkenő elemfeszültség mellett egyre kellemetlenebb feszültséghiányhoz vezetett, ezért más ötlet vetődött fel: a köztudottan nemlineáris karakterisztikájú izzólámpák használata. Három darab 1,5 V/25 mA-es izzócska segíthet a gondon, mégpedig két módon is (19.b és c ábra).

A mini izzók beépítése után az új elemkészletnél (4,7 V telepészültség-nél) az előtétben 1,1 V esik, a teljes LED-áram 60 mA. Ha a telep feszültsége 3,75 V-ra csökken, az előtétben már csak 0,26 V esik, a LED-ek árama még ekkor is 39 mA. Ráadásul az izzók beépíthetők a reflektorba, így az új elemkészlet mellett világító izzólámpák is növelik a zseblámpa fényerejét.



19. ábra



20. ábra

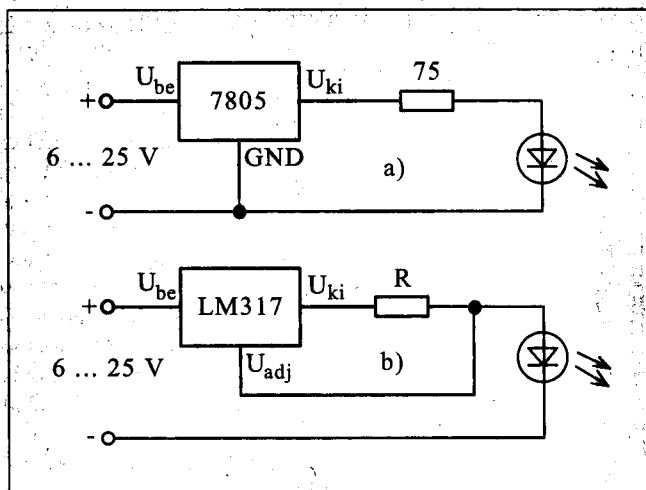


A fehér LED-ek nem olcsó áramköri elemek, túláram esetén viszont jelentősen csökken az élettartamuk, ezért megéri, ha gondosabban tervezik meg a működtetésüket (ez persze a filléres világító műtűröket gyártókat nem érdekli.) Az állandó áramot hálózati üzem esetén egyszerűen biztosíthatjuk, pl. a 20. ábra szerinti kapcsolással. A megadott elemértékek mellett a 230 V-os hálózatról négy, sorba kapcsolt fehér LED-et lehet működtetni. Az állandó áramot feszültség-stabilizátor is előállíthatja (21.a ábra), de a stabilizátorból áramgenerátort is kialakíthatunk a 21.b ábra szerint. Ezeket a kis kapcsolásokat 3,4 V-os fehér LED-hez alakították ki. A 21.b részleten a LED áramát az R ellenállás határozza meg, a következő módon:

$$I = \frac{1,25}{R}$$

A fehér LED-ek kezelésére máris több meghajtó áramkör is beszerezhető. A *Microsemi* cég LX1990 áramköre két fehér LED-et képes kezelni, melyeken azonos áramot hajt át. Az áramértéket az ISET bemenet állítja be 0,1...30 mA közötti értékre. Az ISET bemenetre egy R<sub>SET</sub> köthető (22. ábra), illetve analóg vezérlő feszültség vagy akár PWM jellegű vezérlőjel is. Ha a LED tápfeszültség (U<sub>LED</sub>) megfelelő értékű, akkor több LED köthető sorba az IC kimenetén. Az ENA pont lehetővé teszi a LED-ek be- illetve kikapcsolását, logikai bemenőjel hatására.

A *Linear Technology* LED-sorok meghajtására fejlesztette ki az LT1932 típusú áramkört (23. ábra). Akár 8 fehér LED-et is képes működtetni 42 V tápfeszültség esetén, de 2 V-ról mű-



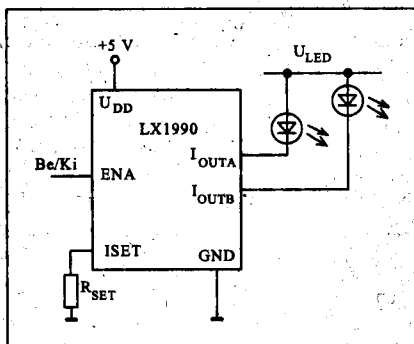
21. ábra

ködtetve is meghajt 4 sorba kötött fehér világító diódát! Az R<sub>SET</sub> ellenállással a LED-ek áramát lehet 5...40 mA között beállítani.

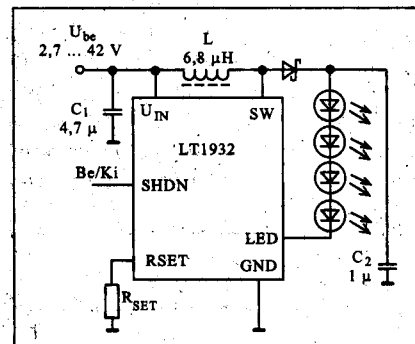
Párhuzamosan kapcsolt LED-ek működtetésére alkalmas az LTC3201 (ugyancsak a *Linear Technology* terméke). A tápfeszültség 2,7...4,5 V közötti lehet, s 1-6 darab fehér LED-et tud kivezélni. Rövidzárlat és túlfeszültség elleni védelem is van az áramkörben. A LED-áramot itt három bites digitális bemenőjellel (D<sub>0</sub>...D<sub>2</sub>) lehet előírni (24. ábra).

A LED villogtatására bármilyen, a kívánt frekvenciával működő oszcillátor felhasználható. A 25.a ábrán szereplő kapcsolás sajátossága, hogy nagyon rövid időre nagyáramú impulzust enged át a LED-en.

A villogási frekvencia 1-2 Hz, a LED csúcsárama kb. 100 mA, de a kitélési tényező csak 0,002. Az áramkör átlagos tápáram-felvétele mindössze 0,2 mA. A C<sub>1</sub> kondenzátor periodikusan feltöltődik az R<sub>1</sub>-en át. Ha feszültsége eléri a kapuk billenési szintjét, akkor a kapulánc átbillen és



22. ábra



23. ábra

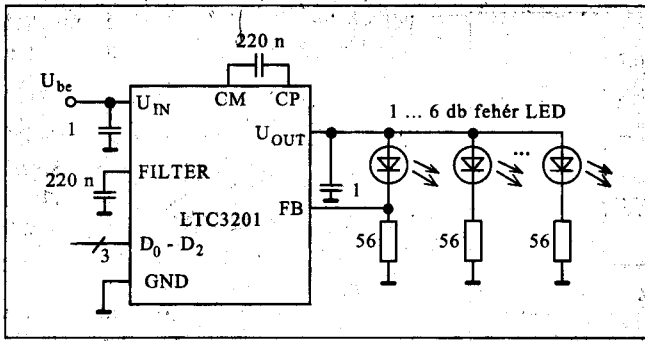
## RF elektronik Kft.

2120 Dunakeszi  
Szent István u. 1.  
Tel./fax: (+36) 27 391 216

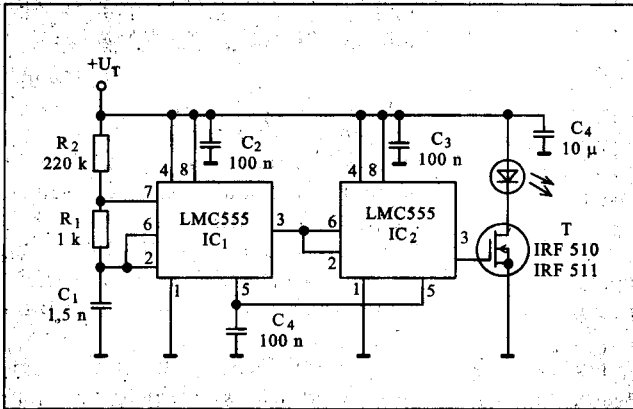
- ◇ Rádiófrekvenciás átjelzők
- ◇ Távkapcsolók
- ◇ Ipari vezérlések elemei
- ◇ Vagyonvédelmi eszközök
- ◇ Digitális átjelzők
- ◇ Antennák
- ◇ Kiegészítő eszközök

www.rfelektronik.vnet.hu

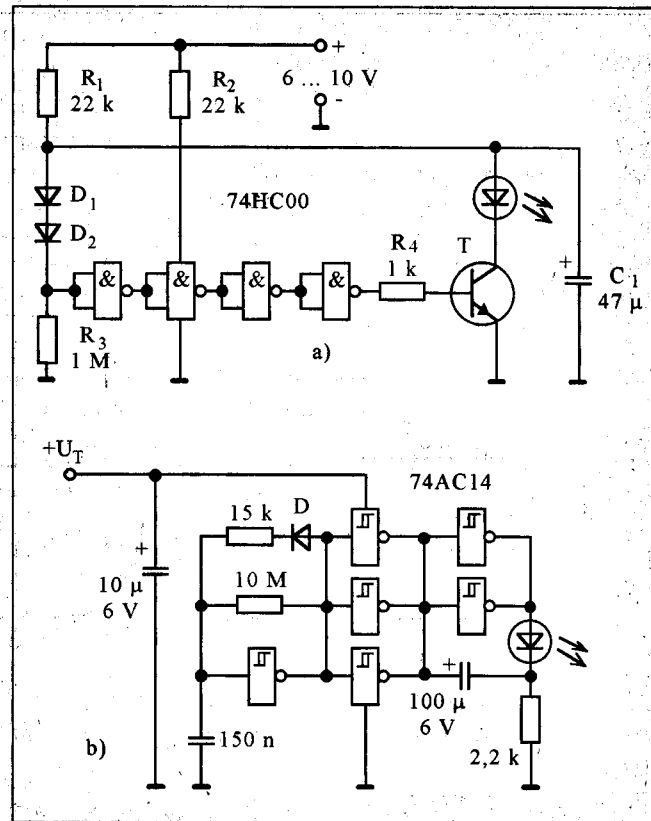
**SMD TECHNOLOGY KFT.**  
1042 BUDAPEST, Rózsa u. 35./31  
Fax: 231-0544 Tel: 390-40-28, 370-79-94  
E-mail: smd@smd.hu, honlap: www.smd.hu



24. ábra



26. ábra



25. ábra

kinyitja a T tranzisztort, ami a kondenzátort a LED-en át kisüti.

Feszültségkétszerezőt is tartalmaz a 25.b ábrán látható kapcsolás, így egyetlen AA galvánelemmel ez is képes egy piros LED-et működtetni. Kb. 1 Hz a villogási frekvencia, a felvillanáskor a LED-en át 20 mA áram folyik, 4 ms időtartamig. A kapcsolás által felvett átlagos tápáram mindössze 0,12 mA.

Az ultrabolya fényű LED-ek meglehetősen drágák, nem is forgalmazza ezeket ma még minden alkatrész-kereskedő. A „fekete fény” azonban sok mindenre használható, pl. papírpénzek vizsgálatára, sajátos fényhatások előidézésére. A kék LED-ek többsége pedig az ultrabolya spektrum területén is sugároz, sőt, ezt még fokozni is tudjuk! A dolog lényege az igen nagy csúcsertékű működtető áram.

A nagy áramérték hatására a spektrum a rövidebb hullámhosszak felé tolódik el. A széles spektrumú, korszerű kék LED-ek többségénél ez a hatás kimutatható. Egy kis kitöltési tényezőjű oszcillátorral kell tehát vezérelni a kék LED-et, s máris jelentős teljesítményű UV-fényhez jutunk. Az impulzuszenerátort pl. két 555-ös időzítő IC-vel

megoldhatjuk (26. ábra). Az oszcillátor 5 kHz körüli frekvenciával működik, a kimenetén 1 s-ig ad magas szintet, ennyi időre kapcsol be a T kimeneti tranzisztor.

A LED igen jól felhasználható, mint fényérzékelő. Minden p-n átmenet, minden dióda reagál a fényre, ha az bejut a félvezető csiphez. Mivel a LED-ek minden esetben fényt áteresztő tokozásúak, megoldható velük a fény érzékelése. A LED-ek többnyire abban a hullámhossz-tartományban a legérzékenyebbek, amelyet világító üzemmódban elő tudnak állítani.

A [9]-ben láthattuk, hogyan lehet fotodiódaként üzemeltetni egy LED-et.

A LED fényelemként is képes hasznosítani a kívülről rá eső fényt, ha az megfelelő színű. Ezt egyszerűen lehet ellenőrizni: kössük a digitális voltmérő bemeneti kapcsaira a LED-et és már le is olvashatjuk különféle megvilágítási körülmények között a dióda kapcsain kialakuló feszültséget! Érdekes az ott-honi LED-készletet végigvizsgálni, mert nagy különbségek mutatkoznak közöttük.

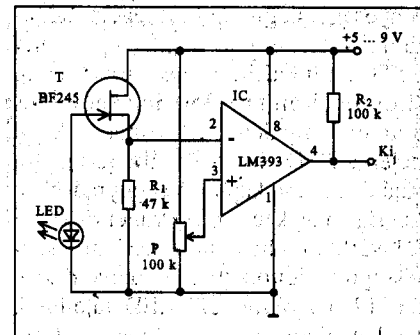
A 27. ábrán a fényelemként működő LED feszültségét egy jFET fogadja, az vezérli a komparátort. A P potencio-

méter az átbillenési küszöbszint beállítására használható.

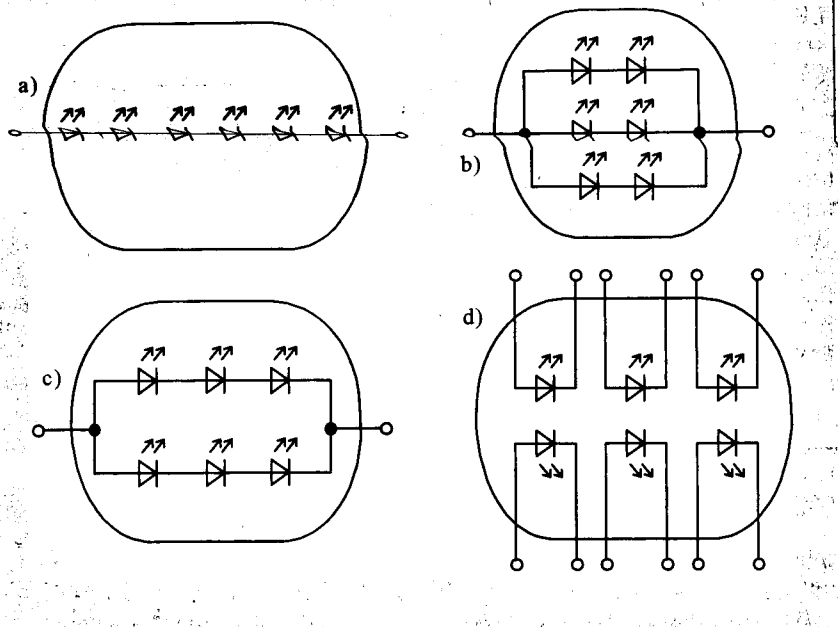
### Szélesedő alkalmazási területek

Harminc éve a LED-eket a kétállapotú jellemzők vizuális kijelzésére használták csak, majd az első digitális karórák kijelzőjeként. Ma már óriáskijelzőket építenek velük, nagy távolságra világító reflektorokat készítenek a felhasználásukkal.

Szinte minden LED-gyártó katalógusában megtaláljuk a félgömb alakú tokozással készülő, 22,8 mm átmérőjű Jumbo LED-eket. Ezek az elemek hat



27. ábra



28. ábra

db azonos színű LED-csipek tartalmaznak, általában olyan módon, hogy egyszerűen lehet kezelni valamennyit. A szokásos belső kapcsolási elrendezéseket a **28.a...c ábrarészlet** mutatja be. A kapcsolási megoldások mindegyike csak két kivezetést igényel. Néhány cég 12 kivezetéses változatot is forgalmaz, amelyekben minden egyes LED-et önállóan lehet kezelni (**28.d ábra**).

Színes, világító korongokat, gyűrűket több cég is gyárt. Ezek a speciális alakú nyákok egyes gyártóknál tartalmaznak a LED-eket is és a kiegészítő áramköri elemeket is, máshol csak a világító elemeket. Felületen szerelhető vagy speciális kivitelű LED-csipekkel készítik a sajátos alakú egységeket. A Luxeon 6, ill. 12 db LED-del felszerelt fénygyűrűket forgalmaz, 81, illetve 140 mm átmérővel. A kisebb beilleszthető a nagyobb belsejébe, így nagyobb fényerejű világító gyűrűt lehet kialakítani. A Luxeon a saját nagyáramú LED-jeit ülteti be ezekre a panelekre (Luxeon Emitter, 350 mA névleges árammal, minden LED-színnel). A panelen a LED-eket a **29. ábrán** látható sajátos módon kapcsolják egymáshoz.

Egy másik termék ugyanettől a cégtől a 290 mm hosszúságú, 35 mm szélességű világító téglalap, melyen szintén 12 nagyfényerejű LED található. Ezeket világító vészjelzőkben, hirdetőtáblákban, jelzőtáblákban használják.

Keskeny, hosszú világítópaneleket több cég is forgalmaz, esetenként olyan kivitelben, hogy a sávokat egymás után lehet kötni s így igen hosszú világító vonalakat lehet létrehozni. Van a gyártók kínálatában olyan fénysáv is, melyet feltekerkerve szállít ki a gyár, a felhasználó által kívánt hosszúságra az üzletben szabják le a világító csíkot. Itt a hajlékony nyákra négyzet alakú, egy-egy LED-et tartalmazó modulokat telepítettek, melyeket párhuzamosan kapcsolnak a hosszú, keskeny nyák mentén.

Jelenleg a legnépszerűbb kijelzők az LCD-k. Kis fogyasztásúak, a felbontásuk megfelelő, alkalmasak színes információk megjelenítésére is. Egyetlen nagy hiányosságuk, hogy nincs saját fényük. Vagy a külső fényt használjuk fel az LCD tartalmának megtekintésekor, vagy a készülékbe kell beépíteni egy belső fényforrást a kijelző mögé.

Az LCD-k háttérfényét is célszerű LED felhasználásával előállítani. Erre a célra is kifejlesztették a célelemeket. Az LCD alsó lapjához szorítható megvilágítók maguk is lapos téglalatest alakúak, s a felületükön egyenletesen világítanak. Az egyenletes fényt akár 100...200 LED-csipek beültetésével érik el a gyártók a nagyobb felületű megvilágító elemek esetében. A megvilágító panel felületét diffúz anyagú film fedi be, ez is a háttérvilágítás egyenletességét szolgálja.

Az LCD-háttérfényeket minden LED-színben készítik, így a felhasználó választhatja ki a legmegfelelőbbet. Többszínű világító panel is kapható, ezzel lehetővé válik az LCD-háttérszínének megváltoztatása. A színes LCD természetesen fehér háttérfényt kap, a színes megvilágításokat a fekete-fehér kijelzők részére készítik.

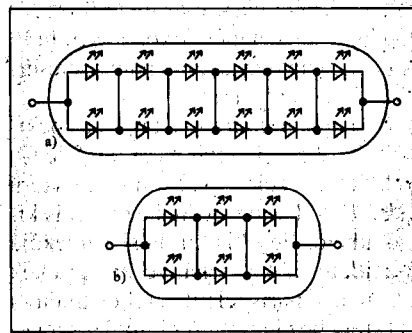
Egyes készülékekben nincs hely az LCD alatt, ezért a kijelző oldalához kell megvilágító elemet helyezni. Erre a célra is elkészültek a speciális alakú LED-világítóelemek. Az LCD-megvilágítók méreteit a szabványos LCD-méreteknél megfelelően alakítják ki.

Külön családot alkotnak a karakter-kijelzők. A legelső formájuk a hétszegmenses kijelző volt, amit máig sokan a digitális technika grafikus jelképeként kezelnek. Azután a sokszegmenses, majd a pontmátrixos kijelzők következtek. Tulajdonképpen az előzőekben szóba került LCD megjelenése jelentette a LED-es karakter-kijelzők használatának végét.

Érdekes megfigyelni, hogy a felhasználók esetenként mennyire ragaszkodnak megszokott formákhoz, méretekhez, kivitelekhez. Az elektronikai készülékeken korábban megjelent jelzőlámpák (izzókkal, ködfénylámpákkal) annyira kedveltekké váltak, hogy a mai alkatrészgyártók sorra jelennek meg a hagyományos külsejű, de belül már LED-del kialakított jelzőlámpákkal. Igaz, ezekben soha nem kell izzót cserélni, hiszen a LED 100 000 órás üzemideje ezt garantálja.

Megjelentek a LED-ek a világító nyomógombokban is. Elsősorban a kis méretű nyomógombokba kerülnek be a világító diódák, az ipari gyakorlatban szokásos tápfeszültség-értékekkel (5 V, 12 V, 24 V, 48 V), de kaphatók hálózati feszültségre (120 V, 230 V) is.

Az SM-kivitelű LED-ek felhasználásával már a fóliatasztatúránál is



29. ábra

megoldható a világító nyomógomb kialakítása. A *Custom Keypads* apró membrán-nyomógombjai felhasználásával 0,8...1,3 mm vastagságú billentyűzet készíthető, úgy, hogy bármelyik billentyűben LED-et is el lehet helyezni.

A mobiltelefon hívei között egyre erősebb az egyéni megjelenés iránti igény. Akiben ez munkálkodik, s az elektronikához is van érzéke, annak a szerző azt tanácsolja, hogy keresse fel a [www.kekled.hu](http://www.kekled.hu) web-oldalt! Ott a telefon billentyűzetének világításáról, sőt, annak egyénivé tételéről olvashat!

A telefax-készülékben, a lapszkennerben, a sávkód-leolvasóban egy hosszú, igen keskeny fényforrás világítja meg a dokumentumot. A fényforrás régebben egy vékony fénycső volt, de a modernebb készülékekben általában egy nyák-csík képezi a világítás alapját, melyen egy vagy több sorban apró LED-csipek helyezkednek el. A LED-eket diffúz anyagú, a kibocsátott színnek megfelelő műanyag borítás fedi. Ilyen világítótesteket gyárt pl. az *Everlight Electronics* is, 125 mm hosszúsággal, 48 darab beépített sárga vagy zöld LED-csippel. A modul 12 V tápfeszültségről működtethető, áramfelvétele 220 mA, belső kapcsolása a **30. ábrán** látható.

A videokamerák ma már mindennapos használati tárgyakká váltak. Néhány típusnál az optika mellett, esetenként az optika körül LED-eket is látunk, a mai kameráknak már a LED-ek által biztosított fény bőven elegendő a kiváló minőségű felvételek készítéséhez. Gyakori, hogy 6...8 nagy fényerejű fehér LED veszi körül az optikát. A sötétben látó kamerák számára pedig infravörös LED-ek hőszugaraival lehet „bevilágítani” a terepet. Különösen fontosak a LED-ek az orvosi kameráknál. Ezek többnyire igen kicsiny mére-

tűek, s rugalmas cső végére vannak felszerelve. Az optika mellé beépített LED az emberi testbe betolt kamera számára láthatóvá teszi a belső felületeket, tereket. Olyan reflektor is készül a videokamerához, amelyik nagyobb tér bevilágítására is alkalmas. A *Stocker Yale* az optikára felhúzható reflektor-gyűrűket forgalmaz, 80, 100 és 110 mm átmérővel. A reflektorokban 100 db LED helyezkedik el: 10–10 darab sorba van kapcsolva, s ezek a kis füzérek pedig párhuzamosan kötöttek. A teljes reflektort 24 V-ról lehet működtetni, áramfelvétele 200 mA. A kamera reflektorokat ez a cég fehér, kék és infravörös színekkel gyártja. Más cégek négyzetes vagy téglalap alakú reflektorokat készítenek a videokamerához.

Nagy felületű színes LED-reflektorok is készülnek, elsősorban közlekedési jelzőfények céljára. Ezekon többnyire kissé domború felületen rendezik el a LED-eket, sokszor UV-fénynek ellenálló átlátszó műanyag burával le is takarják a felületüket. A tápfeszültségük 80...140 V közötti. A beépített LED-ek száma 90 és 200 közötti, a teljes fényerősség 200...800 candela. Európai használatra 230 V-os változatok is készülnek.

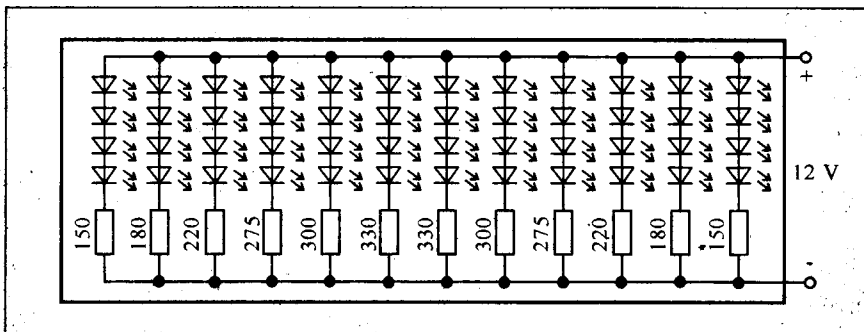
Jól ismert LED-alkalmazási lehetőség a fényújság. Általában egyszínű, néha kétszínű LED-ekből felépített téglalap alakú világító mezőn számítógéppel jelenítenek meg álló vagy haladó feliratokat, egyszerű ábrákat. A nagyméretű színes kijelzők szintén LED-ekből készülnek, ha színes a kijelző, akkor a három alapszínnek megfelelő példányokból. Egy ilyen kijelzőt 250...300 m távolságból, nappali fény mellett is jól lehet látni! Sokszor 20...25 m<sup>2</sup> felületűek. A felületet többnyire nem egyenként beültetett LED-ekkel terítik be, hanem modulokból

építkeznek a gyártók. A nagyméretű kijelzőkhöz használható LED-modulokat több cég is gyártja. Ilyen elemek pl. a *Marktech Optoelectronica* 8 × 8 LED-ből álló paneljei, melyek kétszínű vagy RGB-mátrixok. A magasban elhelyezett LED-képernyőkhöz olyan modulokat készítenek, melyek a felső élükön kiugró árnyékoló lemezt is tartalmaznak, így a felülről érkező fény kevésbé zavarja a látvány megfigyelését.

A LED-ek megindultak azon az úton, melynek során átveszik a világítási feladatokat az izzólámpáktól. A már említett LED-reflektorok mellett sok gyártó készít olyan lámpákat, melyek egy-egy izzóval azonos foglalatúak, így a felhasználó a megszokott készülékében, berendezésében, eszközében, az ott lévő foglalatba tudja behelyezni vagy becsavarni a kiegészítő izzó helyére a LED-es világítótestet. Így nem kell átalakítani a gépkocsi indexlámpáját, a zseblámpát mégis korszerű, kis fogyasztású, „örök életű” lesz a világítás. A LED-del kialakított lámpa az izzószálalással összevetve sok további előnnyel is rendelkezik, nem érzékeny a hőmérsékletre, rázásra, ütésre, nem törékeny, kisméretű, tetszőleges színű, olcsó, nagy megbízhatóságú, nem fűleszt számottevő hőt. Egy 1 W-os LED-lámpa olyan fényerősséget állít elő, mint egy 11 W-os izzó!

Ha az izzólámpát önmagában kívánja egy cég LED-del helyettesíteni, akkor sok problémával is szembekerül. A legelső a szín. Az izzót helyettesítő LED-lámpákat többnyire kék, kékesfehér vagy fehér LED-ekkel készítik el, ezek spektrális viselkedése nem azonos az izzóéval. Egy másik nehezen megoldható feladat az izzó gömbszimmetrikus fénykibocsátásának modellezése LED-ek segítségével. A legtöbb alkalmazásban azonban az izzó sok tulajdonságát nem használjuk ki. Sok esetben csak meghatározott irányban hasznosítjuk a kilépő fényt, hiszen az izzók gyakran színes üveg vagy műanyag burára alát kerülnek. A gyártók ezért nem is törekednek a tökéletes „szilárdtest izzó” megalkotására. A hasonmások elsősorban a csereszabotosságot szolgálják, így a régi foglalatban lehet majd használni az új fényforrásokat.

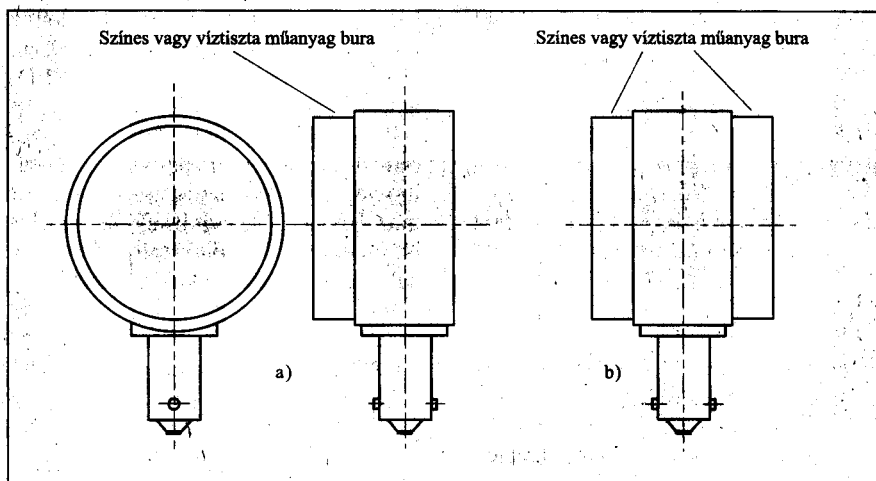
Az izzókat pótló, helyettesítő LED-es égőket a legnagyobb választékban a *LEDTronics* cég forgalmazza. Katalógusaiban minden típushoz felsorolja, melyik szabványos izzók helyett lehet



30. ábra

a LED-es lámpát felhasználni. Mivel a LEDTronics az izzókat helyettesítő LED-elemekre specializálódott, arra törekszik, hogy termékei a fő villamos paraméterekben is megfeleljenek az izzóknak. Ezért ez a cég világítóegységei belső felépítését, kapcsolását nem is adja meg, csak a működtetés adatait.

A gépkocsik égőinek többsége 15 mm-es bajonettzáras fejelésű, a LEDTronics LED-lámpái között is sok, ilyen csatlakozású sorozatot találunk. Egy-egy sorozat minden LED-színben készül, változó feszültségértékekkel, többféle fényerősséggel. A lámpák fényerőssége 1000...10 000 mcd közötti értékű. A lámpák geometriai méreteit a gyártó igyekszik a gépkocsiizzók méretein belül tartani. A LED-es égők a bajonettzáras fejelés felett színes gyűrűben folytatódnak, ennek színe meg egyezik a LED-ek színével. A gyűrű homlokklapján helyezkednek el a LED-ek. A 15 mm-es bajonettzáras sorozatokban találunk 6 LED-es és 40 LED-es változatokat is. A névleges feszültségek sorában általában megtaláljuk a szokásos értékeket (12 V, 24 V, 28 V, 36 V, 120 V, 240 V). A LED-lámpák többségénél a sugárzási szög 12...15°,



31. ábra

de rendelhetők szélesebb sugárkúppal is (akár 120...125° értékkel is).

Egy másik sorozatban a bajonettzáras fejelésre úgy kerül fel a világítóttest, hogy a fény a foglalat tengelyére merőleges irányban lép ki az égőből (31. ábra). Ezt a LED-lámpát egyoldalas és kétoldalas kivitelben is gyártja a LEDTronics, sokféle LED-számmal, minden színben. Ezekben a lámpákban akár 30...60 LED is elhelyezkedik.

Készülnek LED lámpák 10 mm-es bajonettzáras és Edison-menetes fejeléssel is, de a szokásos hálózati foglalatokhoz is gyártanak E27-es fejelésű LED-lámpákat. Ezek többsége hálózati feszültségről működik, a LED-eket fűtőtkbe rendezik a körte alakú burában. Ezek is minden LED-színben készülnek; a legnagyobb fényteljesítményt nyújtókban 180...230 LED is található, fényerejük 150...300 candela.



**MTA-MMSZ Kft.**

**1119 Budapest, Etele út 59/61.**

Tel.: (1) 481-1233, 481-1330

Fax: (1) 203-4355

Honlap: [www.mmsz.hu/Értékesítés](http://www.mmsz.hu/Értékesítés)

### Műszerek, szerszámok forgalmazása

- METEX asztali és kéziműszerek
- KENWOOD, PROTEK-HC oszcilloszkópok
- számítógéphez csatlakoztatható digitális oszcilloszkópok (PICO, PROTEK-HC, VELLEMAN)
- szervizműszerek
  - funkciógenerátorok
  - frekvenciaszámlálók
  - tápegységek
- oktatástechnikai eszközök
- WINDAUS környezetvédelmi műszerek (pH-mérők, mérőbőröndök)
- fizikai mennyiséget mérő műszerek (hőmérsékletmérők, fénymérők, hangszintmérők, páratartalommérők, fordulatszám-mérők, légsebességmérők)
- kéziszerszámok

Megrendelésüket - kérésükre - csomagküldő szolgálattal, szállítási költség fejében házhoz szállítjuk.

#### Rendelés - Információ:

Telefon: 481-1330, 481-1331, 481-1168, 481-1233

E-mail: [zscsikos@mta.mmsz.hu](mailto:zscsikos@mta.mmsz.hu), [gmark@mta.mmsz.hu](mailto:gmark@mta.mmsz.hu)

#### Műszerjavítás - márkaszerviz

Telefon: 481-1172

E-mail: [jbekasi@mta.mmsz.hu](mailto:jbekasi@mta.mmsz.hu)

### VISZONTELADÓINK:

#### A-Z Bt.

Kiskunhalas  
T: 77/420-552  
F: 77/420-552

#### ELEKTRONIK Kft.

Miskolc  
T: 46/344-816  
F: 46/344-816

#### MODUL Kft.

Nagykanizsa  
T: 93/314-861  
F: 93/310-336

#### TRAPÉZ BY Kft.

Nyíregyháza  
T: 42/404-945  
F: 42/403-874

#### OMEGA Kft.

Siófok  
T: 84/313-673  
F: 84/313-673

#### ELEKTROTECH Kft.

Szeged  
T: 62/441-626  
F: 62/440-250

#### ARZENÁL '90 Kft.

Székesfehérvár  
T: 22/327-767  
F: 22/340-591

#### MÁL-TA Bt.

Szombathely  
T: 94/327-604  
F: 94/327-604

#### C+F Kft.

Budapest  
T: 340-8476  
F: 340-8456

#### INFOTECH Kft.

5000 Szolnok,  
Ostrom u. 2.  
T: 56/343-185

#### ETALON 2000 Kft.

Budapest  
T: 350-4326  
F: 329-6453

#### MAGÉV-RAINBOW Kft.

Budapest  
T: 353-3949  
F: 331-0994

#### KORONDÁN Kft.

Debrecen  
T: 52/460-791  
F: 52/461-223

#### DANIELLA Ker. ház

Debrecen  
T: 52/418-174  
F: 52/418-174

#### NICO technika

Ajka (Bakonygyepes),  
Fecske u. 4/d.  
T/f: 88/242-262

Hosszúak testű izzókat helyettesítő LED-lámpák is készülnek a cégnél, 15 mm átmérővel, 123 mm hosszúsággal. 6–8 LED helyezkedik el ezekben, a LED-színek mindegyikével készülnek ezek az égők is.

A majdnem elfelejtett, bakelit fejelesű telefonizzókat is gyártja a cég (természetesen LED-del), 6 V, 12 V, 24 V, 28 V és 120 V feszültségre. Ugyancsak gyártják a kis zseblámpák, elemlámpák speciális égőit, LED-kivitelben.

Más gégek is foglalkoznak izzólámpákat helyettesítő LED-lámpákkal, de nem ilyen széles a választékuk. Mégis, esetenként további meglepetéseket okoznak.

A *Boca Flasher* különlegessége pl. az a 12 V-os LED-lámpa, mely a tükrös halogén izzók megszokott külsejével, tükrörrel és tükivezetésekkel készül, így minden további nélkül behelyezhető egy halogén lámpatestbe.

A fehér LED-ek nagy része a zseblámpákba, elemlámpákba kerül be. Sajnos, ezek egy része rendkívül primitív kialakítású, azokban a LED-ek csak rövid életűek lehetnek. Tulajdonképpen bárkinek lehet ma már LED-es zseblámpája, hiszen bármilyen égővel működjön is a hagyományos lámpa, azt már ki lehet cserélni ugyanolyan foglaltos LED-esre. Sok cég fejlesztett ki azonban olyan zseblámpákat, melyek már alakjukban, méretükben is a LED-ekhez igazodnak, s nem izzót pótló LED-lámpát tartalmaznak, csak magukat a LED-eket.

A legelső LED-es elemlámpák a kulcstartó lámpácskák voltak, amelyek már több éve megjelentek a boltokban. Többnyire két elemcelláról működnek, kék vagy fehér fényű LED-del készülnek. Egyetlen LED-jük fénye elegendő a kulcslyuk megtalálásához, egy biztosító megkereséséhez. Sokféle alakban, többnyire mutató külsővel készülnek, belül viszont többnyire igénytelenek. A legtöbb lámpácskában nincs is más, mint a két elemcella és a LED, a nyomógombbal a LED egyik lábát szorítjuk oda az elemekhez (a másik folyamatosan hozzáér az elempár túlsó oldalához).

A LED-es zseblámpák általában rúd alakúak, arasznyi hosszúságúak. Az elemkészletet úgy választják meg, hogy 40...50 óras üzemidőre lehessen számítani. A kis lámpákban 1...19 fehér LED működik, ceruzaelemekről, mikroelemekről vagy lítium-cellákról. Készülnek azonban eltérő alakú lám-

pák is. Több cég gyárt cigarettásdoboz méretű és formájú lámpákat, az egyik keskeny oldalon elhelyezett 4–6 LED-del.

Sok esetben színes LED-ekkel szerelik a zseblámpákat, néhány cég ultravioleta fényű elemlámpákat is forgalmaz. Ezekkel (de már a kék fényűekkel is) jól ellenőrizhető a papírpénzek eredetisége! A lámpákkal megvilágított valódi pénzen előtűnnek a lumineszkáló feliratok, biztonsági elemek.

A *Gadget Universe* „ujjlámpát” forgalmaz. Leginkább egy nagyméretű pecsétgyűrűre emlékeztet ez a termék. Ha használója az ujjára húzza és bekapcsolja, az apró lámpa fénye pontosan oda esik, ahova az ujjával mutat.

Több cég forgalmaz LED-es sisaklámpákat is. Ezekben 7...14 fehér, nagy fényerejű LED működik, a 14 LED-es változatok nagyobb fényt biztosítanak, mint a 2 W-os halogénizzós hagyományos kivitelek.

A LED-es zseblámpákhoz hasonló kialakításúak a lézeres mutatók, a lézerpointerek. Ezekkel a „mini fénykardokkal” előadásra lehet a kivetített anyag egyes részleteire irányítani a figyelmet. A pointerek is számos kivitelben készülnek, belső kialakításuk is sokféle lehet. Elsősorban vörös fényű lézertűdővel készülnek. Egyes pointerekhez előtéteteket is készítenek, ezeket használva a mutatót felületen nem piros fényfolt jelenik meg, hanem valamilyen alakzat, ábra (pl. egy nyíl). Többnyire 1...3 mW teljesítményűek ezek az eszközök, de a szemre így is veszélyesek, nem szabad közvetlenül belenézni a LED-be!

A fehér LED-ek egyre növekvő fényerőssége már lehetővé teszi azt is, hogy akár egy nagyobb szoba világítását LED-ekkel oldják meg. Az *Osram* 2001. június elején adta át Münchenben a világon az első, LED-ekkel kialakított teremvilágító rendszerét.

A mennyezeten elhelyezett világítótestekben több mint 14 000 nagyfényű fehér és színes LED található, melyeket a terem felügyelő számítógépes rendszer kezel. Fehér és kevert szín egyaránt előállítható, a szolgáltatott fényerő 600...700 lux (ez megfelel a normál irodai megvilágításnak). A fehér világítás: színhőmérsékletét is széles tartományban tudja változtatni a rendszer, a teremben zajló eseményektől függően.

A jövő képét jeleníti meg Osakában a *Chanel Boutique*. Az épületnek mind

a négy külső falfelületét LED-függönnyel borították be, s ezeken a hatalmas képernyőkön szövegeket, képeket jelenít meg az épület számítógépes rendszere. Összesen 180 m<sup>2</sup> felületet borít be ez a kijelző, s 125 000 fehér LED-ből alakították ki.

Érdekes módon a LED-eket először a közlekedési ágazat kezdte világítási célra felhasználni, így ma is itt a legelterjedtebb a LED-ek használata. A kerékpárosok már a mi útjainkon is a villogó piros LED-lámpákkal közlekednek, melyeket a kerékpárra is fel lehet szerelni, de gumiszalaggal a karon, lábon is elhelyezhetők. A villogó piros fény, ha a KRESZ előírásainak nem is felel meg, az elemeket kíméli és igen jól látható.

A gépkocsiban először a műszerfal megvilágítására, valamint az LCD-k háttérfényeként használták a LED-eket. A legújabb modelleken azonban már a külső lámpákban is sokszor LED-ek bújnák meg, leginkább a helyzetjelzők és az irányjelzők izzói helyére kerülnek be az örök életű LED-ek. Motorkerékpárhoz már első fényszóró is készül fehér LED-ekből. A járműgyártók ismerik a LED előnyeit, s azt is vonzónak tartják, hogy a színeket közvetlenül állítja elő, nem a színes lámpabura segítségével.

Az utcákon a közlekedési lámpák már több nagyvárosban LED-ekkel működnek. 2000-ben Stockholmban minden közlekedési jelzőlámpából kiszerezték az izzófoglalatokat, áttértek a LED fényszórók használatára. Az USA városaiban a gyalogátkelőhelyeken a szabad áthaladást jelző emberkét már mindenhol LED-fényszóró jelzi. Ebben a jelzőben 70 LED működik, a fényereje 300 candela. Az újsághírek tanúsága szerint terjednek a LED-es jelzőlámpák Hollandiában, sőt, Moszkvában is!

Egyre népszerűbbek a LED-del megvilágított közlekedési táblák is. A lakott területektől távoli helyeken nappal fényelemek gyűjtik akkumulátorokba az energiát s éjjel LED-ek világítják ki a táblákat.

Természetesen a játékgyártók is jelentős LED-felhasználók, s sok különleges ajándéktárgy, látványtermék is készül a világító diódákkal. Záró példánk a *Party Unlimited* cég néhány termékét mutatják be. A Lite Cube 34 mm élhosszúságú műanyag kocka, színes műgyantából, a belsejében egy azonos színű LED-del és annak vezérlőáram-



körével. Ha a kocka megfelelő lapját megnyomják, a LED villogni kezd a belsejében. A villogó színes kockát a jégkockák közé lehet dobni a pezsgősvödörbe vagy az italos pohárba, de jól mutatnak a bőlés tálban, a gyümölcs-salátában is. A kockák hőtároló anyagúak, így a jégkockák mellett, a hűtőszekrényben is tárolhatók s nem melegítik fel az italt. Anyagukat úgy választották meg, hogy az élelmiszerekkel nyugodtan érintkezhet, az egészséget nem veszélyezteti. Minden LED-színben készül villogó kocka.

A cég ajánlatában sok különféle alakú villogó kitzűző, gyűrű, karperec, nyaklánc, fülbevaló is szerepel. A Disco Laser egy speciális lézerpointer, amit tánc közben kézben tartva a tánc ritmusával lüktető ábrákat varázsol a falra, mennyezetre. (Az egyik ilyen kis szerkezetben a lengő rendszert egy lágy csigarugó végére ragasztott apró siktükör képezi, ez utóbbin török meg a lézersugár. *A szerk.*)

Szellemes és figyelemre méltó készülék a Virtual Message Writer, a virtuális üzenetrő. A készülék egy fogantyús doboz, a doboz külső oldalán (a nézők felőli oldalon) egyetlen, függőlegesen elrendezett piros LED-sorral. A készülékbe tíz szöveget programoztak be. A kiválasztott szöveg pontmátrixos alakjának egyes oszlopai jelennek meg a LED-soron, egymás után. Ha a dobozt eközben vízszintesen mozgatják, a levegőben megjelenik a nézők előtt a teljes szöveg!

A készülék áramköre hasonló a fényújságok elektronikájához. A fényújságon egy adott pillanatban egyetlen LED oszlop világít, abban azok a LED-ek fénylenek, melyek az adott oszlopnál éppen szükségesek. Az elektronika az elsőtől az utolsóig minden oszlopot működtet, majd visszatér a mező elejére. Mindezt olyan gyorsan teszi, hogy szemünkben folyamatos látvány alakul ki.

A Virtual Message Writer egyetlen LED-oszloppal dolgozik, azon jelennek meg sorban az egyes oszlopok, a térbeli áthelyezést kézzel kell elvégezni. Így viszont a készülék kisméretű, egyszerű, olcsó. (*A szerkesztő megjegyzése:* a kiállításokon, üzletekben egyre gyakrabban látható LED-es „szöveggömbök” hasonló elven működnek, csak azoknál a LED-sor egy függőleges tengely körül forgó kar végén helyezkedik el. A tengely egyenletes szögsebességgel forog, a LED-ek

vezérlése pedig a szöghelyzettel szinkronban történik.)

A beprogramozott üzenetek között megtalálható a HAPPY BIRTHDAY, a LOVE YOU is, de három tetszőleges tartalmú saját szöveget is be lehet programozni a berendezésbe. A készüléket mindössze két db AA galvánelem működteti.

#### Irodalomjegyzék

1. Pálincás Tibor: Adatátvitel lézerdióddal. Rádiótechnika, 1998/4., 184–187. o.
2. Gruber László: Itt a fehér LED! ELEKTROnet, 1999/1., 28–30. o.
3. Borbás István: LED-ek és színek. ELEKTROnet, 1999/5., 33–34. o.
4. Pálincás Tibor: Professzionális lézeres adatátvitel. Rádiótechnika, 2000/2., 78–80. o.
5. Pálincás Tibor: Megépítettem a professzionális lézervezélőt (1–2. rész). Rádiótechnika, 2000/6., 272–274. o.; 2000/7., 326–329. o.
6. Szombathy Csaba: A félvezető lézerek születése. ELEKTROnet, 2000/7., 93–95. o.
7. Pálincás Tibor: Stabilizált lézerdiódameghajtó (1–4. rész). Hobby Elektronika, 2000/7., 241–242. o.; 2000/8., 260–262. o.; 2000/9., 313–316. o.; 2000/10., 349–350. o.
8. Pálincás Tibor: Az AD9661 analóg és digitális lézermódulátor. Rádiótechnika, 2000/9., 429–433. o.
9. Dr. Fábán Tibor: LED kettős szerepben. Hobby Elektronika, 2000/10., 348. o.
10. Al Dutcher – Al Labs: Single cell lights any LED. EDN, July 5., 2001. p. 128.
11. Bill Schweber: LEDs move from indication to illumination. EDN, August 2, 2001. p. 75–82.
12. LED Photosensor, Elektro Electronics 2001/12. p. 47.
13. Pálincás Tibor: Amatőr kapcsolások. Lézer telefon. Rádiótechnika, 2002/4., 193–195. o.
14. A LED-gyártók web-oldalai
15. A LED-gyártók katalógusai
16. [www.kekled.hu](http://www.kekled.hu)
17. <http://misty.com/people/don>
18. <http://ledmuseum.home.att.net>

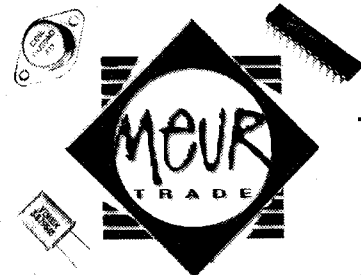


### »MŰSZERVIZ«

Vállalja: elektronikus műszerek és készülékek javítását, karbantartását, kalibrálását, ellenőrzését, vételét és eladását. Rövid határidő, kedvező árak! Iskolák, oktatási intézmények részére további kedvezmények. Karbantartási szerződés köthető!

**Henk Károly**  
okl. villamosmérnök

Tel./fax: 280-2441  
1196 Budapest (Kispest) XIX.,  
Nagysándor J. u. 157.



Szórakoztató elektronikai  
készülékek alkatrészei,  
kiegészítói és tartozékai.

**TÁVIRÁNYÍTÓ CENTRUM**

Csomagküldő szolgálat:

Tel.: 46/401-069, 401-079, 332-666

online vásárlás: [www.meur.hu](http://www.meur.hu)

**T R A F O Kft.**

4400 Nyíregyháza,  
Derkovits u. 132-136.  
Tel./fax: 06-42-422-024

**Híradásipari**

**TRANSZFORMÁTOROK**

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

**1 Segítsen  
% Ön is!**

**Reményi István  
Rádióamatőr  
Alapítvány**

**18226429-1-43**

Az alapítványt támogatja a

**RÁDIÓTECHNIKA**

**Elektronika**

Dr. Fábrián Tibor okl. villamosmérnök

## 10 éve történt

– Az 1993. évi fizikai Nobel-díjat *Russel A. HULSE* (szül. 1950-ben) és *Joseph H. TAYLOR* (szül. 1941-ben) amerikai fizikus a pulzárak új típusának felfedezéséért kapta.

– Március 15. és 31. között a Magyar Műsorszóró Vállalat műholdas rádióműsor-sugárzási kísérleteket végzett. Az Eutelsat II-F3 műholdon keresztül – a Duna TV adásszünetében – a Bartók rádió műsorait közvetítették.

– Május 25-én Taliándörögdön két IN-TELSAT Standard-A típusú földi állomást helyeztek üzembe, melyek az atlanti-, ill. az indiai-óceáni régió távközlési műholdjaival tartanak kapcsolatot.

– Az év elején hazánkban megkezdődött a HBONE (Hungarian Backbone Network), a magyar digitális zártcélú távközlő gerinchálózat kiépítése.

– Európában az év elején megjelentek a hordozható „marok” mobiltelefonok.

– Angliában a BBC kísérleti DAB (Digital Audio Broadcasting) adásokat indított a 12. tv-csatorna frekvenciáján, 223...230 MHz-en.

– Az University of Illinois számítógépes laboratóriumának végzős diákjai a 21 éves *Marc ANDREESSEN* vezetésével kifejlesztették az első grafikus kezelőfelületű web-böngészőt, a Mosaic for X-et. A program alfa-változatát februártól ingyenesen terjesztették.

– A Cambridge Egyetem egyik teakonyhájában – *Quentin STAFFORD-FRASER* ötletét megvalósítva – felszerelték a világ első webkameráját, mely a kávéfőzőben levő kávé mennyiségét mutatta. A kamerát 2001. tavaszán kapcsolták le. Az online kávéfőző percenként alig háromszor frissülő képére egy évtized alatt 2,5 millióan voltak kíváncsiak.

– Decemberben ünnepélyesen megnyitották az egységes szabványú és szolgáltatáskészletű EuroISDN hálózatot. Kb. 50 helyszín összekapcsolásával mutatták be az ISDN-szolgáltatásokat a leendő előfizetőknek.

– *S. NAKAMURA* japán kutató a Nichia Chemical Ind. Ltd.-nél gallium-nitrid kristályból, zaffir alapon nagy fényerejű kék LED-et készített. (Lásd: a 30 éves a LED című írást.) 1995-ben GaN kék fényű lézert is előállított.

– Az Intel piacra dobta a Pentium processzor-család első, 66 MHz-es tagját.

## 25 éve történt

– Az 1978. évi fizikai Nobel-díjat – megosztva – az orosz *Pjotr Leonyidovics*

*KAPICA* fizikus (1894–1984), valamint az amerikai *Arno Allan PENZIAS* asztrofizikus (szül. 1933-ban) és *Robert Woodrow WILSON* csillagász (szül. 1936-ban) kapta. Az előbbi az alacsony hőmérsékletek fizikája területén tett alapvető felfedezésekért, az utóbbiak pedig a mikrohullámú kozmikus háttérsugárzás felfedezéséért.

– Január 20-án ünnepélyesen felavatták hazánk első űrtávközlő földi állomását Taliándörögdön. Az állomás már 1977. november 7-én részt vett a moszkvai ünnepség képeinek továbbításában: 12 m-es Cassegrain antennájával vette az Interszputnyik rendszer műholdjainak adását. A jeleket Taliándörögd – Kab-hegy – Szany – Győr – Gerecsé mikroláncon át juttatták el Budapestre.

– Januárban nyilvánosságra hozták a francia köztársasági elnök szaktanácsadói, *Simon NORA* és *Alain MINC* által készített jelentést, melyben először szerepelt a telekommunikáció és az informatika összevonásából keletkezett *teleinformatika*, röviden *telematika* kifejezés.

– Meghalt *BARTA István Dr.* (szül. 1910-ben) Kossuth-díjas villamosmérnök, akadémikus, a BME tanszékvezető professzora. Kidolgozta és több éven át előadta a rádió-vételtechnika, a távolbalátás, az elektroncsövek, az elektronikus mérések és az impulzusteknika c. tárgyakat. E témákban számtalan szak- és tankönyvet írt. Az Egyesült Izzó kutatólaboratóriumának mérnökeként 1939-ben részt vett az első magyar ikonozkópos képátviteli lánc megépítésében. A Bay-féle holdradar-kísérletekben a coulométer erősítőjét tervezte. Az Orion gyár műszaki igazgatójaként jelentős szerepet játszott a Néprádió megkonstruálásában, a magyar elektronikai műszeripar megteremtésében. Végül, de nem utolsósorban: *Simonyi Károlynak* ő biztosított helyet tanszékén, hogy „nyugodt” körülmények között készülhessen el a *Fizika kultúrtörténete*.

– Áprilisban Japán felbocsátotta a világ első közvetlen műsorszóró műholdját, a BSE-1 Yuri kísérleti műholdat. Október elsején a japán tévétársaság (NHK) Osakában és Tokióban megkezdte a sztereó, ill. két kísérőhangos tv-műsor kísérleti sugárzását.

– Európában forgalomba kerültek – valamivel a futball-világbajnokság előtt – a JVC-Matsushita fejlesztésű VHS (Video Home System) videomagnók National, Panasonic, Technics márkanévvel, SECAM-os változatban is.

– Megjelentek az üzletekben a korai műsoros képlemezek és lejátszók, többek között a Philips Laser Vision, ill. Magnavision lézeres letapogatású, az RCA-NBC Se-

lectavision gyémánttűs letapogatású készülékei. A VLP (Video Long Play) képlemez 12” (közel 305 mm) átmérőjű volt, oldalanként 0,5...1 órás műsort tárolt.

– Májusban sikerült elliptikus pályára állítani az Európai Űrhajózási Ügynökség első kísérleti távközlési műholdját, az OTS-2-t (Orbital Test Satellite), Ezzel hajtották végre a PAL és SECAM norma szerinti európai televíziós adás-vételi, a széles és keskeny sávú digitális jelátviteli kísérleteket, az elsőkközött használva a 14 és a 12 GHz-es sávot. A műhold adóteljesítménye 20 W, a földi adóállomásoké 2 kW volt. A kísérletekben a Posta Kísérleti Intézet is részt vett. Az OTS-2 több mint 13 évig állt a felhasználók rendelkezésére.

– Július 5-én a Magyar Rádió kvadrfon kísérleti adások sugárzását kezdte meg a 3. műsor (a későbbi Bartók rádió) URH adóján.

– Megjelentek a piacon az első mikroszámítógépek: az Apple-II., Commodore PET és a Tandy TRS80; elkészült a tudományos kutatók számára az első szuper-számítógép: a Digital Equipment VAX gépe.

– November 23-án éjjel 1 órakor a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) 1974/75-ös genfi konferenciájának határozata alapján az európai zónában minden középhullámú adóállomás vivőfrekvenciája 1 kHz-cel megváltozott. Az új vivőfrekvenciák kHz-ben:  $f = 522 + n \times 9$ , itt  $n = 1, 2, \dots, 120$ , a csatorna száma. (Például a lakihegyi Kossuth adó frekvenciáját is ekkor állították át 539 kHz-ről 540 kHz-re.)

– Az év folyamán számtalan különböző rendeltetésű műholdat lőtek fel: pl. az Intelsat IVA-F3...IVA-F6 negyedik generációs távközlési műholdakat, a szovjet Gori-zont távközlési műhold-rendszer első tagját, az OSCAR-8 rádióamatőr műholdat. Megkezdtek az US Navy tervei szerint a NAVSTAR GPS rendszer kiépítését: kb. 20 ezer km magasságú pályára állították az első „igazi” GPS műholdat, a Block-I-et. Ezt az év folyamán még három másik követte. A szárazföldi és tengeri járművek helyét ekkor még „csak” kb. 10 m pontossággal tudták meghatározni (*Rádiótechnika 2002/1.*).

– Megjelentek a hazai piacon a modul-rendszerű fekete-fehér tévé-vevők (Orion AT961, Videoton TA5301, TC1612).

– A Qyx cég (USA) piacra dobta az első „hajlékony” mágneslemezeket, a „floppykat”.

## 50 éve történt

– Az 1953. évi fizikai Nobel-díjas *Frits ZERNIKE* (1888–1966) holland fizikus. A

díjat a fáziskontraszt-mikroszkóp feltalálásáért, a fáziskontraszt-eljárások kifejlesztéséért kapta.

– Január 8-án tartotta első önálló adását a győri, január 12-én a pécsi, április 30-án a miskolci, augusztus 7-én a szolnoki rádió-stúdió. Október 15-én megkezdődött a Pétőfi műsorának kísérleti sugárzása 872 kHz-en, a balatonszabadi adóról. A rádióelőfizetők száma ebben az évben haladta meg az 1 milliót.

– Február 1-jén megkezdte működését a Magyar Televízió Vállalat. Az 50 W-os FM hangadóval első ízben szeptember 25-én sugároztak zenés műsort és szöveget. December 15-én sikerült az első mozgóképvitelt megvalósítani. A PKÁ Gyáli úti telephelyén lévő 100 W-os képadó szobaantennával (!) sugározta ki a jeleket. A képet a Jászberényi úton, az Orion gyárban vették. Így december 15. az első magyar televízióadás napja!

– Április 14-én az RCA bemutatta színestévé-kameráját, melyben csak egyetlen, csíkszűrős képfelvevő cső volt (korábban alapszínként egy-egy ortikont használtak). A képfelvevőt Paul WEIMER fejlesztette ki. A komplett kamera kb. 150 kg-ot nyomott!

– Angliában első ízben mutatkozott be a „nagyközönség” előtt a színestévé: a BBC június 2-án színesben közvetítette II. Erzsébet királynő koronázását a Westminster apátságból a londoni Great Ormond Street-i gyermekkórházba.

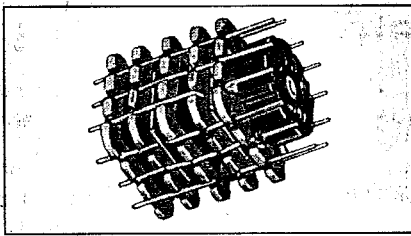
– Augusztus 29-én Nyugat-Berlinben meghalt MIHÁLY Dénes gépészmérnök (szül. 1894-ben), a fényhangos film (Projectophon) és a Telehor mechanikus képbontású, képkötésű tévé feltalálója (Rádiótechnika 1994/7.).

– Eduard SCHÜLLER német villamosmérnök (1904–1976), az AEG-Telefunken munkatársa találmányt nyújtott be a forgófejes ferdesávú (helikális) hang- és képrögzítési eljárásra. Korábban ő tökéletesítette a Pfleumer szabadalma alapján gyártott mágnesszalagot, majd elkészítette az első mágnesszalagos hangrögzítőt, a *Mag-netofont*.

– A Tektronix cég előállította az első modulrendszerű („fiókos”) oszcilloszkópot.

– Jay W. FORRESTER (szül. 1918-ban) amerikai villamosmérnök működőképes ferritgyűrűs memóriát készített. Ezt az amerikai légierő számára fejlesztett első, számjegyes vezérlési szerszámegyenben alkalmazták. (A ferritgyűrűs tárolás ötlete már 1947-ben megszületett.)

– Az Egyesült Államok Szövetségi Hírközlési Bizottsága (FCC) december 17-én elfogadta a Nemzeti Televízió Rendszer Bizottság (NTSC) által kidolgozott színestévé adás-vételi rendszert. Az NTSC az RCA-NBC elektronikus színes rendszerén alapul, 525 soros, 60 félképes, a színsegédvívó frekvenciája 4,43 MHz. A szakmabeliek néha ironikusan Never The Same Color



1. ábra. Nyolc áramköri elemes Tinkertoy (szó szerint: összebarkácsolható játékszer)

(soha nem azonos a szín) kifejezéssel illetik a rendszert...

– Az Egyesült Államok Szabványügyi Hivatala (NBS) közzéteszi a Tinkertoy Project eredményeit: megszületett a mikromodul áramkör „őse” (1. ábra).

A 12,7 × 12,7 × 0,5 mm-es, fogazott és felfekezelt szélű kerámialapokon passzív vastagréteg-elemek találhatók. A lapokat a fogazásba forrasztott huzalok segítségével „tömbösítik”. A tömb tetején lévő foglatba kerül az elektroncső. Így a modul egy komplett áramköri fokozatot testesít meg.

– Elkészült az első nagy teljesítményű szovjet elektronikus digitális számítógép, a BESZM (Büsztrogejszuvjucsaja Elektromnaja Szcsotnaja Masina), melyet Szergej Alekszejevics LEBEGYEV akadémikus (1902–1974) tervezett. A gép másodpercenként 7...8 ezer műveletet végzett, akkoriban Európa leggyorsabb gépei közé számított.

– Az év decemberében a Columbia egyetemen C. H. TOWNES tanítványaival, J. P. GORDON-nal és H. J. ZEIGER-rel elkészíti az ammónium-mézer prototípusát.

– Decemberben meghalt Robert Andrews MILLIKAN amerikai fizikus (szül. 1868). Az 1923. évi fizikai Nobel-díjat az elektron töltésének megméréseért és a fényelektromos jelenségekkel kapcsolatos munkásságáért kapta. Ő nevezte el a világűrben érkező részecskesugárzást *kozmosz sugárzásnak*.

## 75 éve történt

– Az 1928. évi fizikai Nobel-díjat Sir Owen Willans RICHARDSON (1879–1959) angol fizikus kapta a termikus emisszió törvényének felfedezéséért. A törvény ismerete pl. a közvetett fűtésű elektroncsövek fejlesztésekor nélkülözhetetlen volt.

– Budapesten, az Eskü téri – mai Ferenciek tere közelében lévő – egykori Modern Kávéházban január 2-án megalakult a Magyar Rövidhullámú Amatőrök Egyesülete (MRAE). Elnöke Fodor István, alelnöke Kemény István, főtitikára Nekolny Kurt. Az első rádióamatőr vizsgát június 15-én tartották a Posta Kísérleti Állomás Gyáli úti épületében.

– Ebben az évben született John B. GUNN, angol származású amerikai fizikus. 1962-ben az IBM-nél fedezte fel a róla elnevezett jelenséget. A Gunn-effektuson

alapuló dióda p-n átmenet nélküli GaAs vagy InP kristálylapka, melynek mindkét oldalán egy-egy fémelektroda van, s nagy villamos térerősségek esetén GHz...száz GHz-es rezgések előállítására képes.

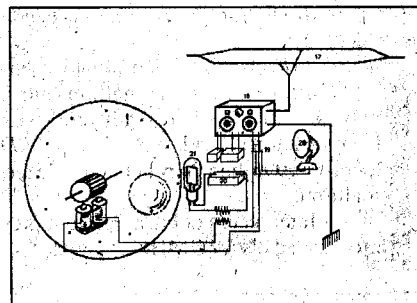
– A Magyar Rádió éves kronológiája címszavakban. *Január 9:* új szünetjeladó indítása. Az acélfésű fogainak óraművel hajtott „tüskérekkel” való pengetésével, indukciós átalakítóval működő jeladót Tomcsányi Béla tervezte, a dallamot Polgár Tibor komponálta. *Január 16:* képtávíró kísérletek Budapest–Bécs között. *Április 1:* a déli harangszó első közvetítése az Egyetem téri templomból. *Április 11:* reggel 7 órakor „Lakihegy-pusztán” beindítják a 20 kW-os Telefunken adót. Az új „magas T-antennás” adó, az 555,5 m hullámhosszon sugározva, április 29-én a déli harangszóval veszi át az adást a régi 3 kW-ostól. Az adót tervezte és a munkálatokat vezette: Magyar Endre. *Október 25:* a Sándor utca 5-7. alatti stúdió ünnepélyes felavatása.

– Az Egyesült Izzó kísérleti műhelyében ISTVÁNFY Edvin (1895–1967) iránításával elkészül az első, katonai követelményeknek megfelelő elektroncsöves adóvevő.

– Február 9-én (londoni idő szerint éjfélkor) John Logie BAIRD elsőként továbbít élő tévé-képet az Atlanti-óceánon át, 45 m-es hullámhosszon. Az adó Baird londoni laboratóriumában volt, a 2 × 3 hüvelykes képeket a New York melletti Hartsdale-ben, az R. M. Hari által üzemeltetett 2K amatőrállomáson vették. Hart munkáját Benjamin Clapp mérnök (a Clapp-oszcillátor feltalálója) segítette. A kb. 3500 mérföldes távolságú kísérlet során Baird és egy női arc körvonalaival átvitele sikerült, de a vételt állítólag egy mexikói RH állomás zavarata...

– Március 28-án Baird elkészíti a videolemez őst: az első képgramofon (phonovision) felvételt *Egy nő cigarettázik* címmel. A 78 fordulatos gramofonlemezen hat percnyi képet sikerült rögzítenie 30 soros felbontással. A képlemez tús gramofon és Baird-féle Nipkow-tárcsás vevő segítségével volt lejátszható. Később elkészült és Londonban forgalomba került néhány híres ember állóképet tároló képlemeze is.

– Április 28-án Budapesten üzembe helyezték a hazai közcélú telefonhálózat



2. ábra. A Mihály-féle 30 soros felbontású Telehor-vevő

első automatikus, 7A1 rendszerű rotary helyi központját, a Krisztina-központot. A magyar távbeszélő hálózat központjai közel négy évtizedig rotary rendszerűek voltak.

– Májusban megkezdte sugárzását – a General Electric támogatásával – USA első kísérleti tv-adója, a Schenectady-beli WGY állomás. A képbontás Nipkow-tárcsával történt. A mechanikai evőket E. F. W. *Alexanderson* osztályvezető mérnök (1878–1975) tervei alapján szintén a GE készítette és forgalmazta (*Rádiótechnika Évkönyve 2000*).

– *Charles Francis JENKINS* (1867–1934) amerikai feltaláló július 2-án kezdte meg mechanikai képbontású tv-jével – cége, a Jenkins Laboratories W3XK hívójelű washingtoni rövidhullámú adóját modulálva – a rendszeres „rádiófilm” (Radiovision) közvetítéseket az USA keleti partja számára.

– Július 6-án Baird bemutatta színestelevízióját. A képbontást és -összeállítást módosított, zöld, kék és vörös színszűrőkkel ellátott Nipkow-tárcsákkal, ill. szűrözött neon- és argonlámpákkal valósította meg. A kép mérete mindössze egy négyzet-hüvelyk (kb. 6,45 cm<sup>2</sup>) volt. A korabeli híradások szerint „egy kosár eper képe látódott igen tisztán”.

– Augusztusban – a Német Birodalmi Posta kiállításán – Mihály Dénes működés közben mutatta be a Telehor továbbfejlesztett változatát (2. ábra). Németország első nyilvános tévébemutatóján sugárzott álló és egyszerű mozgó tárgyak (olló és fogó) képet mintegy 250 ezren látták.

A vízszintes síkban forgó Nipkow-tárcsán 30 darab négyzetletes, kb. 1 mm<sup>2</sup>-es nyílás található. A tárcsát – kézforgatóval felpörgetés után – „ős fogazott szinkronmotor”, ún. fónikus kerék forgatja. A szinkron működés az 50 Hz-es hálózatról gerjesztett kétpólusú elektromágnes és a fónikus kerék réz forgórészébe épített tíz lágyvasrúd révén jött létre.

A számozott elemek: 17 – antenna, 18 – rádióvédő, 19 – átkapcsoló, 20 – hangszóró, 21 – nemesgáz töltetű „fényrelé” (spec., Ne, Ar vagy He töltetű glimmlámpa), 30 – „előfeszítő anódelelep”. A kép bal oldalán a Nipkow-tárcsát forgató szinkronmotor („fónikus kerék”) látható. A tv-képet a tárcsa előtt lévő nagyítólencsén át nézték.

– Képtovábbítási kísérletek kezdődnek a rádióadók adásszünetében: a müncheni és a toulousei adó naponta időjárási térképeket sugároz. A Radio Toulouse éjfélről a rádióműsorban szereplők fotóit is leadja.

– A londoni Olympia csarnokban a szeptember 22...29. között tartott Rádió Kiállításán magánhasználatra árusították Baird „sorozatgyártásban” készült tv-vevőit. A Model-A „hordozható” volt, a B-be már hangszórót, míg a C „szekrénybe” két szupervevőt is beépítettek: egyet a beszéd és zene, egyet pedig a kép vételéhez. A készülékekből kb. 1000 darabot adtak el (3. ábra)!

Az előtétlencsével nagyított kép mérete kb. 38 × 57 mm. Ez, a korabeli leírások szerint, másfél méteres nézőtávolságot tett lehetővé.

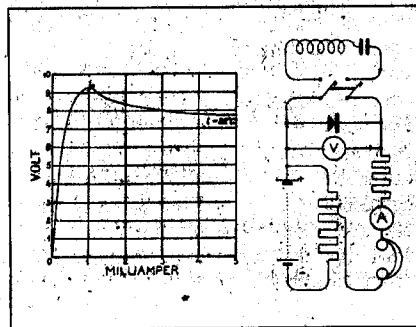


3. ábra. Baird Model-C: Nipkow-tárcsás, neonlámpás tévévevő

– November 12-én nyílt meg távbeszélő forgalmunk Észak-Amerikával. Az átvitel Ausztrián, Németországon és Belgiumon át az angliai Rugby rádióállomás távkábelén történt, Anglia és Észak-Amerika (a New York melletti Rocky Point) között hosszúhullámon jött létre az összeköttetés.

– *Fritz PFLEUMER* (1897–1945) osztrák származású, Drezdában élő mérnök szabadalmat kap a hangrögzítésre alkalmas papíralapú mágnesporos szalagjára. Ezt megelőzően már selyempapírral, cellofánnal, vasporral teltetett fonállal stb. kísérletezett. Szabadalmát az AEG vásárolta meg, és a papírt „strapabróbb” celluloiddal helyettesítették.

– *Pierre E. CHEVALIER*, a párizsi Sarnoff laboratórium munkatársa, szabadalmat kap képbontó csövére, a Kinescope-ra. Szabadalmát – Zworykin párizsi látogatása után – az RCA megvásárolta, így Zworykin szabadon „meríthetett” ebből (is) ötleteket ikonoszópjára realizálásához. Hasonló tör-



4. ábra. A cinkit karakterisztikája és a kristály oszcillátorként való működtetésének kapcsolási vázlatja

tént *Tihanyi Kálmán* fizikus Radioskop szabadalmaival (1928–1929) is.

– Szeptemberben *Philo T. FARNSWORTH* (1906 – 1971) teljesen elektronikus, katódsugárcsöves képbontójú (Image dissector) rendszerével képátviteli bemutatót tart San Franciscoban. Képfelvévőcső szabadalmát – hosszas pereskedés után – az RCA a Zworykin-féle ikonoszópjá használatához megszerezte, így végül 1939-ben az USA-ban is megkezdődhetett az elektronikus televíziózás.

– Németországban kifejlesztik a szelén egyenirányítókat, elkészítik az első közvetett fűtésű elektroncsövet.

– December 3-án hunyt el *Áranygyalfai FARBAKY István* magyar bányamérnök, a selmecebányai bányászati és erdészeti akadémia tanára és igazgatója (szül. 1837-ben), a tökéletesített, közvilágítás táplálására alkalmas ólomakkumulátor társfeltalálója. A Schenek-Farbaky-féle akkumulátorok működtették 1885-től a bécsi operaház, a Burg és az udvari színház világítását.

## 100 éve történt

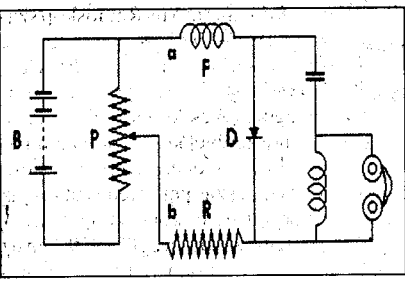
– Az 1903. évi fizikai Nobel-díjat – megosztva – *Antoine Henri BECQUEREL* (1852–1908) valamint munkatársai, *Pierre CURIE* (1859–1906) és *Marie CURIE SKLODOWSKA* (1867–1934) francia fizikusok kapták a természetes radioaktivitás felfedezéséért.

– Ebben az évben született *Oleg Vlagyimirovics LOSZEV* (Lossev, Lossev, Lossjew) orosz feltaláló, rádióamatőr (meghalt 1942-ben). Életéről, végzettségéről kevés hiteles információ található. A tveri rádióállomás amatőrködött, majd 1920-ban a Nizsnijj Novgorod-i állami rádiótechnikai laboratóriumba ment. Az intézet vezetője, *M. A. Boncs-Brujevics* (1888–1940) vette pártfogásába és tanította. A kristálydetektorok vizsgálata során 1922–1923-ban felfedezte, hogy az acéltűs cinkit [(ZnMn)O] detektor U-I karakterisztikájában negatív ellenállású szakasz található (4. ábra).

A dióda anóda acéltű vagy szén/grafit pálcika, katódja pedig a cinkit kristály. A telep két-három láposelemből áll, erre az előfeszültséget szabályozó 800 Ω-os potenciométer csatlakozik. Az árammérővel sorba kapcsolt ellenállás 0,5...1 kΩ-os, a fejhallgató 4 kΩ-os. A kapcsolóval a soros RC-rezgőkört a diódára kell kapcsolni. A rezgőkör elemeit a rezgés frekvenciájának megfelelően kell megválasztani. A dióda tűjének állítgatásával, az előfeszültség fokozatos növelésével elérhető egy olyan állapot, amikor a fejhallgatóban hallhatóvá válik a hangfrekvenciás jel, azaz a cinkit kristály fenn tartja a rezgést. Ez az adott karakterisztika 1 mA-es pontját meghaladva következik be.

Ezt felhasználva nagyfrekvenciás oszcillátort, majd Krisztadin nevű visszacsatolóvevőt készített (5. ábra).

Az elektrolumineszcencia jelenségét 1923-ban fedezte fel (újra) a szilícium-karbid (SiC) kristály vizsgálatakor. (Az amerikai *H. J. Round* 1907-ben már megfigyelte ezt a jelenséget.)



5. ábra. Loszev krisztadinja

– Császár Jenő hadnagy vezetésével St. Pöltenben megalakult a Monarchia hadseregének első rádiótávíró kísérleti osztága.

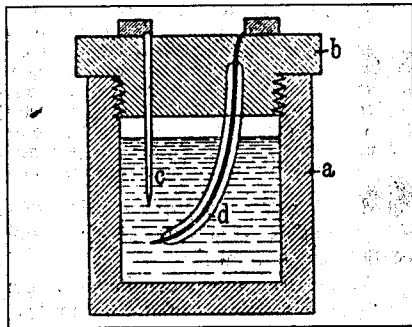
– Meghalt *Jean Maurice Emile BAUDOT* francia távírótechnikus (szül. 1845-ben), az ötértékű távírókód (az ős ASCII), a multiplex üzemi távíró, a Hughes-féle távíróhoz hasonló elvű betűnyomó gyors-távíró feltalálója.

– Európában *Wilhelm SCHLOE-MILCH* (1870–1939), Amerikában *Reginald A. FESSENDEN* (1866–1932) elektrolitikus detektort (liquid baretter) készített az elektromágneses hullámok kimutatására, egyutas egyenirányítására (6. ábra). Az egyenfeszültséggel előfeszített detektor árama a hullámok hatására megnőtt (*Rádió-technika Évkönyve 2000, 2002*).

Az a szigetelő anyagú, *b* fedéllel lezárt edényben hígított kénsav van. Az elektrolitba egy vastagabb platina- (*c*, katód), valamint üvegcsőbe zárt 0,001 mm(!) átmérőjű ún. Wollaston-huzal (*d*, anód) merül. A huzal az üvegcsőből 0,01 mm-re lóg ki. Fessenden hígított salétromsavat vagy nátronlúgot használt, az elektrolit feletti tér nyomását 3 bar-ra növelte.

– *Arthur Rudolph WEHNELT* (1871–1944) német fizikus felfedezte, hogy az alkáli fémek oxidjai – viszonylag alacsony hőmérsékleteken izzítva – sok elektront emittálnak. Elkészítette az ún. W.-katódos (oxidkatódos) dióda prototípusát. Ugyancsak ebben az évben alkotta meg a W.-hengert, mellyel a katódsugárcsőveknél a katódból kilépő elektronsugarakat fókuszálják.

– Egyesítik – az angol Marconi Társasággal szembeni közös fellépés érdeké-



6. ábra. Schloemilch elektrolitikus detektora

ben – Németország két, a szikratávíró területén rivalizáló érdekcsoportját Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H. (Telefunken) néven. Ezt megelőzően a Siemens-Halske érdekeltségű Professor Brauns Telegraphie G.m.b.H., ill. a Siemens-féle Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H. gyártotta a Braun-féle szikratávíró rendszert, míg a Slaby-Arco-féle szikratávíró adó-vevők gyártása az AEG-nél folyt.

– Június 6-án *JUST Alexander* (1872–1937) és *Franjo (Ferenc) HANAMAN* (1878–1941) horvát vegyész „Eljárás wolframból vagy molybdánból elektromos izzólámpákhoz való izzótestek előállítására” című találmányi bejelentést tett. Az 1904. december 13-án nyilvánosságra hozott 34.541 sz. szabadalom a világ első olyan szabadalma, melynek alapján vékony wolfrámszálat lehetett – kémiai eljárással – előállítani. Ennek alapján kezdte meg az Egyesült Izzó 1904-ben a wolfrámszálas izzólámpák tömeggyártását.

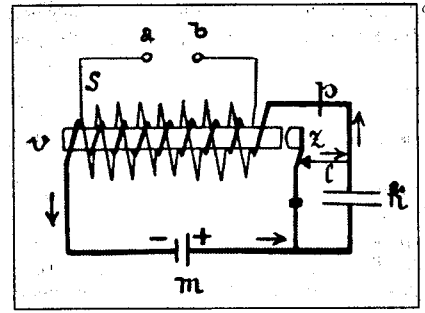
– Berlinben augusztus 4-én ült össze a rádiótávíró nemzetközi szabályainak alapelveit kidolgozó első (előkészítő) rádióértekezlet, melyre Németország, Ausztria, Magyarország, Spanyolország, USA, Nagy-Britannia, Olaszország és Oroszország küldte el képviselőit. Az értekezleten – a tengeri hajók és a szárazföld közötti távirátvitelt illetően – megállapodtak, hogy a „parti állomásoknak minden hajóról jövő vagy hajóra menő táviratot közvetíteniük kell, tekintet nélkül a hajón alkalmazott géprendszerre.” A határozat azonban nem vonatkozott a hajók egymás közötti levelezésére. A megállapodásra csak 1906-ban került sor, ekkor határoztak a hajók vészjelzéséről is.

– A berlini értekezlet ideje alatt a magyar küldöttség (*Follért Károly, Kolosváry Endre és Hollós József*) az államkincstár részére egy Slaby-rendszerű szikraadót és Branly-kohéreses vevőberendezést vásárolt. Ezekkel végezte az első rádiótávíró átviteli kísérleteket *Hollós József és Tolnai Henrik* a csepeli Weiss Manfred gyár és az újpesti Egyesült Villamossági Rt. gyárkérményeire szerelt antennák között.

– December 28-án született *Margittai NEUMANN János Lajos* (John van Neumann) matematikus, vegyészmérnök (meghalt 1957-ben). Legnagyobb eredményeit a számítástechnikában érte el a tárolt programú, ún. Neumann-elvű számítógépek elméletének kidolgozásával és közzétételével (1945). Megalapozta a halmazelméletet, valamint az operációkutatás alapjául szolgáló matematikai játékelméletet. Élete vége felé az automaták általános elméletével foglalkozott. Komoly szerepet töltött be az atomenergia felszabadításával kapcsolatos kutatásokban: az Egyesült Államok Atomenergia Bizottságának tagja volt.

## 200 éve történt

– Ebben az évben született *Christian Johann DOPPLER* osztrák fizikus, máte-



7. ábra. Ruhmkorff-féle szikrainduktor kapcsolása

matikus, csillagász (meghalt 1853-ban). 1842-ben elméleti úton kimutatta, hogy a megfigyelhető képest mozgó fény- vagy hangforrás frekvenciája a mozgás sebességétől függően a megfigyelő számára megváltozik. Az ún. Doppler-effektuson alapuló eszközök és vizsgálati módszerek – a csillagászatól a közlekedésszervezetig – széles körű alkalmazására találtak.

– Január 15-én született *Heinrich Daniel RUHKORFF* német származású, Párizsban élő elektrotechnikus, feltaláló (meghalt 1877-ben). 1851 körül Párizsban építette meg első indukciós készülékét, a róla elnevezett szikrainduktort. Ennek szekunder tekercsében akár 100 kV impulzusfeszültség is indukálódhat. Első, két galván-elemlről táplált elektromágneses szaggató szikrainduktora még csak 8 mm-es szikrákat adott. Az áramszaggatót kondenzátorral áthidalva érte el a kb. 20 cm-es szikrahosszt (7. ábra).

A (*v*) lágyvas huzalból készült magon levő (*p*) primer tekercs vastagabb, az (*s*) szekunder tekercs vékonyabb vonallal van ábrázolva. A (*z*) elektromágneses szaggatót a (*k*) kondenzátor „blokkolja át”.

Legnagyobb induktorainak egyike már 45 cm-es szikrák leadására volt képes; ennek szekunder tekercse 100 km hosszúságú, 0,1 mm-es huzalból készült! Az induktorokat elsőként a nagyfeszültségű kísérletekhez használták, pl. a Geissler-féle gázkülsős csövek, a Jedlik-féle „csöves villamfeszítő”, a röntgencsővek táplálására. De a szikratávíró, sőt a rádió sem születhetett volna meg nélkülük.

– Ebben az évben született *Sir Joseph WHITWORTH* angol gépész, feltaláló, vállalkozó (meghalt 1887-ben). 1851-ben a londoni világkiállításon mutatta be szerzőgépeit és eszközeit: esztergapatot, gyalu-, véső-, fúró-, lyukasztó- és vágógépet, menetvágót és menetmetszőt, mérőhasáb-sorozatokat, tengelyek és furatok átmérőjének ellenőrzésére szolgáló dugós-villás idomszereket stb. Nevét őrzi az ipari forradalom „első világszabványá”: a Whitworth-menet.

## 300 éve történt

– Ebben az évben született *Thomas DALIBARD* francia fizikus, botanikus

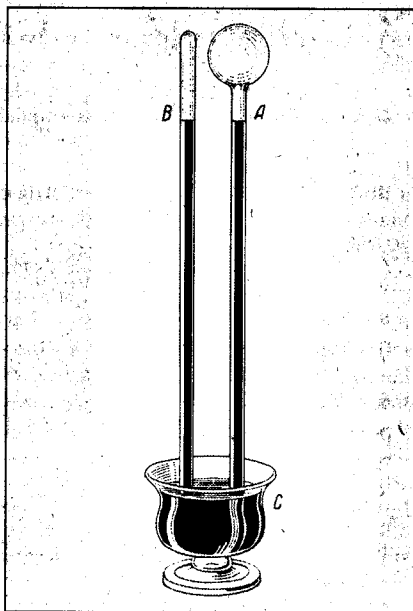
(meghalt: 1779-ben). Elektromosságtannal és folyadékokkal foglalkozott, 1752-ben – kb. egy hónappal megelőzve *Benjamin Franklint* – Párizs közelében villámhárítót épített. Az igazsághoz az is hozzátartozik, hogy Dalibard szinte „első kézből” értesült Franklin kísérleteiről, a villámhárító tervéről. Franklin ugyanis Buffon francia természettudóssal levelezett, aki a leveleket Dalibarddal fordította le.

– Ez év decemberében született *Chester Moor HALL* angol optikus, csillagász (meghalt 1771-ben). 1730 körül két, különböző fénytörő képességű lencséből ún. akromatikus lencsét, majd ezekből akromatikus távcsövet készített, mellyel lényegesen csökkentette a színi hibát, az ún. kromatikus aberrációt.

– Meghalt *Robert HOOKE* angol természettudós (szül. 1635-ban). Feltalálta pl. a mikrométert, a csillagászati szögmérőt, a szirénát; tökéletesítette a távcsövet, a mikroszkópot, a barométert, a hőmérőt, a lég-szivattyút. Nevét legalább a rugalmas alakváltozásra vonatkozó alaptörvény (1675) kapcsán illik ismerni.

– Firenzében meghalt *Vincenzo VIVI-ANI* itáliai tudós, matematikus (szül. 1622-ben), az első barométer elkészítője (8. ábra). *E. Torricellivel* együtt kísérletileg bizonyította a légkör nyomását (1643–44). 1660-ban megmérte a hang terjedési sebességét levegőben, és azt – a tudósok által elfogadott 478 m/s-mal szemben – 350 m/s-nak találta.

A kb. egy méter hosszúságú, csak az egyik végén nyitott, higannyal telt *A* és *B* üvegső nyitott végükkel lefelé egy higanyos tálban (*C*) áll. A csövekben a higanyoszlop mintegy 76 cm magasságig süllyed: azaz a külső légnyomás ekkora magasságú higanyoszlopot tart egyensúlyban.



8. ábra. Viviani barométerei

#### 400 éve történt

– Pestisben meghalt *William GILBERT* angol természettudós (szül. 1544-ben), Erzsébet királynő udvari orvosa, a mágneses és az elektrosztatikus jelenségek első tudatos kutatója. 1600-ban megjelent *De magnete* könyvében leírja, hogy a sztatikus elektromosság és a mágnesség között kapcsolat van. Egyes források szerint ő találta fel az elektroszkópot: ezzel az emberi test elektromos energiáját „detektálta”. Az elsők között terjesztette Kopernikusz tanait a Föld és az égitestek mozgásáról (*Rádió-technika Évkönyve 2000*).

– Párizsban elhunyt *François VIÈTE* francia ügyvéd, matematikus, csillagász (szül. 1540-ben). Életének fő műve, az *In artem analyticam isagoge* (Bevezetés az analízis tudományába) csak jóval halála után jelent meg teljes egészében. Viète az egyenletmegoldási eljárásokat egységesítette, áttekinthető írásmódot, jelölésrendszert vezetett be. Újítása az egyenletek együtthatóinak betűkkel való jelölése volt.

#### 500 éve történt

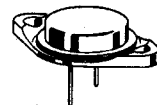
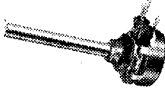
– Ha hinni lehet a feljegyzéseknek, *Michael NOSTRADAMUS* francia asztrológus 1503. december 14-én született (meghalt 1566. július 2-án). Jósolatai ma is népszerűek...

#### Az ábrák forrása:

1. ábra: Electronics, Sept. 1955. p. 80.: Centralab cég hirdetése.
2. ábra: Mihály Dénes: A távolbalátás és készüléke. Technikai újdonságok Könyvtára 7–8. szám. Rada István kiadása. Budapest, 1929.
3. ábra: [http://www.tvhistory.tv/1920s\\_Mechanical\\_TV\\_System.htm](http://www.tvhistory.tv/1920s_Mechanical_TV_System.htm)
4. ábra: Molnár János: A radiotelefon elméleti és gyakorlati ismertetése (Rádió-amateur kézikönyv). Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet. Budapest, 1925. (Második, javított és bővített kiadás.) [Az itt hivatkozott Loszev közlemények a Telegrafija i Telefonija 1923. évi 18. és a Wireless World and Radio Review 1924. évi 271. számában jelentek meg.]
5. ábra: Mende J.: A rezgőkristályokról. Rádióamatőr, 1926. november.
6. ábra: Mende J.: A drótnélküli telegráfia. Dick Manó kiadása. Budapest, 1921.
7. ábra: Ganz Villamossági Közlemények. 22. sz. Budapest, 1895. [Lormint, J. A.: The Alternate Current Transformer. Vol. II. London, 1892. alapján.]
8. ábra: Ju. A. Hramov: Biográfija fiziki. Izd. Tehnika. Kijev, 1983.



Belenézett már a **HAM-BAZÁR** kínálatába?



Megtalálható a **RÁDIÓTECHNIKA** és a **Elektronika** lapokban!



# Sweep üzemmód-vezérlő az EMG Type 1172 (TR-0614) programozható szignálgenerátorhoz

Czirbusz Imre híradásipari üzemmérnök

A rádió- és nagyfrekvenciás méréseket számtalan esetben megkönnyíti egy sweep-generátor, sőt, az sokszor nélkülözhetetlen. Az alábbiakban segíteni szeretnénk azon kedves olvasónak, akinek nincs a birtokában ez az eszköz. Jelen cikk tárgyát képező sweep-generátor elkészítésének tárgyi feltétele, hogy a tisztelt olvasó tulajdonosa legyen egy, a hajdan szebb napokat látott, akkoriban Kelet-Középeurópa legnagyobb és legmodernebb műszer-gyárának számító Elektronikus Mérő-készülékek Gyárában (EMG) készült Type 1172 szignálgenerátornak. Alkalmanként felbukkan egy-egy eladásra szánt példány a Rádiótechnika Apró-hirdetés-rovatában. A híradás- és műszeripar összeomlása után sok gép került „magánkézbe”, tehát nem reménytelen a beszerzése.

A sweep-üzemmód kialakítása nem igényli a generátor alaposabb ismeretét, azonban elkerülhetetlen, hogy az kifogástalan műszaki állapotban legyen. Amennyiben a tisztelt olvasó rendelkezik a generátor *Használati utasítás és mellékletek* című műszaki dokumentációjával, megfelelő műszerparkkal, és úgy érzi, hogy alaposan ismeri a gép működését, kalibrálja azt, mielőtt hozzáfogna az átalakításához! Műszerek és kellő ismeretek híján azonban ezt nem javaslom! Szervizes pályafutásom során sok olyan gép került a kezembe, amelynek a rendbetétele napokat vett igénybe. Elképesztő megoldásokkal találkoztam, amikor is a nagy önbizalommal rendelkező „szakember” rá akarta kényszeríteni elképzeléseit a műszerre, de az nem hagyta magát.

A vezérlőjelek előállítása a készüléken kívül, a gépet kábellel összekötő, saját készítésű egységben – a „Sweep Unit”-ban – történik. Az egységben nincsenek különleges félvezetők és más alkatrészek; gyakorlatilag „hangfrekvencián” működő műveleti erősítőkkel van felépítve. Aki már épített valamilyen elektronikai készüléket, ezt is minden nehézség nélkül elkészítheti. Az üzembe helyezéséhez elegendő egy

oszilloszkóp, egy DVM és egy széles-sávú detektor. Egy házilagos kivitelezésű, 1 GHz határfrekvenciájú detektor e cikk keretén belül ismertetünk.

(A szerkesztő megjegyzése: a cikkben sok angol nyelvű megnevezés szerepel. A kifejezések nagy részének lefordítása körülményes. Az EMG-generátoron, illetve a gépkönyvből származó rajzokon is angol feliratok találhatóak, amelyekre gyakran szükséges hivatkozni. A jól-rosszul lefordítható eredeti kifejezéseket ezért meghagytuk, de az írás végén közlünk egy rövid „szótárat”.)

## A Sweep Unit rendeltetése

Az egység feladata különböző hangolófeszültség előállítása a generátor M8 (lásd később!) egységében található VCO számára. Ez a feszültség lehet egyenfeszültség vagy fűrészfél, az üzemmódnak megfelelően. Az RF-generátor Sweep-generátorként három üzemmódban működhet:

- „S/S”: az előlapi frekvenciabeállító tárcsákkal beállított kezdeti (START) és végfrekvencia (STOP) közti frekvenciatartomány hangolása fűrészfeszültséggel;
- „Δf”: szimmetrikus löket (WIDTH) létrehozása fűrészfeszültséggel az előlapi frekvenciabeállító tárcsával (CENTER) beállított fő frekvencia környezetében;
- „CW”: az előlapi frekvenciabeállító tárcsával (CENTER) a teljes frekvenciatartomány folyamatos, „kézi” hangolása, egyenfeszültséggel.

A generátor rendelkezik belső markerrel, amelynek alapfrekvenciája, 40 MHz és a harmonikusai. Helye a frekvenciaskálán eltolható, 1 MHz-es lépésekkel, a generátor frekvenciabeállító kapcsolójával. Ebből következik, hogy gyakorlatilag 1 MHz-es felbontással minden beállított frekvencia ellenőrizhető. A marker ráültethető a detektált jelre (lovasmarker) vagy két sugaras oszcilloszkóp használata esetén „markerfésű”-ként használható. A marker amplitúdója és szélessége állítható.

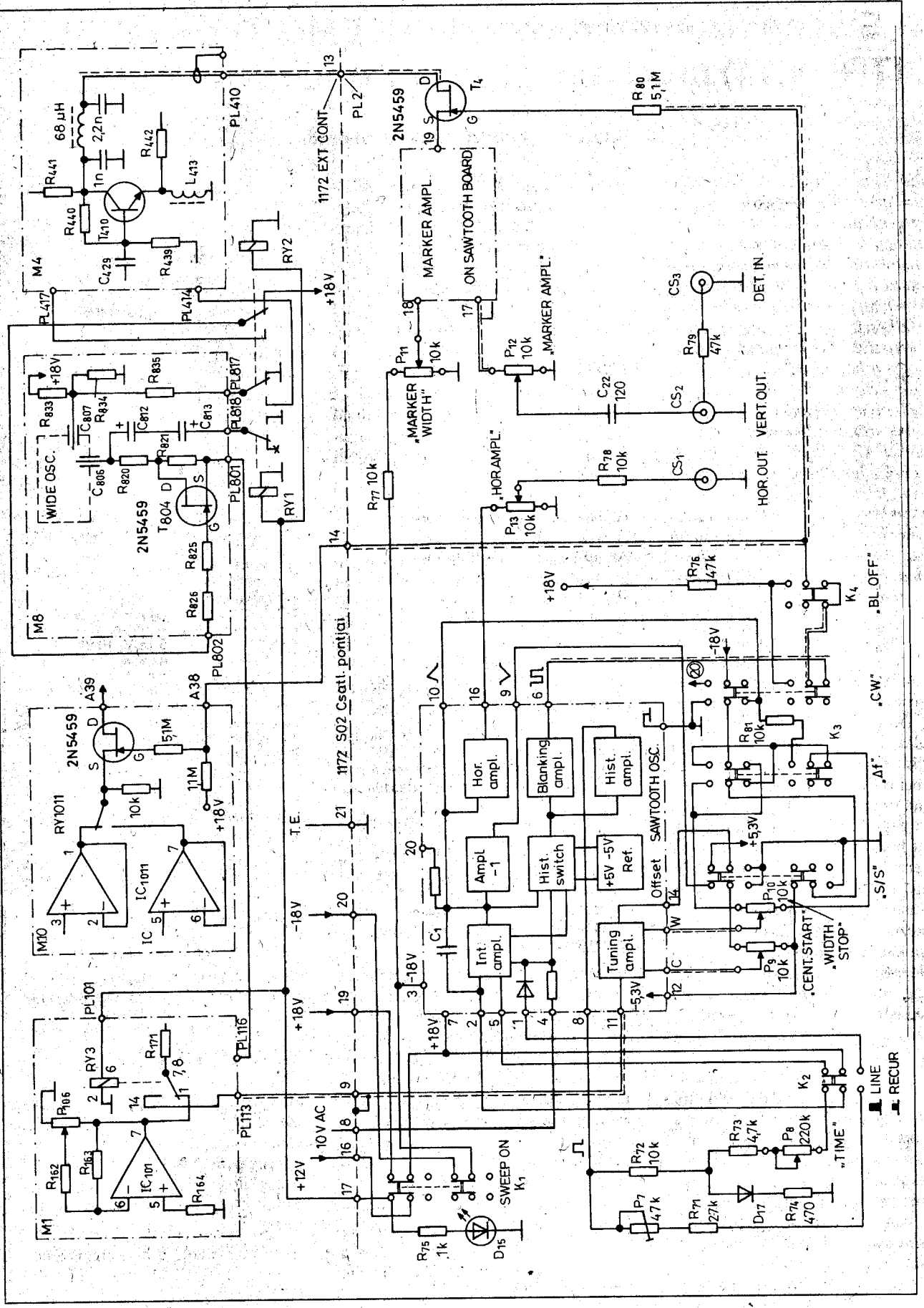
Az oszcilloszkóp vízszintes eltéréstére fűrészfeszültség áll rendelkezés-

re, melynek amplitúdója 0 és 5 V között állítható.

Műszaki adatok sweep üzemmódban	
Frekvenciatartomány	1...520 MHz
Frekvenciapontosság	CW ±10 MHz f <sub>CENTER</sub> ±10 MHz WIDTH ±15 MHz
Kalibráció	20 MHz/osztás
SWEEP WIDTH	max. 520 MHz (±250 MHz)
Üzemmódok	START/STOP („S/S”); „Δf”; „CW”
RF kimenet	mint „Signal” üzemben
SWEEP ismétlődési frekvencia	4...100 ms, folyamatosan állítható; hálózatról szinkronizált 50 Hz
HOR. OUTPUT	0...5 V, 10 kΩ impedancián
MARKER	Belső, 40 MHz, ill. harmonikusai (ez tovább finomítható 1...39 MHz között 1 MHz-es lépésekben, az előlapi FREQUENCY kapcsolókkal)
Pontosság	a Type 1172 határozza meg
Szélesség	folyamatosan állítható kb. 200 kHz és 1 MHz között
Amplitúdó	0...2,5 V
AM-üzemmód	a Type 1172 szerint
Szimultán moduláció	Lehetséges, AM és nagylökétű FM (SWEEP)

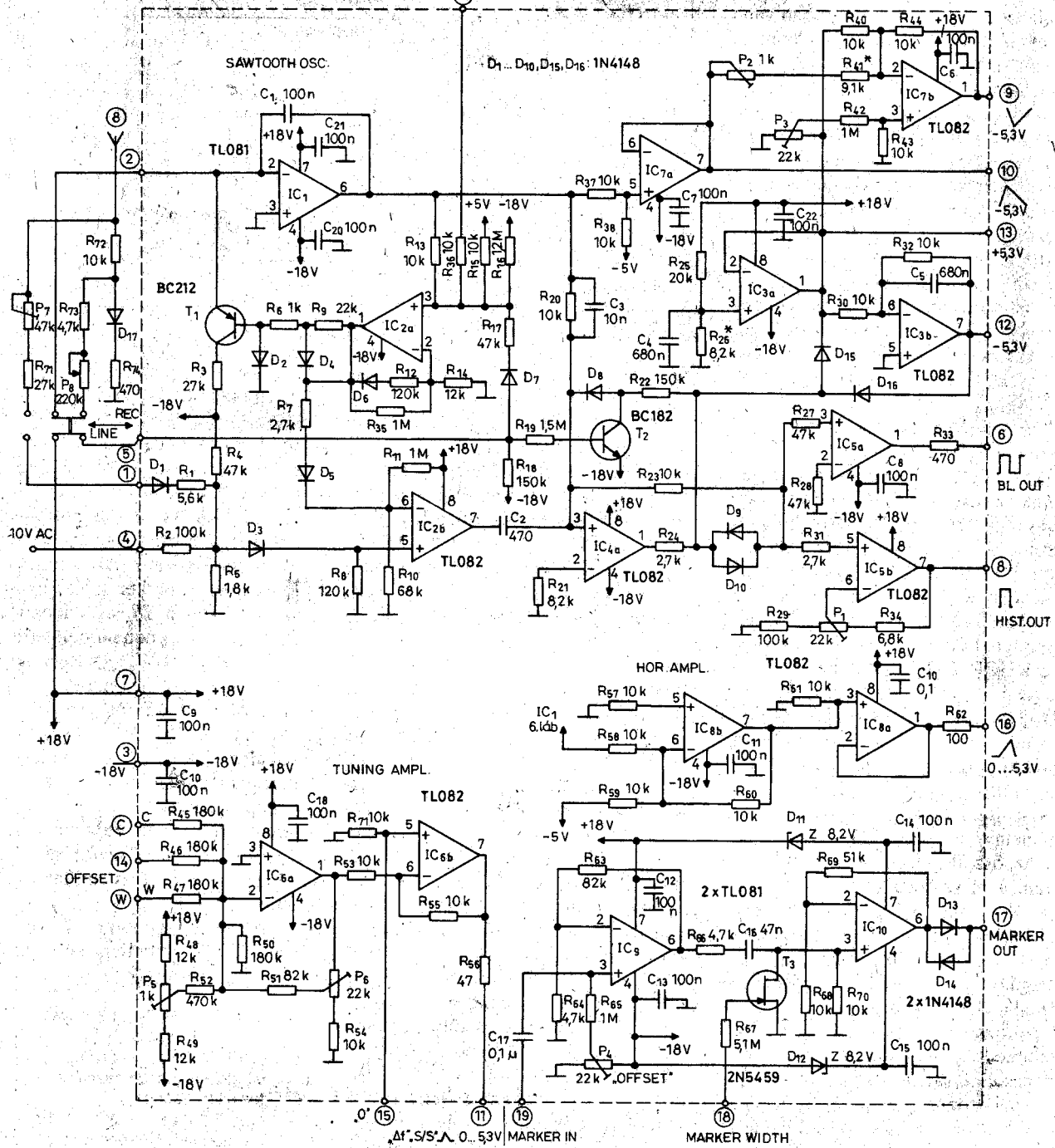
## Működési leírás

A Sweep Unit működését az 1. ábra összefüggési rajza és a 2. ábra a kapcsolási rajza alapján ismertetjük. Az egység nem más, mint egy hiszterézisoszcillátor, amely egy hiszteréziskapcsolót (IC<sub>4a</sub>) és egy invertáló – Miller – integrátort (IC<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>) tartalmaz. Az integrátor jele egy leválasztó, szinteltoló (IC<sub>7</sub>) követőerősítőn keresztül kerül a fűrészgenerátor-kártya kimenetére,



1. ábra

SWEEP STOP



2. ábra

azaz a 10. csatlakozási pontra. A kimenőfeszültség amplitúdója 0...-5,3 V. Az IC<sub>7a</sub> jelét – az invertált fűrészelet – is kivetjük a 9. csatlakozópontra. Erre a jelre az „S/S” üzemmódban van szükség. Az invertált jelet a 9. csatlakozási pontról vezetjük a későbbiekben ismertetésre kerülő kapcsolókra. A hiszterézis-IC kimenőjelét limitálja a

D<sub>15</sub> és a D<sub>16</sub> dióda a referenciafeszültséghez, ezáltal egy kb. 5,9 V amplitúdójú négyszögjel jön létre. Az 5,9 voltos feszültség a referenciafeszültség és a diódák nyitófeszültségének összege.

A D<sub>9</sub> és a D<sub>10</sub> után a feszültség 5,3 V értékre csökken, amely az R<sub>23</sub> ellenálláson át pozitív visszatolással kerül az IC<sub>4a</sub> neminvertáló bemenetére,

az integrátorról az R<sub>20</sub>, C<sub>3</sub> tagon át érkező ellentétes polaritású, lineárisan növekvő jellel együtt. A referenciafeszültséget az IC<sub>3</sub> állítja elő, értéke ±5,9 V. A hiszterézis kapcsoló átbilléne akkor következik be, amikor a fűrészfeszültség pillanatnyi értéke éppen meghaladja a hiszterézis kapcsoló kimenetének D<sub>9</sub>, D<sub>10</sub> tag utáni 5,3 V-os

feszültségét, de fázisban éppen ellenkező irányú. Ugyanis egyik szélső helyzetben az  $R_{23}$  ellenállás  $D_9$ ,  $D_{10}$  felőli vége éppen  $-5,3$  V állásban van. Az ellenálláson folyó áram  $-0,53$  mA. Ugyanakkor az  $R_{20}$  ellenálláson érkező áram tart a  $+0,53$  mA irányába (a fűrészfutó ága). Amint az  $R_{20}$ -on érkező áram meghaladja a  $+0,53$  mA értéket, a hiszterézis kapcsoló kimenete átbillen  $+5,3$  V állapotba. Negatívba futó fűrészeljnél ellenkező irányú a billenés. A hiszterézis kapcsoló kimenőjelét az  $IC_{5b}$  leválasztja a kártya 8-as kimenetéről.

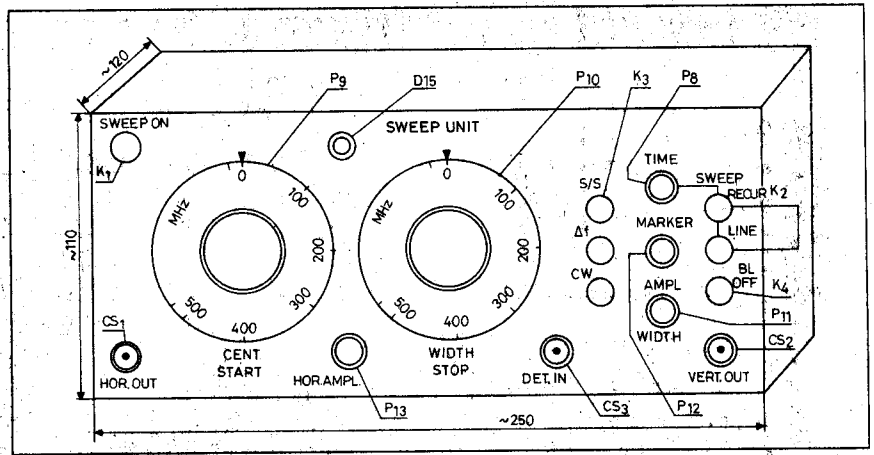
A 8-as pont feszültsége rákerül az integrátor időzítő ellenállás-hálózatára ( $R_{72}$ ,  $R_{73}$ ,  $R_{74}$ ,  $P_8$ ). A sweep-ideőt az integrátorba folyó áram határozza meg. Az áram értékét  $P_8$ -cal, az előlapi SWEEP TIME (fűrészdő) potencióméterrel állíthatjuk be úgy, hogy a fűrészdő  $4...100$  ms között legyen.

Az integráló  $IC_1$  kimenőjelét rávezetjük az  $IC_{8b}$  invertáló bemenetére is. Ezen a fokozaton egyben szinteltolás is létrejön, majd  $IC_{8a}$  követőerősítő kimenetéről a 16. csatlakozóponton át az előlapi HOR. AMPL. potencióméterre ( $P_{13}$ ) kerül a jel. Az eltérítő feszültség nagysága  $0$  és  $5,3$  V között szabályozható a HOR. OUT. csatlakozón.

Az  $IC_{5a}$  állítja elő az ún. BLANKING (kioltójelet) abból a célból, hogy a generátorban a fűrés visszafutása alatt a kimeneti (nagyfrekvenciás) jel le legyen tiltva. Ez azért szükséges, mert a visszafutás sebessége nem azonos a pillanatnyi fűrészeljével, így zavarólag hat az oszcilloszkópon megjelenített ábrán. A visszafutás gyorsítását a  $D_{17}$  és az  $R_{74}$  végzi. A  $D_{17}$  kinyit a hiszterézis kapcsoló pozitívba billenése esetén, ekkor a  $470$  ohmos  $R_{74}$  söntöli az integrátor  $R_{73}$ ,  $P_8$  tagját, meggyorsítja ezáltal a visszafutást.

Hálózatról szinkronizált, indított üzemmódban a kártya 5-ös pontjáról lekapcsoljuk a  $+18$  V-ot, ezzel lezár a  $T_2$  tranzisztor és kinyit a  $D_8$  dióda. Ezzel a hiszterézis kapcsoló átbillenési feszültségét  $-5,3$  V-ról kb.  $-6$  V-ra módosítja. A  $+18$  V lekapcsolásával egyidejűleg aktivizálódik az  $IC_{2a}$ , és amikor a negatívba futó fűrés eléri a  $-5,3$  V-ot,  $T_1$  bekapcsol és az integráló kimenetét  $-5,3$  V-nál megfogja. Mivel a fűrés negatívba futó amplitúdója nem éri el a  $-6$  V-ot, a hiszterézis módosított billenési szintjét, leáll az ismétlődő sweep.

A hiszterézis kapcsolót egy negatív impulzussal tudjuk átbillenteni, amit az



3. ábra

$IC_{2b}$  állít elő a hálózati transzformátorról érkező jelből. Az integrátor  $20$  ms ( $1/50$  Hz) körüli billenési idejét  $P_7$ -tel állíthatjuk be.

Nyomatástechnológiai és takarékossági megfontolásokból a SAWTOOTH BOARD-ra került a TUNING AMPLIFIER és a MARKER AMPLIFIER. A TUNING AMPL. feladata a kapcsolóegységről érkező jelek összegzése, és a hangolófeszültség előállítás a generátor számára. A TUNING AMPL.-nak három bemenete van. A  $C$  bemenetre érkezik az előlapi CENTER ( $P_9$ ) potencióméter feszültsége, amely „S/S” üzemmódban fűrés, „ $\Delta f$ ” és „CW”-ben egyenfeszültség ( $0...5,3$  V). A  $W$  bemenetre „S/S” és „ $\Delta f$ ” üzemmódban fűrészfeszültség kerül, „CW” üzemmódban hatástalan. Az OFFSET bemenet „CW” és „ $\Delta f$ ” üzemmódban  $0$ -ra kerül, „S/S” üzemmódban  $+5,3$  V-ra.

Az előbb felsorolt feszültségek az  $IC_{6a}$  invertáló után az  $IC_{6b}$  leválasztóerősítőt átjutnak a 11-es kimeneti pontra. Az itt megjelenő jel kerül az egység 9-es csatlakozási pontjára, majd az összekötőkábelben keresztül a generátor M1-es egységébe. A  $P_5$  potencióméterrel a kimeneti „0” frekvenciát, a  $P_6$ -tal az  $520$  MHz-es végértéket lehet beállítani „CW” üzemmódban. Ez nem más, mint a már említett  $0...5,3$  V hangolófeszültség-tartomány által meghatározott frekvenciatartomány.  $1$  V hangolófeszültség-változáshoz  $100$  MHz kimeneti frekvenciaváltozás tartozik. Erőtelésebben a Type 1172 ismeretések kerül sor.

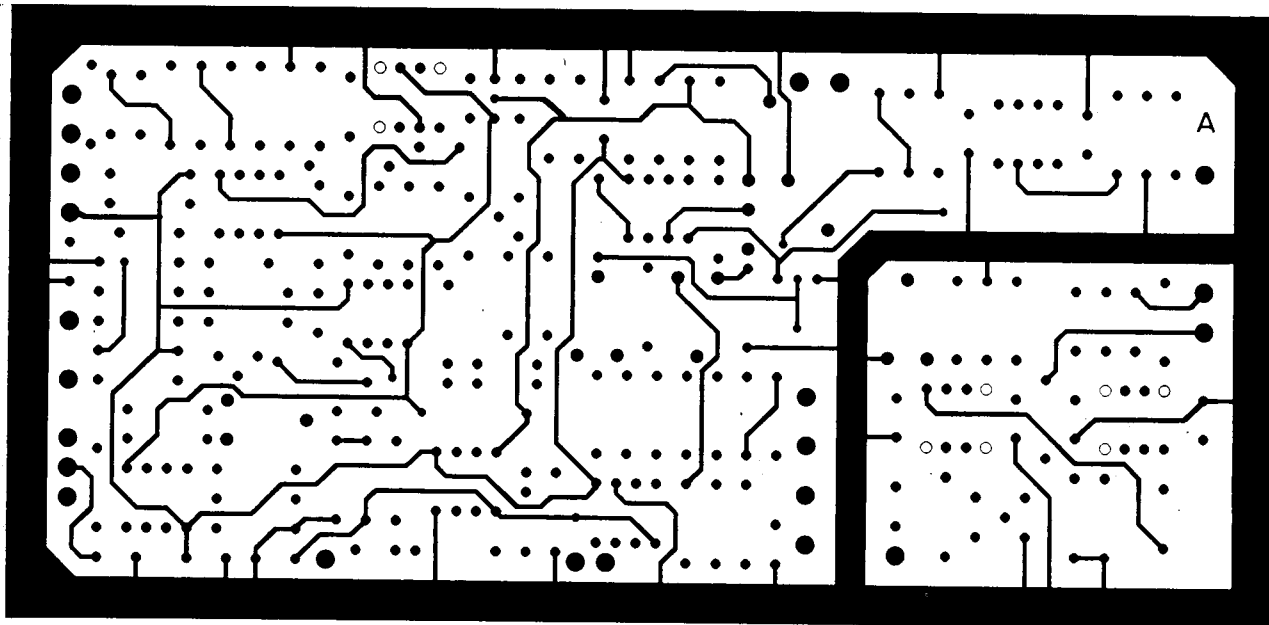
A MARKER AMPLIFIER feladata a generátor M4-es egységéről a 13. ponton át érkező  $40$  MHz-es jelnek és harmonikusainak a generátor kimeneti jelével közvetett úton kevert jel erősí-

tése kb.  $5$  V-os szintre (lásd: 1. ábra). Az erősítő két fokozatból áll. Az első fokozat ( $IC_9$ ) kb.  $20$  dB-t erősít. A második fokozat ( $IC_{10}$ ) egy határoló erősítő, tápfeszültségig (kb.  $\pm 8$  V-ig) kivezérelve. Erre azért van szükség, hogy a markerjelek azonos amplitúdóval jelenjenek meg az IC kimenetén.

A két fokozat között egy felülvágó RC-taggal a marker szélességét lehet szabályozni, a 18. csatlakozóponton keresztül, a  $P_{11}$  potencióméterrel. Erre a kislökötű vizsgálatoknál van szükség azért, hogy a széles marker ne hasson zavarólag. A kimeneten antiparalel diódapár ( $D_{13}$ ,  $D_{14}$ ) „eszi meg” az alaponvonalon keletkező zajfeszültséget. A marker amplitúdója szabályozható. Ennek a kismintű vizsgálatoknál van jelentősége. Az erősítő bemenete előtti  $T_3$  JFET a fűrés visszafutásakor letiltja a bemenőjelet, a már említett okok miatt.

A Sweep Unit kezelőszerveit és csatlakozóit az előlapi ábra (3. ábra) alapján ismertetjük:

- SWEEP ON ( $K_1$ ) az egységet helyezi tápfeszültség alá.
- HOR. OUT. ( $CS_1$ ) erről a csatlakozóról vihetjük a jelet az oszcilloszkóp vízszintes eltérítéséhez.
- CENT. START. ( $P_9$ ) „CW” üzemmódban a kimeneti „S/S”-ben a kezdő „ $\Delta f$ ” módban az  $f_0$  frekvenciák beállítására szolgáló potencióméter.
- HOR. AMPL. ( $P_{13}$ ) a horizontális eltérítés nagyságát szabályozó potencióméter.
- WIDTH/STOP ( $P_{10}$ ) „S/S” üzemmódban a vég, „ $\Delta f$ ”-ben a lökőfrekvencia beállítására alkalmazott potencióméter.
- DET. IN ( $CS_3$ ) a detektált jelet vezetjük be, annak érdekében, hogy a markerjelet ráültethessük (lovasmarker).
- „S/S”, „ $\Delta f$ ”, „CW” ( $K_3$ ) üzemmód-kiválasztó kapcsoló.



4. ábra

- TIME (P<sub>8</sub>) a sweep idő (frekvencia) folyamatos állítására szolgáló potenciométer.
- MARKER AMPL. (P<sub>12</sub>) a detektált jelre ültetett marker amplitúdóját szabályozza.
- MARKER WIDTH (P<sub>11</sub>) a marker szélességét szabályzó potenciométer.
- SWEEP/LINE (K<sub>2</sub>) a SWEEP TIME-mal változtatható és a hálózatról szinkronizált sweep kiválasztására szolgáló kapcsoló.
- BL. OFF (K<sub>4</sub>) a sweep visszafutást kapcsolja ki.
- VERT OUT (Cs<sub>2</sub>) a detektált jelre ültetett markerrel ellátott jelet vezetjük ki a vertikális eltérítés számára.

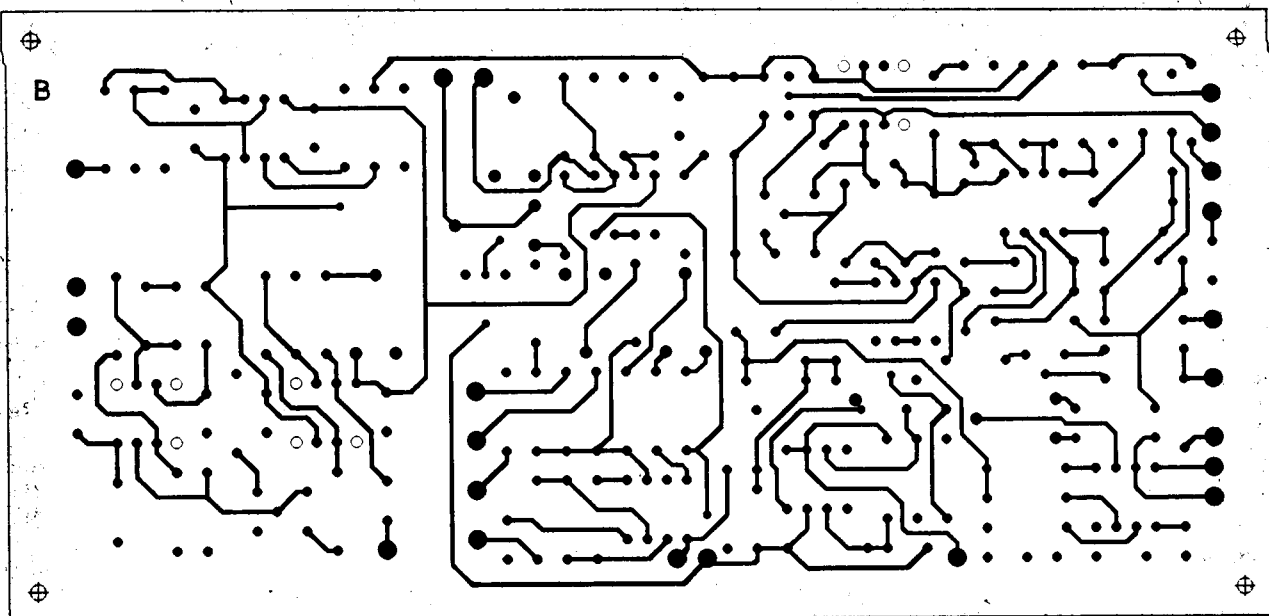
### A Sweep Unit elkészítése

A készülék elkészítéséhez irányelveket fogok közölni, és a kivitelező lehetőségeire – anyagi és technikai – bízom a megoldást.

A nyák kétoldalas, ezért az alkatrészek beültetése közben a két oldal közötti átkötést is biztosító lábaknál nagyon gondosan végezzük el a forrasztásokat! Ez érvényes azokra az átkötő huzalokra, ahol nincs alkatrészláb; így a kártya bemérésénél sok bosszúságtól szabadulhatunk meg. Szintén meg-

könnyíti a bemérést, ha a félvezetőket foglalatba helyezzük. Pár forintos kiadást jelent, ha foglalatot vagy foglalat-sort vásárolunk.

A nyák terve és az alkatrészek beültetése a 4-6. ábrán látható. A számozott és a betűjeles csatlakozópontokat célszerű forrűlekkal vagy forrcsúcsokkal megoldani. A kereskedelemben számtalan erre alkalmas, nyákba ültethető típus kapható. Az alkatrészek furatait 0,8 mm-es csigafúróval készítjük el, kivételt a forrűlek furatai képeznek.



5. ábra

A nyák fóliarajzolatának elkészítéséről szándékosan nem tettem említést. Évek folyamán az évkönyvekben, a Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában is számtalan, ezzel kapcsolatos cikk, ill. cikksorozat látott napvilágot. Saját „kütyüimhez” ún. fusi-nyákra építem fel az áramköröket. Természetesen a profi megoldást a furatgalvanizációs nyák legyártatása jelenti. Vállalkozó van garmadával.

Az **7. ábrán** a „ragasztásos” technikával készülő nyák alapábráit láthatjuk, amatőr kivitelezésben. Az alapelemekből csak egyet-egyét, ill. az ismétlődő mintázatokból csupán részleteket tüntettünk fel a rajzon, de nyilvánvaló, hogy minél több azonos felületemet vagy felületem-rendszert érdemes a panelon kialakítani. Sajnos, elkészítéséhez elengedhetetlen a fotóeljárásos technológia.

A 0,8 v. 1 mm vastagságú fóliázott alaplemezt lefotóztott, majd maratott ábrákat lemezvágó ollóval (mert a normál olló „utálja”) kivágjuk, és a gondosan megtisztított telefóliás nyákra az előre megtervezett helyre ciánakrilátos

pillanatragasztóval felragasztjuk. Hibridáramköröknél, ahol van IC, tranzisztor, nagyfrekvencia (helyben a föld), praktikus az alkalmazása. A szigeteken belüli, ill. a szigetek közötti összekötésre rövid szigeteletlen, vagy hosszabb szigetelt, merev rézhuzalokat használjunk!

A generátor átalakításánál alkalmazhatjuk a beépítésre kerülő új alkatrészekhez, pl. DIL-tokos jelfogókhoz. Forrlécként is beválik, ha levágunk egy csíkot a nagy, négyzetes, kör alakú forrszemeket tartalmazó ábrából. Akár külön forrpontként is használhatjuk az ábrából kivágott kis négyzeteket.

### *Mechanikai konstrukció*

A nyák elkészítése után a készülék mechanikai kialakítása következik. Itt megint irányelveket javaslok, természetesen ahol nem tanácsos eltérni a leírt megoldástól, ott felhívom a kivitelező figyelmét.

Első számú nagy problémát a készülék doboza jelenti. Ha a pénztárca megengedi a vásárolt doboz alkalma-

zását, ajánlatos acéllemezből készült fémdobozt venni a mágneses árnyékolás érdekében. Ennek szükségét a későbbiekben fogom ismertetni. Ha magunk készítjük el a dobozt, egy lehetséges megoldásnak ajánlom az egymásba fordított, két U-alakú darabból álló konstrukciót, persze a szükséges merevítő- és rögzítőelemekkel felszerelve. A mechanikai stabilitás érdekében legalább 1 mm-es lemezt használjunk! (Az egység befoglaló méretei a 3. ábra szerinti, a belső elrendezést a **8. ábra** mutatja.) A felső palástot készítsük pár milliméterrel nagyobbra! A felső palást rögzítését négy derékszögben hajlított, szegecselhető anyás lemezzel oldhatjuk meg. Az alsó palástba 4 db gumi műszerlábat rakjunk!

A kellő pontossággal kialakított palástok megmunkálása után készítsük el a mechanikai szerelvények furatait! A nyákmez felerősítését térközcsovekkel oldhatjuk meg. Erre igen jól megfelelnek egy selejtezésre szánt forgó fokozatkapcsoló, népiesen yaxley távtartói. Az egységet a generátorral összekötő kábelt egy „pihentető” kapcsolé-

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

## ÉVKÖNYVEINK

közül a szerkesztőségben még megvásárolhatók a '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01 és 2002-es kötetek, illetve azokat postán is elküldjük kedves megrendelőinknek.

Régebbi

# RÁDIÓTECHNIKA

**Hobby Elektronika** lappéldányok,

illetve a HE '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, 2001 és 2002-es számainak nyák-filmjei is beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

Címünk:

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.  
Személyesen hétköznap 9-14 óra között.  
Postacím: RT vagy HE szerkesztősége  
1374 Budapest, Pf. 603.

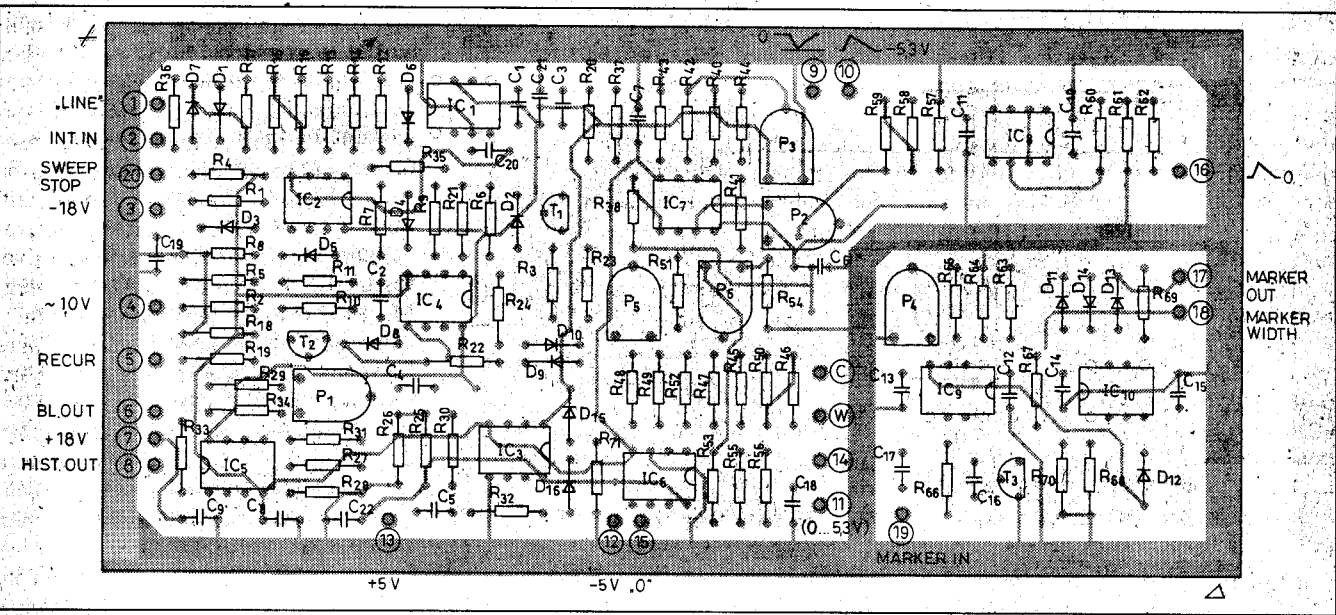
E-mail: [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)

Utazás előtt érdemes telefonon érdeklődni:

☎ 239-4932, 239-4933!

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

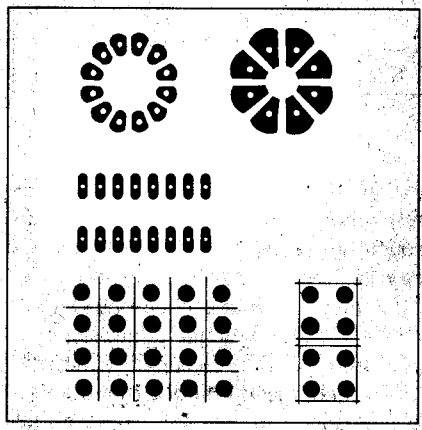




6. ábra

cen keresztül vezetjük, abból a megfontolásból, hogy mechanikus behatásoktól megvédjük, továbbá egy számozott közbülső „huzalrendező” megkönnyíti, áttekinthetőbbé teszi a huzalozást. (A 8. ábrán a fent említett, pontszeres nyákból kivágott darabot lát-hatjuk ebben a szerepkörben.)

Az előlap szerelvényeinek felerősítő furatait nem méreteztem bele, mert a nyomókapcsolók helyett alkalmazhatunk hagyományos fokozatkapcsolókat (yaxley-eket) is. A két változatról a 9. ábra ad felvilágosítást. Az összekötő kábel részére készítsünk furatot, az alsó palást hátsó, bal oldali sarkába!



7. ábra

Ajánlatos gumi törésgátló alkalmazása.

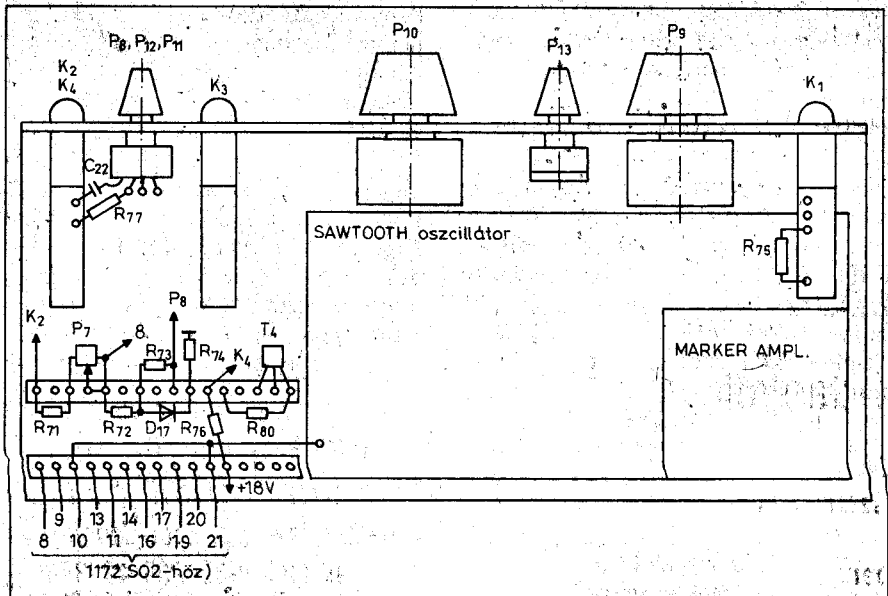
A fúrás-faragás után az egység külső megjelenítése a következő feladat. Ebben az esetben is számtalan megoldás kínálkozik. Először is el kell dönteni, hogy milyen feliratozást választunk.

Önálló címkék esetén a palástokat fessük le akrilfestékkel és erre csavarozzuk vagy ragasszuk fel azokat! Fóliázott lemezből is elkészíthetjük az előlapot.

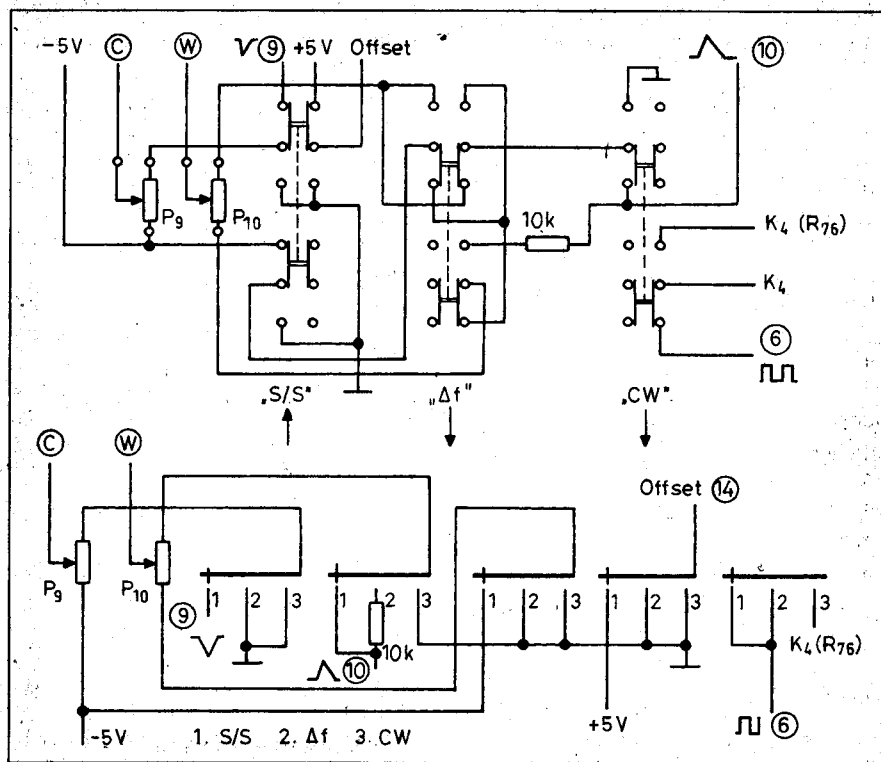
Az előlap kialakítására két megoldást ismertetek. Az egyik „macerás”, de elegáns, a másik egyszerű, de kevésbé mutatós. Az első megoldás esetén 1 mm-es alumíniumlemezről kivágjuk a megfelelő méretű díselőlapot, kifúrjuk az előlapi szerelvények furatait. Közepesen durva csiszolópapírral hosszirányban „felszálkásítjuk” a lemezt, majd forró triszó oldatban „kifőzzük”. Veszélyes művelet! Gondosan, desztillált vízzel leöblítjük, majd szárítjuk. A művelet közben javasolt védőkesztyű használata!

A feliratokat Letraset (Alfaset) betűkkel felragasztjuk. Nagy figyelmet kívánó művelet. A felragasztott betűket szintelen lakkal egy rétegben lefújuk, hogy a betűk el ne „szálljanak”. A megszáradt lakkra átlátszó, öntapadós fóliát ragasztunk. Vigyázzunk, hogy ne képződjön légzárvány a fólia alatt! A fólia beszerezhető a dekorációs boltokban.

A másik megoldás a kényelmes emberek címkéje, amikor is „öcsi”-címké-



8. ábra



9. ábra

ket ragasztunk a megfelelő helyekre. Jól rajzoló printerrel megírjuk a szöveget, nagy szóközzel annak érdekében, hogy kényelmesen ki tudjuk vágni. Ízlésünknek megfelelő betűnagyságot és -formát választhatunk. A kivágott címke hátsó felére kétoldalas öntapadás, kissé szélesebb fóliát ragasztunk. A címke szöveges oldalára átlátszó egyoldalas fóliát vigyünk fel, ami szélesebb a címkénél. A fóliákat a kontúrok mentén vágjuk körbe! A kétoldalas fóliáról távolítsuk el a védőfóliát és gondosan ragasszuk fel a díszelőlapra.

Az előlapot, lefújhatjuk szintelen lakkal, a hathatósabb védelem érdekében. Természetesen az előlapot is legyártathatjuk. A legegyszerűbb megoldás is tíz-húsz ezer forintba kerül.

Az előlap elkészülte után megkezdhetjük az elektromechanikai alkatrészek felszerelését. A csavaranyák, alátétek és a BNC-csatlakozók alól távolítsuk el a festéket vagy a fóliát, azaz legyen fémtiszta! A BNC-anyák alá tegyünk forrűleket az árnyékolt kábelek harisnyájának forrasztására! A csatlók, potméterek felerősítésekor tanácsos körmös alátét használata, vagy ennek hiányában a festékekkel történő rögzítés.

A mechanikai alkatrészek között kell megemlíteni a frekvenciabeállító

tárcsát. A frekvenciatárcsás megoldás feltételezi a gépi megmunkálás lehetőségét: nevezetesen asztali fúrógépet és egy körkivágót. Minél nagyobb a tárcsa, annál kényelmesebben állíthatjuk be a kívánt frekvenciát. A tárcsa anyagául min. 1,5 mm-es kemény alumíniumlemez javaslok a könnyű megmunkálhatóság és a mechanikai stabilitás érdekében. A tárcsa középső furata  $\varnothing 6$  mm-es legyen, a potméter tengelyével azonos átmérőjű.

A tárcsát a már ismertetett módon készítsük ki. A frekvenciák helyét 0,5 mm-es alkoholos filctollal jelöljük be (skálaosztás), a számokat Alfaset-betűkkel rakjuk fel! Minden esetben védjük le a feliratokat! A forgatógomb átmérője legalább 25 mm legyen. A forgatógombot a következőképpen erősítjük fel a tárcsára: a forgatógomb furatába toljunk be egy  $\varnothing 6$  mm-es tengelyt, amit előzőleg gépzsírral vékonyan bekenünk. Kétkomponensű ragasztóval töltjük ki csordultig a forgatógomb hátsó üregeit. A tárcsának az a felületét, amelyik a gomb alá kerül, érdesítjük fel, vékonyan kenjük be ragasztóval, és húzzuk a tengelyre, majd nyomjuk össze. Mielőtt a ragasztó megkötne, töröljük le a gomb alól kifolyt felesleget! Ha megkötött a ragasztó, a beszírozott tengely könnyedén kihúzható. A

biztosabb rögzítés érdekében két vagy három süllyesített fejű csavarral rögzíthetjük a tárcsát a forgatógombhoz.

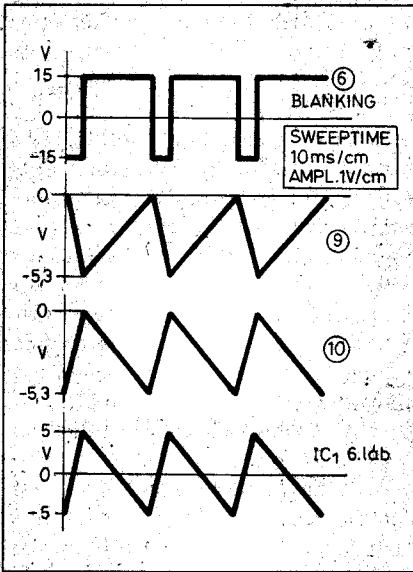
Mutatónak a legegyszerűbb megoldásként ún. kakast készítsünk! Egy kb. 6 mm szélességű lemezcsíkot hajlítunk Z-alakúra. Az egyik végénél fúrunk  $\varnothing 3,5$  mm-es furatot, a másikat vágjuk, majd reszeljük ék alakúra és fessük be pirosra! A kész mutatókat M3-as csavarral rögzítjük a frekvenciatárcsák fölé! A mutatókat a tárcsák helyének ismerete alapján készítsük el, mert a mutatók magasságát a tárcsáknak az előlaptól való távolsága határozza meg.

Lehetséges egyéb megoldás is. Igen elegáns, szereléstechnikailag egyszerű, de annál költségesebb a 10 k $\Omega$ -os helipot és finomállító gomb – „mikrodial” – alkalmazása. (A szerkesztő megjegyzése: a HAM-bazárban igen elegáns változatok kaphatók, 10 fordulatú helipotokhoz. Sajnos, a frekvenciaváltás nem egyenesen arányos a potméter tengelyének szögelfordulásával, ezért a finomállító gombhoz korrekációs táblázatot kell készíteni.)

Az egységet a készülékkel összekötő kábel csatlakozójának beszerzése nehézségekbe ütközhet. Ezért javaslom az ún. 0,1”-os tűkesor beszerzését (szintén kapható a HAM-bazárban). A derékszögű a célszerű, mert be tudjuk forrasztani az e célra készített nyákba. Erre a nyákra forrasztjuk az összekötő huzalokat is.

### Az egység huzalozása

A huzalozást értelemszerűen akkor érdemes elkezdni, ha minden mechanikai alkatrész a helyére került. A bekötést megkönnyíti a többberű, színes huzalok használata. Árnyékolt vezetékét használjunk a frekvenciahangoló potméterek és a kártya C és W pontja, továbbá a potméterek és az üzemmódkapcsoló közé! Az egypont-földelés érdekében a kártya keretére forrasztunk az árnyékolásokat! A keretet kössük egy vastag, többberű huzallal az összekötő kábel földvezetékéhez. Az árnyékoló kábelek árnyékolását a kapocsleccen közönségtük. A markererősítő ki-bemeneténél árnyékolt kábelt használjunk! Az összekötőkábelben a hangolófeszültségét, a markerjelet, és a 10 V-os hálózati szinkronjelet szintén árnyékoltan vezessük! A hátsó csatlakozó bekötésében változtatott a gyártó: megszüntette a tápfeszültségek kiveze-



10. ábra

tését. Ezt vegyük figyelembe a kábel kialakításánál, valamint a csatlakozó bekötésénél! A kapcsolási rajzon a 1172/B-s változat látható. Az összekötő kábel hasznos hossza (az anyagéptől a SWEEP UNIT-ig) min. 45 cm legyen. A kész kábelt húzzuk műanyag csőbe! A bekötésnél igyekezzünk rövid huzalszakaszokkal operálni, hiszen az álmoskönyv szerint sem tesz jót egy elektronikai szerkezetnek, ha a huzalok hosszan egymás mellett haladnak! A bekötésnél tartsuk be az általános szabályokat: ne égessük át az árnyékolást, a lehetőleg röviden csupasítsuk le a huzalvégeket „bajusz” nélkül, ónozzunk elő minden forrasztandó felületet stb!

### A Sweep Unit bemérése

Mint azt a bevezetőben említettük, az egységnek 0...-5,3 V közötti feszültséget kell szolgáltatnia a generátor VCO-ja számára. A generátor frekvenciatartományá 1...520 MHz. Ez azt jelenti, hogy 1 MHz frekvencia áthangolásához kb. 10 mV-os feszültség szükséges. A hangolófeszültség az „S/S” és az „f” üzemmódokban fűrészes, „CW”-ben egyenfeszültség.

Példának okáért legyen a kívánt frekvenciatartomány 200...300 MHz. Az „S/S” üzemmódban ehhez 1 V hangolófeszültség tartozik, amely kezd 2 V-nál (START) és befejeződik 3 V-nál (STOP). A  $\Delta f$ -nél maradva az előbbi példánál beállítjuk a közepes frekvenciát (CENT), majd a 100 MHz löketet (WIDTH). Ez feszültségre átszá-

lítva:  $U_{CENT} = 2,5$  V egyenfeszültség, amire rálüjtjük a  $\pm 500$  mV-os, azaz 1 V-os fűrészt. „CW”-ben egyenfeszültséggel hangolunk, a fenti példánál maradva 2 és 3 V között. Ezt azért tartottam fontosnak elismételni, mert remélem, hogy segítséget nyújt a bemérésnél.

A beméréshez szükséges  $\pm 18$  V-os egyenfeszültség és kb. 10 V-os váltófeszültség. A bemérés előtt „csengessük ki” a bekötést (azaz szakadásvizsgálóval teszteljük végig a kábelt)! Dedós módszernek tűnik, de sok bosszúságból menekülünk meg. A tápfeszültség rákapcsolása előtt ellenőrizzük, hogy nincs-e földzárlat! A feszültségek ellenőrzését a félvezetők nélküli nyákon kezdjük. A kivitelező szakmai tapasztalatában bízva nem közlök értékeket, mert ezeket kis fejlesztés után közelítőleg meg lehet állapítani. Természetesen a dinamikus működésről diagramok fognak tájékoztatni. Helyezzük foglalatba a félvezetőket, kivéve T<sub>1</sub>-et és a T<sub>2</sub>-t; majd kapcsoljunk „CW”-be! A kártya 9. és 10. kimenetén nem lehet fűrészel. Az IC<sub>3a</sub> kimenetén az R<sub>26</sub>-tal állítsunk be +5,3 V  $\pm 20$  mV referenciazfeszültséget! Az IC<sub>3b</sub> kimenetén azonos, de ellenkező előjelű feszültséget kell kapni; a kettő között abszolút értékben 10 mV eltérés engedhető meg (R<sub>30</sub>, R<sub>32</sub>).

Kapcsoljunk „S/S” üzemmódba! Oszcilloszkóppal ellenőrizzük az IC<sub>1</sub>/6. kimenetén megjelenő jelet a 10. és a 11. ábra alapján!

Ha nem indul be az oszcilláció, akkor kövessük végig az IC<sub>1</sub>/2. bemenetétől a feszültségeket! Az IC<sub>1</sub>/2-es pontját 1 k $\Omega$ -os ellenállással kössük fel a pozitív tápfeszültségre. Az IC<sub>1</sub> fázist fordít, ezért a kimenete közel a negatív tápfeszültség közelében telítődik. Ez a feszültség; osztás után eljut az IC<sub>4</sub>/3.-ra. Az IC<sub>4</sub>/1. kimenetén azonos előjelű, a tápfeszültséghez közeli feszültség áll be. Az R<sub>24</sub> után D<sub>15</sub>, D<sub>16</sub> kb. -6 V-on megfogja a feszültséget. Az IC<sub>5</sub>/5. bemenetén -5,3 V-ra csökken a feszültség a D<sub>9</sub>, D<sub>10</sub> miatt. Az IC<sub>5</sub> kimenetein a kártya 6. és 8. pontján közel negatív tápfeszültséget mérhetünk. Oszcilloszkóppal lépünk az IC<sub>5</sub> kimenetére (7. láb)! Az IC<sub>1</sub> bemenetét (2. láb) ezután kössük a negatív tápfeszültségre! Az IC<sub>5</sub> kimenetének pozitív irányba kell ugrania, közel a tápfeszültséghez.

Amennyiben a fent leírt feszültségeket teljesíti az áramkör, vizsgáljuk meg az integrátor RC-elemeit, a

„LINE/RECUR” kapcsoló bekötését és végül azt, hogy a kártya 8-as kivezetéséről eljut-e a feszültség a 2-es kivezetésre!

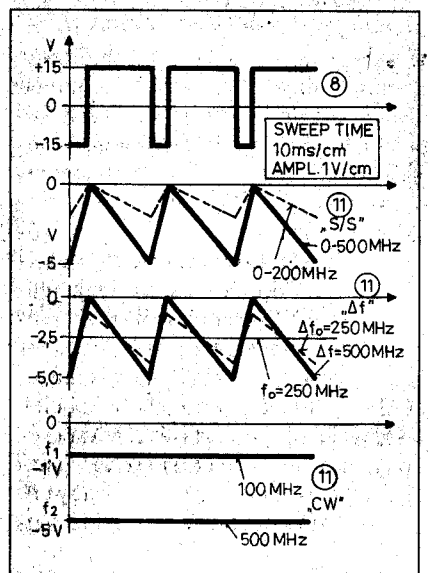
Az indított üzemmód ellenőrzéséhez a T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>-t tegyük foglalatba. Kapcsoljunk LINE üzemmódba! A kártya 9-es kimenetén 50 Hz-es fűrésznek kell megjelennie. A P<sub>7</sub>-tel a fűrészaljárúgy kell beállítani, hogy 1 ms „várakozási” idő álljon be. Ha az indított üzem nem indul be, akkor ellenőrizzük le T<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> működését! Az IC<sub>2</sub>/7. kimenetén 50 hertzes négyszögjel várható, amely differenciálás után (C<sub>2</sub>, R<sub>23</sub>) kerül IC<sub>4</sub> 3-as bemenetére és átbillenti az IC<sub>4</sub> hiszteréziskapcsolót.

Az indított üzemmódban számtalan hibalehetőség adódik, ezért a kivitelező leleményességében és abban bízom, hogy megértette az egység működését és „veszi az akadályokat”.

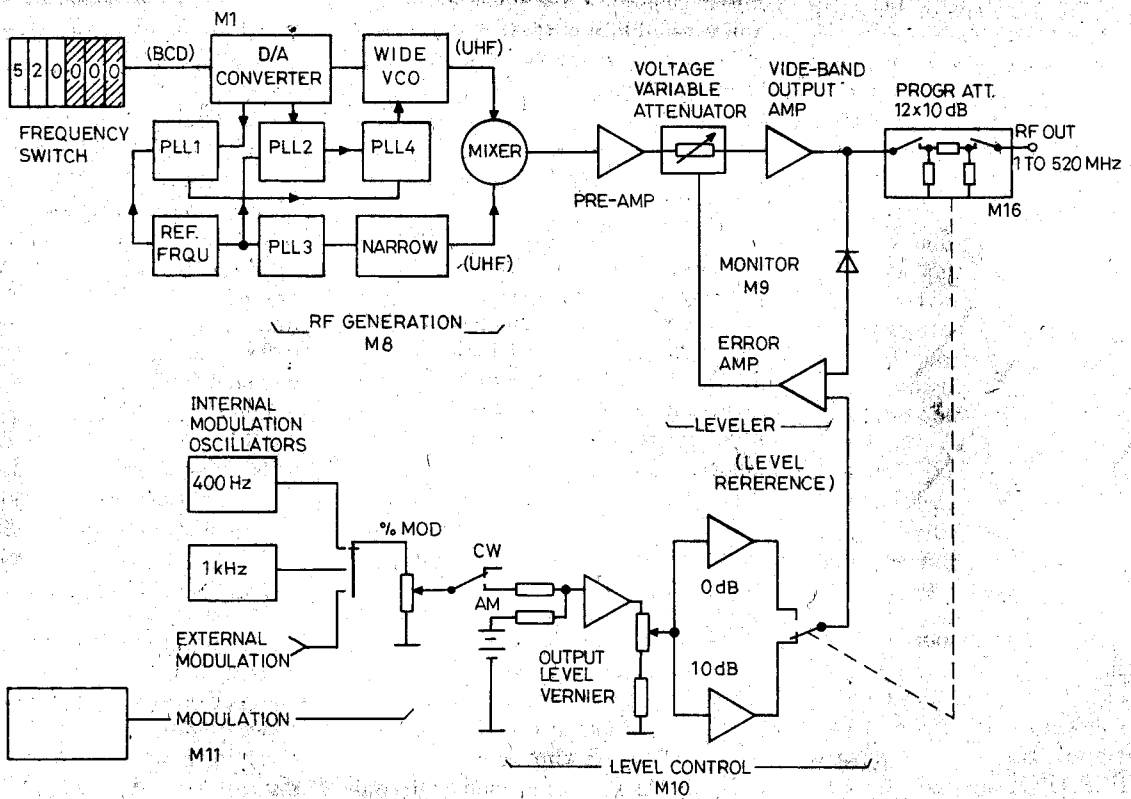
Az áramkörök félelesztése után ellenőrizzük a sweep időt beállító trimmereket! A P<sub>1</sub>-gyel finoman állíthatjuk a sweep időt, az előlapi „SWEEP TIME” (P<sub>8</sub>) potméterrel pedig kb. 4...100 ms között.

### A tuningerősítő élesztése

Az áramkör állítja elő a generátor M8-as egysége számára a hangolófeszültséget. A működését „CW” üzemmódban célszerű leellenőrizni. „CW”-ben a W és az Offset bemenet földre kerül. A „CENT.” potméterről 0...5,3 V egyenfeszültség jut a C pontra. Az erősítőfokozat a bemenet és kimenet között egy-



11. ábra



12. ábra

ségnyt erősít. A P<sub>5</sub>-tel a kimeneti 0 V-ot, a P<sub>6</sub>-tal az erősítést állíthatjuk be.

A másik két üzemmódban a bemenetre érkező jelkombinációról a működési leírásnál tettünk említést. A 11. kimenetről a 11. ábra ad felvilágosítást.

### A markererősítő élesztése

Az IC<sub>9</sub>, 10-et tegyük foglalatba, de a T<sub>3</sub>-at egyelőre ne! Kapcsoljunk „CW”-be és hanggenerátorból adjunk a kártya 19-es pontjára 100 kHz-es, 300 mV nagyságú jelet. Az offset potmétert állítsuk 9 V-ra! Az IC<sub>9</sub> kimenetén kb. 7 V<sub>cs-cs</sub> nagyságú szimmetrikus jelet kell kapni. Oszilloszkóppal lépünk a kimenetre (D<sub>13</sub>, 14)! A képernyőn kb. 20 V<sub>cs-cs</sub> határolt jel látható. Növeljük a bemeneti frekvenciát, a 3 dB-es pont 1 MHz környékén következik be. Helyezzük foglalatba a T<sub>3</sub>-at. Az előlapi MARKER WIDTH potméterrel állítsunk maximális feszültséget! A határfrekvencia kb. 200 kHz-re csökken.

### A Type 1172-ben elvégzendő átalakítások

Tapasztalataim alapján kijelenthetem, hogy sok készüléktulajdonosnak nincs

dokumentációja a műszerről, ezért röviden ismertetem a generátor működését a 12. ábra tömbvázlata alapján. A készüléket három fő részre oszthatjuk:

1. A vivőfrekvenciát meghatározó (frekvenciaszintetizáló) áramkörök.
2. RF-kimenőszintet szabályozó áramkörök.
3. Modulációs áramkörök.

### A kimenőfrekvenciát meghatározó áramkörök

Az 1...520 MHz-ig terjedő frekvencia két nagyfrekvenciás oszcillátor jel keverésének különbségi frekvenciája (VCO). Mindkét alaposzcillátort fáziszárt hurkok vezérlik. A keveréshez az alapjelet a NARROW (keskeny) 1198 MHz-es és a WIDE (széles) 1199...1718 MHz-es oszcillátor szolgáltatja. Azonos elven működő generátoroknál, de fáziszárt hurkok nélkül az elérhető frekvenciapontosság csak 3 MHz lehetne, legfeljebb 1 MHz-es felbontással. Ezzel ellentétben, ha megfelelő PLL-t (fáziszárt hurkot) alkalmazunk, úgy 0,001% frekvenciapontosság és 1 kHz-es felbontás érhető el. A PLL1, PLL2 és PLL4 fáziszárt hurkok stabilizálják a WIDE oszcillá-

tor (VCO) frekvenciáját és hangolják azt 1 kHz-es lépésekben. A PLL3 stabilizálja a NARROW oszcillátort, és segítségével történik a frekvenciamoduláció. Mindkét oszcillátor varikapdiódás, feszültséghangolt.

### Az RF-kimenőszintet szabályozó áramkörök

A kimenőszint meghatározásában három egység vesz részt:

1. Szélessávú erősítő (VIDEBAND OUTPUT AMP.); M9,
2. AM-referenciaegység; M10,
3. Step Attenuator; M16.

A frekvenciaszintetizált előerősített RF jelet az M9 szélessávú erősítőre adjuk, amely azt +13 dBm-nél (1 V) nagyobbra erősíti. Az erősítő „tartáléka” 520 MHz-en is még kb. 6 dB. Az M10 kártyán levő referencia-áramkör vezérli az M9 erősítőben a PIN-diódás szabályozó áramkört (VOLT, VAR. ATTENUATOR) beállítva a pontos +13 dBm-t, illetve az OUTPUT LEVEL potméterrel beállított mindenkori szintet (átfogása 10 dB). A kimenőszint szabályozása a DC ref. szint nagyságának változtatásával történik. Ha DC feszültségre hangfrekvenciás jelet szu-

peronálunk, a kimeneti jel AM modulált lesz. Az erősítő kimenőjelét elektronikusan  $-10$  dB-lel tudjuk csökkenteni, a ref. szint leosztásával. A STEP ATENUATOR 120 dB-ig terjedő csillapítást biztosít 10 dB-es lépésekben.

**Modulációs áramkörök:** Az M11 kártyán található a belső moduláló jelet szolgáltató, átkapcsolható frekvenciájú (400 Hz, 1 kHz) hanggenerátor. Amplitúdómoduláció létrehozásához a hangfrekvenciás jelet M10 AM referencia egységbe vezetjük. Frekvencia-moduláció létrehozásához a moduláló jelet M8 feszültségvezérelt oszcillátorra (NARROW) és M2 (FM referencia-) egységre adjuk. Az M2 egység egy feszültség-frekvenciaátalakító, amely vezéreltlen állapotban 2 MHz-es alapjelet állít elő. A feszültséggel történő vezérlés következtében az alapjel frekvenciája nő vagy csökken attól függően, hogy a vezérlőjel amplitúdója pozitív vagy negatív. Az M2 jelét, a frekvenciaszintetizáló áramkörbe vezetjük.

#### Az M1 D/A konverter és formáló egység átalakítása

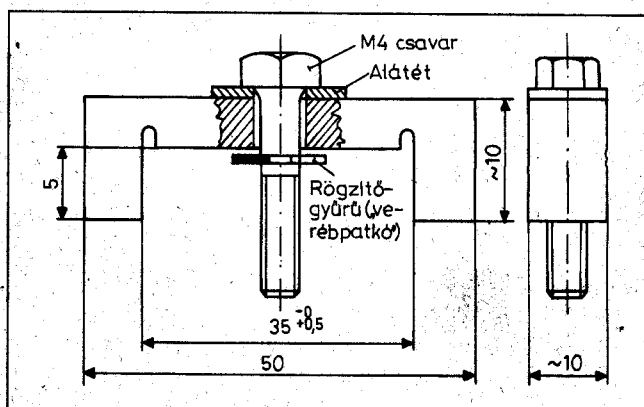
Az átalakítás előtt röviden ismertetem az egység működését, a 13. ábra alapján. Ez az egység állítja elő a hangoló-feszültséget az M8 és az M5 oszcillátorra (VCO) és az M9-ben alkalmazott

követőszűrő részére. Vezérlése az „MHz” kapcsolókról történik. Két kimenete van. Az egyik kimenetén OUT I. megjelenő feszültség arányos a „MHz” kódtárcsákon beállított frekvenciával. Ez az ún. lineáris D/A kimenet. Az előlapi „MHz” kapcsolók BCD kimenetükkel tranzisztoros kapcsolóáramköröket hajtanak meg, amelyek a beállított kóddal arányos áramot adnak egy összegző ellenállásra. Például ha „1” az áram, 2, 4, 8-as kódnál kétszer, négyszer, nyolcszor akkora áramot vezetnek az összegző ellenállásra. Ennek eredményeként az összegzőn megjelenő feszültség arányos lesz az „MHz” kapcsolókon beállított frekvenciaértékekkel. A másik kimenet OUT II. feszültsége 0...39 MHz-ig szintén

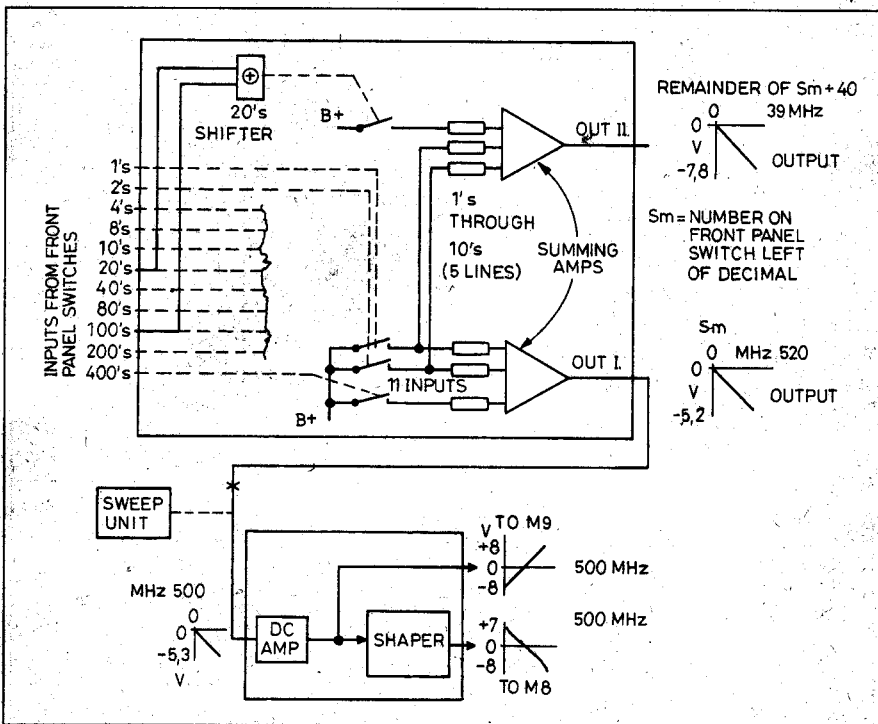
arányos a kódtárcsákon beállított feszültséggel, de 40 MHz-enként ismétlődik. Ez az ún. ismétlődő D/A kimenet. Működése az előzőéhez hasonló, azzal a különbséggel, hogy ennek kimenőfeszültsége 0...39 MHz-ig lineárisan nő, majd 40 MHz-nél ismét nulláról indul. Tehát 0, 40, 80... 480 MHz-en indul „0”-ról és az ezeket követő 39 MHz-nél éri el maximumát.

A jelformáló (SHAPER) áramkör a lineáris D/A kimenetét torzítja el az M8 szélessávú oszcillátor számára. A varikapdiódás oszcillátor „feszültség-frekvencia” karakterisztikája nonlineáris. A „MHz” kapcsolóktól érkező egyenfeszültség pedig arányos a frekvenciával. A jelformáló áramkör feladata tulajdonképpen a „MHz” kapcsolók illesztése a varikapdiódákkal hangolt szélessávú oszcillátorhoz. A DC-erősítő a lineáris D/A kimenet jelét erősíti és „eltolja” az M9 végerősítőben levő „követő szűrő” számára. Könnyen belátható, hogy ha a D/A kimenet (OUT I) leválasztjuk a DC AMP-ről és arra a SWEEP UNIT-ról fűrészfeszültséget kapcsolunk, az M8 WIDE oszcillátorra a fűrészfeszültséggel arányos frekvencia változást fog létrehozni.

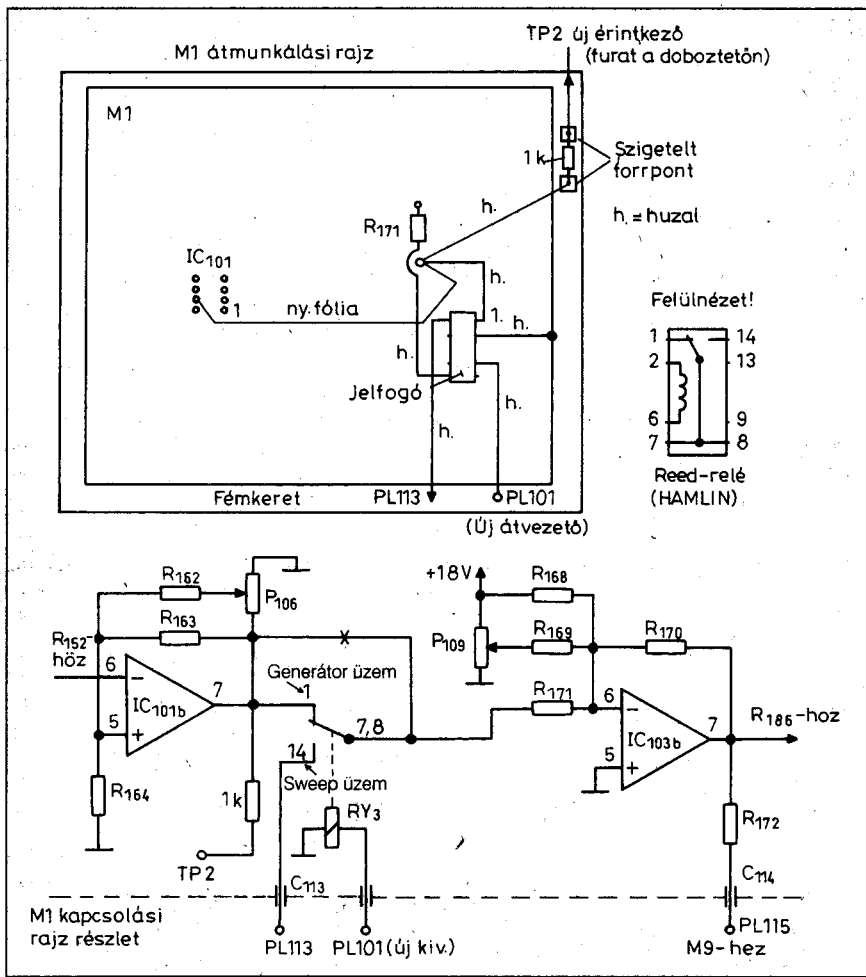
Az M1-es egységet emeljük ki a készülékből, a dobozfedélt távolítsuk el! Ehhez a művelethez célirányos alkalmazni a 14. ábrán látható célszerszámot. Két szerszám elkészítése esetén párhuzamosan tudjuk „kihúzni” a keretet a dobozból. Az átalakítást a 15. ábra alapján végezzük el! Két új csatlakozási pontnak készítsünk furatokat. Ezek átmérőjét az alkalmazott átvezetők határozzák meg. A jelfogó kapcsolófeszültségének átvezető furatát gondosan jelöljük be, mert annak találkoznia kell az alapelem furatával. Az alapelem csatlakozója lehet lengő is. A keret felső jobb sarkába a TP2 számára készítsünk furatot. Szerkesz-



14. ábra



13. ábra



15. ábra

szük át a furat helyét a dobozra és fúrunk akkorá furatot, hogy az átvezető biztonsággal „kilátsszon”. A jelfogót ragasszuk a nyáklemezre egy aránylag könnyen oldható ragasztóval. A ragasztó megkötése után az R<sub>171</sub>-et emeljük ki a forrszeméből és a 15. ábra szerint végezzük el a bekötést, miután a DIL tokozású reedrelét a hátoldalával a nyákra ragasztottuk. Az 1 kΩ-os leválasztó ellenállásnak (TP2) készítsünk „pihentető” forrszemeket. A keretet helyezzük vissza az alaplemezbe, doboz nélkül.

**Az M10 AM-referenciaegység átalakítása**

Az egység rövid leírása a 16. ábra alapján történik. Az egység feladata a referenciafeszültség biztosítása az M9 szélessávú erősítőben levő PIN-diódás szintszabályzó áramkör számára. Rajta helyezkedik el az RF-szintmérő műszert meghajtó áramkör, a modulációs

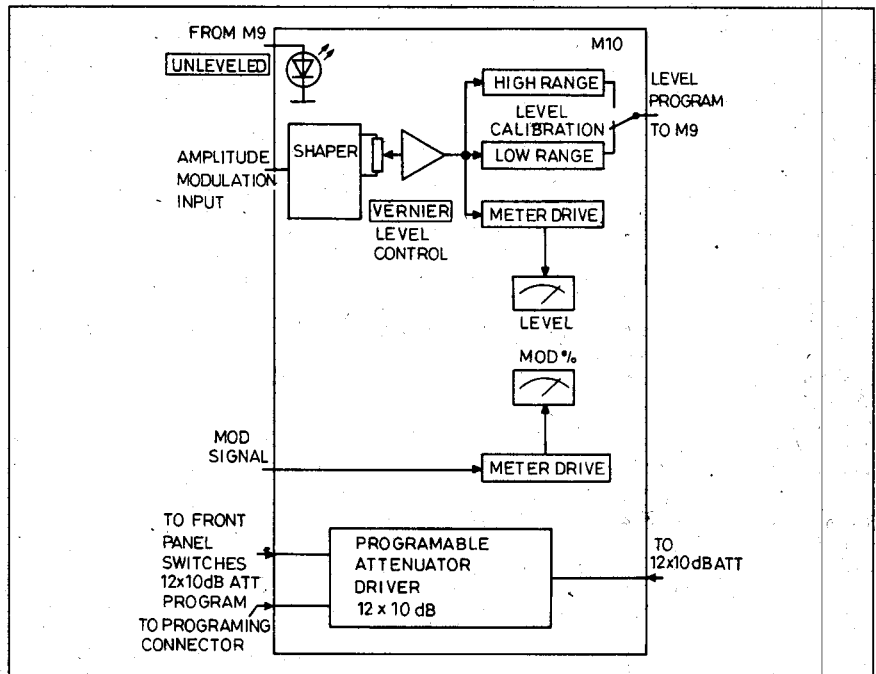
mélységet mérő műszer csúcsetektra, valamint a Step Attenuatorot vezérlő digitális áramkörök.

Az RF-kimenőszintet folyamatosan az előlapi VERNIER potenciométerrel szabályozhatjuk. A potenciométeren beállított feszültség egy követőerősítő után két művelati erősítőre kerül. Ezek az erősítők állítják elő az M9 végerősítőben levő szintszabályzó áramkör számára a referenciafeszültséget. Közülük az egyik +10 dBm-es kimenőszint állásnál, a másik a többi osztóállásban (STEP ATTENUATOR) működik.

Programozott (távvezérelt) állásban a kimenő RF-szint 1 dB-es lépéseit ugyanennek a DC-feszültségnek lépésekben történő változtatása útján érjük el. Az AM-et úgy valósítjuk meg, hogy az M11-ről érkező moduláló jelet az M9 számára előállított referenciafeszültségre szuperponáljuk.

Az RF-szintmérő műszert a VERNIER potmétréről elvezetett egyenfeszültség (feszültségeltolás után) vezérli. A modulációs mélységet és a frekvenciatartományt jelző műszert az M10-es kártyáról érkező moduláló hangfrekvenciás feszültség hajtja meg, csúcsetektron keresztül. Az ismertetésből kiderül, hogy a modulációs jellemzőket közvetett úton méri a készülék.

A Sweep Unit ismertetésénél kitértünk a BLANKING (kioltás) szerepére.



16. ábra

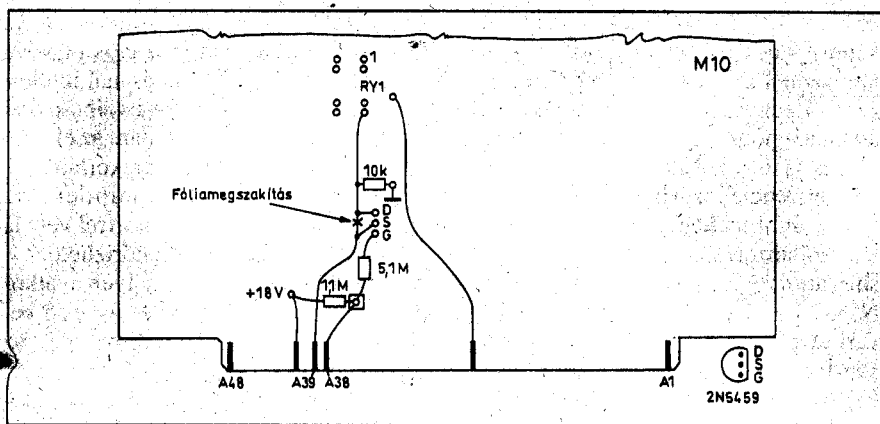


## Az M4 szélessávú oszcillátor átalakítása

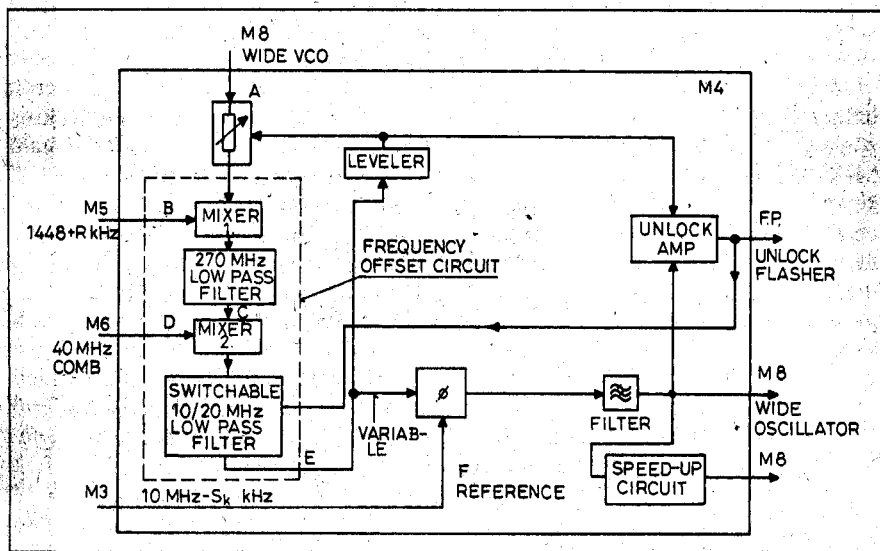
Az egységet röviden a 18. és a 19. ábra alapján ismertetjük. A tömbvázlaton szereplő betűjelzések megegyeznek a 19. ábrán látható magyarázó görbék betűjelzéseivel.

Az egységben található keverők feladata egy-egy stabil frekvenciához hozzákeverni az egyes egységekből érkező UHF-jeleket, hogy így alkalmas- sá tegyék azokat a fázisdetektorban a referencia frekvenciával történő összehasonlításra. Az egység a keverőkön és a fázisdetektoron kívül kisegítő áramköröket tartalmaz. Referencia frekvenciaként az M3-as egységből érkező 10 000 kHz..9001 kHz frekvenciájú jelet használja („kHz-es PLL”). Ezt hasonlítja össze a szélessávú VCO áttanszformált jelével.

Ezt az áttanszformálást a MIXER 1, a 270 MHz-es aluláteresztő szűrő, a MIXER 2 és egy 10 MHz-es aluláteresztő szűrő végzi. A MIXER 1 a szélessávú (WIDE) oszcillátor jelét keveri az M5 egységből érkező jellel ( $1448 - f_r$ ; „MHz-es PLL”). A különbségi frekvencia  $1448 + f_r - f_{VCO}$ , MHz; 270 MHz alatt van. Ezt a jelet a MIXER 2-re adjuk, ahol azt a 40 MHz-es jelkombinációval (40 MHz és harmonikusai) keverjük. A frekvencia diagram D sorában csak azt a kombinációs frekvenciát tüntettük fel, amelyik a ke-



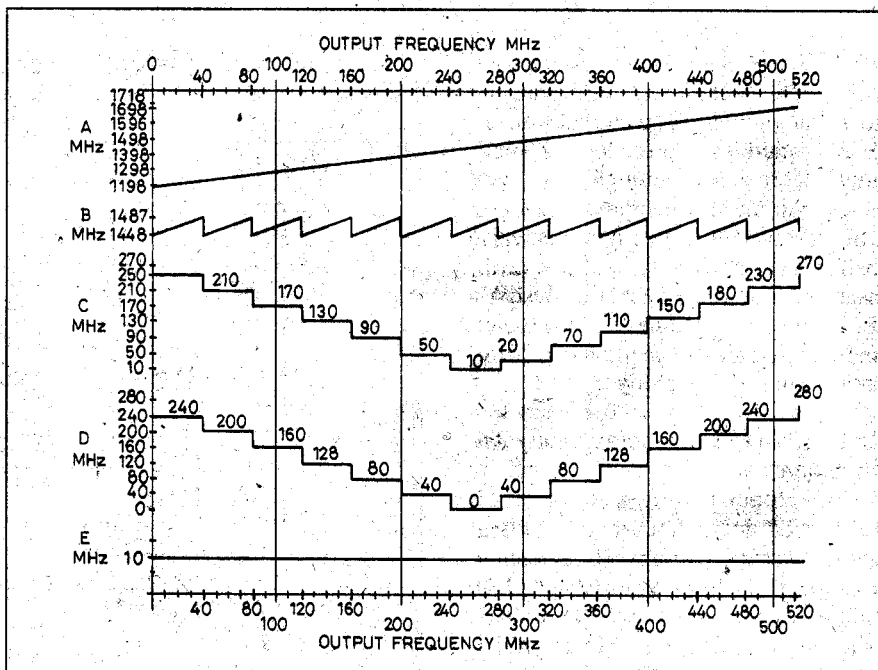
17. ábra



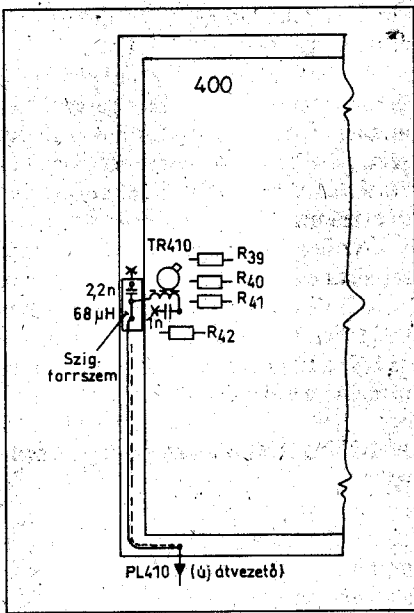
18. ábra

Ezen a kártyán alakítjuk ki BLANKING üzemmód vezérlését oly módon, hogy a referencia kimenet és az M9 szintszabályzója közé egy elektronikusan vezérelhető kapcsolót iktatunk be. A kapcsoló a fűrészfűrés visszafutása alatt lezár, és olyan hatást kelt, mintha a VERNIER potmétert minimumra állítanánk. A jFET elektronikus kapcsolóként megfelelő sebességet biztosít a kapcsolójel számára.

Az M10-es kártyát emeljük ki a foglalatból! A FET számára a telenyákos oldalon alakítsunk ki helyet, ez lehet foglalat is. Az átalakítást a 17. ábra alapján végezzük el! Az ábrán jelzett helyen szakítsuk meg a fóliát. Ha az A38 pont nem kap vezérlést, akkor a FET gyakorlatilag rövidzárként viselkedik.



19. ábra



20. ábra

verők kimenőjelét 20 MHz alatt tartja. Fáziszárt hurok estében a MIXER 2 10 MHz-es különbségi frekvenciát fog előállítani (E sor). Ennek feltétele, hogy a „kHz” kapcsolók „000” állásban legyenek.

A kisegítő áramkörök a fázisra zárás sebességét gyorsítják. Nyitott hurok esetében az aluláteresztő szűrő 20 MHz-ig enged át. Amint a fáziszárás megtörtént, a szűrő sáv szélessége elektronikusan 10 MHz-re kapcsolódik (zajcsökkentő hatás).

A gyorsító áramkör kimenetét az M8 PL802 bemenetére adjuk, ahol egy jFET kapcsoló a beállítás időtartama alatt az RC-szűrő időállandóját kb. 100 szorosára növeli. Hogy ezeket a „trükköket” miért kell alkalmazni, az a PLL működésének fizikájából kiderül, amit – lévén itt nem ez a „csapás fő iránya” – mellőzünk. (Pl. beszélnünk kellene a behúzási tartományról, a zárási tartományról, a zajról, a hurokerősítésről, a PLL-szűrő időállandójáról stb. Ezek elméleti tárgyalása igen komoly matematikai apparátust igényel.)

Az UNLOCK erősítő bemenetére kerül a fázisdetektorról és a szintszabályozó erősítőről egy-egy információ. Ha az előbbi egységek valamelyike nem működne helyesen, úgy bekapcsolja a „villogó” áramkört. A szintmérő áramkör a fázisdetektorba érkező jel amplitúdóját tartja állandó értéken, a VCO-ból érkező jel szintjének szabályozása révén. A fázisdetektor bemenetén elhelyezett csúcsdetektor jelét

egy referenciafeszültséggel összehasonlítjuk és a hibajel műveleti erősítőn keresztül PIN-diódás szabályozót vezérel. Leegyszerűsítve: az egység feladata az, hogy az M8 VCO frekvenciáját és fázisát szinkronizálja a referencia frekvenciához. Hogy ezt végre hajthassa, ún. hibajelet küld a VCO varikapdiódáira (PL817). A hibajel nagysága attól függ, hogy az ANALOG TUNING feszültsége milyen pontosan követi a varikapok nemlineáris feszültség-frekvencia görbéjét. Ideális esetben a hibafeszültség 0.

Az átalakítás során ezt a pontot földpotenciálra kötjük, lévén a PLL nem működik. Az átalakítás ezen részével, az alaplemezen történő módosításokra részletesen kitérek.

Ha a frekvenciátáblára tekintünk láthatjuk, hogy 40 MHz frekvenciaközönként, a VCO hangolása esetén a MIXER 2 kimenetén, ill. a szűrő után keverési termék jön létre, amit kivezetve az egységből marker jelként használhatunk. Azért választottam ezt a megoldást, mert ez adott, és egy profi marker egység előállítása, amely tartalmazza az 1, 10, 50, 100 MHz-es frekvenciákat nem olcsó és egyszerű feladat. Hogy mást ne említsek, beméréséhez spektrumanalizátor szükségeltetik. Miután a markerek 40 MHz-es távolságban jelennek meg a frekvenciaskálán, ez indokolja, hogy a frekvencia-beállító tárcsákon 40 MHz-es kalibrációt használunk. Nem a lelegegánsabb megoldás, de mint köztudott: „szegény ember vízzel konstruál”.

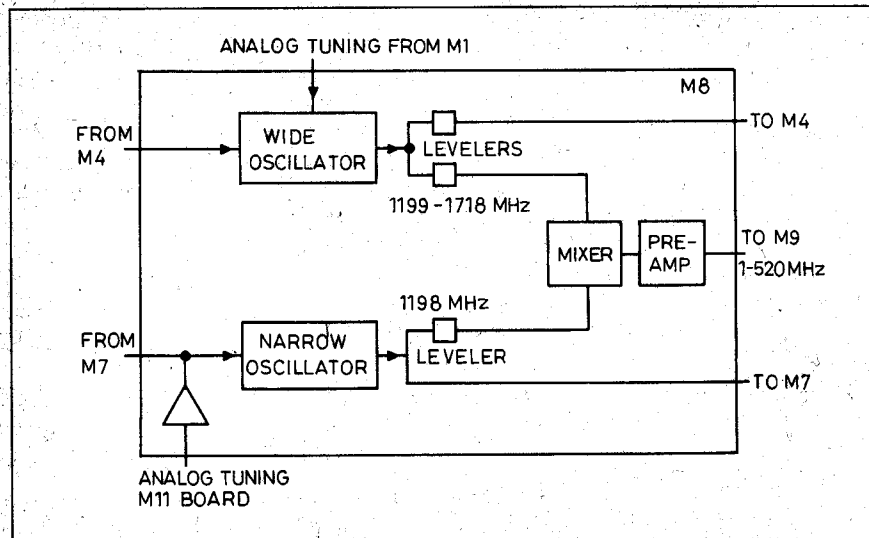
A készülék működéséből adódik, hogy a markerskála 10 MHz-cel el van

„csúszva” a frekvenciaskálához viszonyítva. Ezért a marker az előlapi MHz kapcsoló 30 MHz-es állásánál hiteles. A markerek helye 1 MHz-es lépésekkel eltolható a frekvenciaskálán, az előlapi MHz kapcsolókkal. Így gyakorlatilag 1 MHz-es felbontással minden, az 1...520 MHz-es sávba eső frekvenciakristálypontossággal ellenőrizhető.

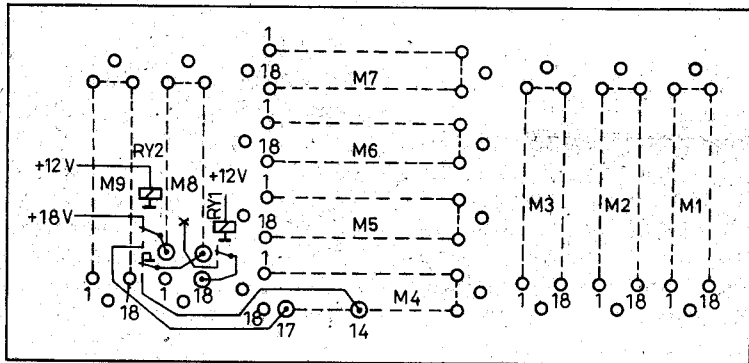
Az M4 esetében két helyen avatkozunk be az áramkörökbe. Az első beavatkozási hely a markerjel kivezetése az egységből, a másik az egységen kívül az M4-ből az M8-ba vezető vezérlő jelek leválasztása, SWEEP üzem esetére.

A markerjel kivezetéséhez egy átvitelt kell kialakítani a keret alján. Célszerű ezt a PL10 helyre beépíteni a 20. ábra szerint. Az ábrából kitűnik a többi átalakítás. A beépítésre kerülő szűrő értékeit is leolvashatjuk. A kivezető huzal legyen árnyékoló! Az átalakított egységet fedél nélkül helyezzük vissza a készülékbe!

Az M8-ban nem történik átalakítás. A jobb érthetőség érdekében röviden ismertetem működését (21. ábra). Az M8-as egységből kapjuk a készülék RF kimenőfrekvenciáját. Ezt a frekvenciát két magasabb frekvenciájú oszcillátor jelének keverése után mint különbségi frekvenciát nyerjük. Az egyik oszcillátor széles (WIDE) frekvenciatartományban hangolható 1198...1718 MHz között, a másik, keskenysávú (NARROW) oszcillátor 1198 MHz-en rezeg. A WIDE oszcillátor egy varikapdiódás, feszültséggel hangolható Clapp-típusú nagyfrekvenciás oszcillátor (VCO), ahol a rezonátor elem varikapdiódákat tartalmaz.



21. ábra



A jelfogók SWEEP üzemmódba kapcsolva!

22. ábra

Az oszcillátornak két hangoló bemenete van. Az egyik bemenetre az analóg hangoló egységből (M1) érkezik az előlapon kódkapcsolókkal beállított, frekvenciával arányos DC-feszültség, a másik bemenetre az M4-es egységben levő PLL hibafeszültsége. Ez utóbbi bemeneti pontot SWEEP üzemben leválasztjuk a PLL-ről és 0 pontenciálra kötjük, egy jelfogó segítségével.

A másik oszcillátor (NARROW) szintén varikapdiódás VCO, ahol a rezonátor egy strip-line nyákmintázat. Két hangoló bemenete van. Az egyikre érkezik a keskenysávú PLL (M7) hibajele, a másik bemenetre FM esetén egy hangfrekvenciás jel. Miután viszonylag keskeny sávban hangolódik el az oszcillátor, egyetlen dióda elégséges.

A két oszcillátor jelét egy kettős kiegyenlítésű keverő keveri le a kimeneti frekvenciára, azaz az 1...520 MHz-es tartományba. A keverési terméket egy egyfokozatú erősítővel a végfok számára megfelelő szintre erősítjük. Az egység még szintszabályzó áramköröket is tartalmaz annak érdekében, hogy a keverőre állandó szintű jelek érkezzenek. A keverő nemkívánatos, káros harmonikus termelése nagymértékben függ a keverőre jutó jelek nagyságától.

A készülék alaplemezen történő átalakításokhoz tekintünk az 1., és a 22.

ábrát! Első lépésként az M8 bemeneteire érkező feszültségek kapcsolására beszerzett jelfogó(k) részére alakítsunk ki egy szerelőlemezt! Ha nem sikerült 2 pólusú váltójelfogót beszerezni, úgy megteszi két db 1 pólusú váltó is. Törekedjünk azonos kapcsolófeszültségű jelfogók beépítésére! (Ennek hiányában Z-diódákkal megoldható a feszültségkülönbség kiegyenlítése. A diódák kiválasztásánál vegyük figyelembe a jelfogók gerjesztőtekercsének az áramfelvételét!) A kész szerelőlemezt rögzítsük az alaplemezhez a rajz szerinti helyre!

A huzalozást célszerű a tápvezetőkkel elkezdni. A váltófeszültséget, LINE üzemmódnál a hálózati transzformátor 14. és 15. kivezetéséről vezetjük el oly módon, hogy az autós (faston) csatlakozókat lehúzzuk a PL1501, PL1502, PL1513, és PL1514-ről – vagyis a hálózati egyenirányítót kiiktatjuk – és a megfelelő elvezetéseket összekötjük. Az S02 11-es pontját kössük földre, mert a tekercs földfüggetlen! Az S02 bekötése a 23. ábrán látható. A jelfogók meghúzó feszültségét (kb. 12 V-ot) a PL1512-ről nyerhetjük. 5 V-os jelfogóhoz alkalmazzunk 7805-ös stabilizátort! A pozitív tápfeszültséget a PL808-ról (M8) a negatív feszültséget PL909-ről célszerű elvezetni. A bekötőhuzalokat a készülék szerelőlemezének a sarkában található furaton keresztül vezethetjük át, továbbá a hát-

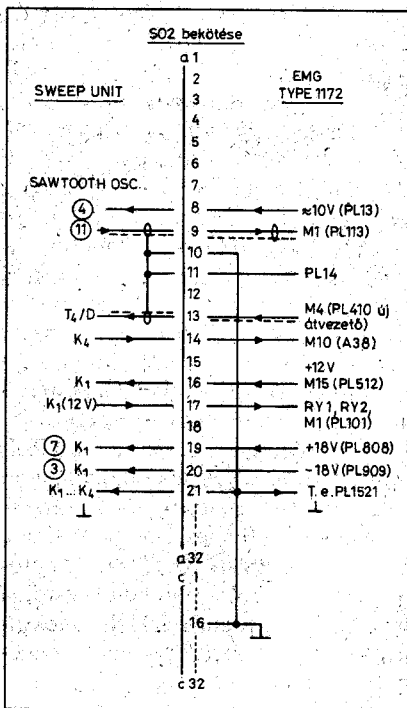
lap és az alaplap közti kivágáson. Az árnyékolt kábelek ezen a kivágáson kényelmesen átférnek. Az M10-es egységnél gondosan végezzük el a huzalok forrasztását, a sűrű csatlakozóelvezetések miatt. Ez az óvatosság fokozottan érvényes a hátlapi csatlakozóra, mert itt a hozzáférési lehetőség is komplikált!

A tápfeszültségek bekötése után kössük be a többi huzalt is. Célszerű az árnyékolt vezetékkel kezdeni. A bekötés befejezése után „csengessük ki” az elvezetéseket a további bosszuságok elkerülése érdekében!

### A Sweep Unit illesztése a generátorhoz

Ez a művelet talán a legizgalmasabb és a legnagyobb figyelmet kívánó, igazi szakmai tevékenység.

A kész SWEEP-UNIT-ot csatlakoztassuk az anyagéphez és a hálózatra kapcsolás előtt, a SWEEP ON bekapcsolása után ismét végezzünk „kicsengetős” ellenőrzést. Ha az előzőekben

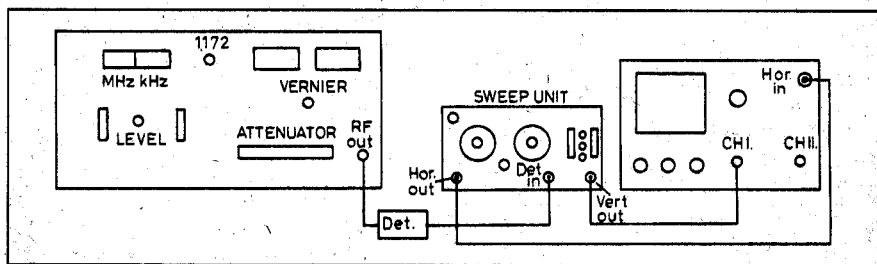


23. ábra

gondosan jártunk el – csodák nem lévén –, a rendszernek hálózatra kapcsolás után működni kell. Oszcilloszkóppal ellenőrizzük a generátorba vezetett meghajtó feszültségeket, közvetlenül az egységek bemenetén, különböző üzemmódokban („CW”, „S/S”, „F”), az idevonatkozó ábrák alapján. Az ellenőrzés után az alábbiakban leírtak szerint végezzük el a frekvencia tárcsák kalibrációját. Első lépésként keressük meg a potméterek „villamos” végállásait, mert köztudott, hogy ezek nem esnek egybe a mechanikus végállásokkal. A mechanikus végállást már bejelöltük a Sweep-egység bemérésekor, ha nem, ezt pótoljuk. Kapcsoljunk „CW”-be, DVM-mel lépünk a *PL113*-as kivezetésre (M1). A CENT potenciométert az óramutató járásával meg egyező irányban csavarjuk a kezdő állásba és olvassuk le a feszültséget; itt kb. 100...200 mV feszültség várható. Finoman forgassuk a potmétert ellenkező irányba, és ha feszültségváltozást észlelünk álljunk meg, és kb. 4 mm távolságra jelöljük be „0” MHz helyét. Ezt a műveletet végezzük el a másik végállásnál, 520 MHz-nél is. Az itt várható feszültség kb. 5,3 V. Ezután álljunk vissza a „0” MHz-re. A *P5*-tel állítsunk 0 V-ot. Majd az 520 MHz-es helyen 5,2 V-ot, a *P6*-tal. Ismételjük meg a beállításokat, mert kissé elhúzzák egymást.

A 40 MHz-es frekvenciahelyek kalibrálásának három megoldása lehetséges. Az első esetben a 0...520 MHz-nek megfelelő szakaszt felosztjuk 13 részre, DVM segítségével. Egy szakasz feszültsége 400 mV, mert  $13 \cdot 0,4 \text{ V} = 5,2 \text{ V}$ . Ez a módszer akkor vezet kielégítő eredményre, ha az M8 frekvencia/feszültség karakterisztikájában nincs nagy linearitáshiba. A másik esetben a mérést állítsuk össze a **24. ábra** szerint és a markerek megjelenése esetén húzzunk egy függőleges vonalat. A frekvencia helyek pontosak lesznek, a skála nem lesz egyenletes. Ajánlom azoknak, akik nem akarnak „belenyúlni” az M1-be. A harmadik esetben el kell végezni a *Használati Utasítás 8.2.4.10. N4 fáziszárt hurok (PLL4) beállítása* fejezet műveleteit. A művelet nagy odafigyelést kíván, mert adott esetben 40 MHz-cel nagyobb vagy kisebb frekvencia jön ki a generátorból.

A hurok beállítása feltételezi az M1 hangolófeszültség pontos beállítását. A generátor oldaláról vegyük le azt a ta-



24. ábra

karólemezt, amely az M1-nél található. Így hozzáférhetünk a *P111...P117*-es potméterekhez. A Sweep-egységet távolítsuk el!

DVM-mel lépünk a *PL113*-ra. A generátoron állítsunk 0-t „CW” üzemmódban. Az **1. táblázat** szerint állítsuk be a feszültségeket. A beállítást legálább 1 óra melegezés előzze meg!

1. táblázat		
Frekvencia MHz	Hangolóelem	Beállítandó feszültség
0	<i>P107</i>	0 mV
30	<i>P100</i>	30 mV
40	<i>P101</i>	40 mV
80	<i>P102</i>	80 mV
100	<i>P103</i>	1 V
200	<i>P104</i>	2 V
400	<i>P105</i>	5 V

A pontos beállítás érdekében ismételjük meg a procedúrát, mert a potméterek kissé „elhúzzák egymást”.

A DWM-mel lépünk *PL116*-ra. Állítsunk 250 MHz-et, és *P109*-cel állítsunk 0,00 V-ot. Oszcilloszkóppal lépünk *PL114*-re (DC, 1 V/cm osc. beállítás). A *P801*-gyel állítsunk 0-t. Vigyázat, 40 MHz-es hibát tudunk bevinni! A **2. táblázat** szerint állítsuk be a legkisebb hibafeszültségeket. Az elfogadható érték  $\pm 1 \text{ V}$ .

2. táblázat	
Frekvencia MHz	Hangolóelem
300	<i>P118</i>
350	<i>P114</i>
400	<i>P115</i>
450	<i>P116</i>
500	<i>P117</i>
520	<i>P114</i>
150	<i>P113</i>
50	<i>P112</i>
1	<i>P111</i>

Az M4 beállítása után kalibráljuk be a frekvencia tárcsát. A SWEEP egységet csatlakoztassuk ismét a generátorhoz. A **24. ábra** alapján állítsuk össze a mérést. „CW” üzemben végezzük el a kalibrálást oly módon, hogy az oszcilloszkópon belső eltérítést alkalmazunk. A SWEEP TIME-ot úgy válasszuk meg, hogy a keverési frekvencia minimumot jól láthassuk (füttymélypont). A 20 MHz-es pontokat bejelölhetjük a távolságok felezésével, vagy 20 MHz-cel elállítjuk a markert és az ismert módszerrel kalibrálunk. A 40 és 20 MHz-es frekvenciahelyek megjelölésénél 2:1 vonal hosszúságot válasszunk. Magától értetődően első kísérletként „ceruzaskalát” készítsünk. A kalibráció elvégzése után állítsuk be „S/S” üzemmódban a 0 MHz és az 520 MHz végfrekvenciákat. Az oszcilloszkópot állítsuk külső eltérítésre (EXT. HOR). A fűrészhosszát HOR AMPL-al a raszter elején és végén kb. 3 mm-rel hosszabbra. A marker szélességét, amplitúdóját állítsuk jól látható méretűre úgy, hogy a teljes frekvenciasáv látható legyen az ernyőn. Ezt úgy érhetjük el, hogy a WIDTH pontmétert az 520 MHz-es vonalra állítjuk. Ez megfelel a vill. végállástól visszamért 4 mm-nek. Győződjünk meg arról, hogy a 0 MHz-es helyen közel 0 MHz jön ki, pár MHz eltérés megengedhető. Számoljunk el az 520 MHz-es markerrig, és *P2*-vel húzzuk az 520 MHz-et a kalibrációs pontra. Álljunk vissza a sáv elejére (0 MHz) és a *P3* segítségével állítsunk minél kisebb „0” frekvenciát. Ismételjük meg a méréseket, mert a potenciométerek elhúzzák egymást. Ezután a 0 és az 520 MHz-es markereket a HOR AMPL potméter segítségével állítsuk a raszter két végső vonalára. Ha jól dolgozik a rendszer, 40 MHz-es távolsággal egyenletes raszter ábrát kell kapni. Amennyiben a „CW”-ben felvett skála egyenletes, úgy az eltérítő rendszerben keressük a hibát. A végállások behúzása után kalibráljuk be a közbenső skálaosztásokat is. Nyújtsuk

meg a skálát oly módon, hogy a WIDTH potméterrel állítsunk 40 MHz-es lökethosszra a képernyőn. A 0 MHz után ez lesz az első marker. Jelöljük be a helyét a WIDTH tárcsán. A következő (80 MHz-es) marker kalibrálásához a „CW” potenciométert forgassuk a 40 MHz-es osztásra! Ha eléggé lineáris a skálánk, úgy ez egybeesik az első rászterrel. A WIDTH potenciométerrel most hozzuk be a következő (80 MHz-es) markert a jobb szélső rászterre. Jelöljük be a 80 MHz helyét a tárcsán! Ezt a műveletet végezzük el a skála teljes hosszában. Ha bántja a szemünket néhány nemlineáris skálapont, úgy nem követünk el nagy hibát, ha korrigálunk. Kapcsoljunk „f” állásba, WIDTH tárcsát állítsuk „0” MHz-re, a „CW”-t sávközépre (260 MHz). Elméletileg a rászteren egy szalagszerűen elmosódott markert kell kapni. Ha nem látjuk a jelenséget, keressük meg az ütvetési pontot a „CW”-tárcsával! A frekvenciaeltérés legfeljebb  $\pm 15$  MHz lehet (a generátor műszaki adatai között található érték). A WIDTH tárcsát forgassuk el a 80 MHz-es osztásig. A rászter két oldalán megjelenik a 220, ill. a 300 MHz-es marker. Ellenőrizzük a löket szimmetriáját az egész sávban! Az 520 MHz-es löketnél a teljes sávot láthatjuk a képernyőn, lévén az  $f_0$  (260 MHz) körül szimmetrikus elhangolás történik. Ezzel gyakorlatilag befejeztünk tekinthetjük a kalibrációt. Lehet, hogy a kalibráció leírása első olvasatra homályos, de a képernyőn láttottak magukért beszélnek és egy-két ide-odahangolás után minden megvilágosodik. Ezért tanácsoltam a „ceruzaskála” felvételét, hogy hiba esetén korrigálni tudjunk. Ha a skálákat rendben »»»»»x, úgy véglegesen rajzoljuk meg! A rajzolásához készítsünk egy kalibráló mutatót, hogy a vonalak azonos hosszúságúak és egyenesek legyenek. A tárcsát védjük le a már ismertetett módon!

A markerszélesség-áramkört a most már az „élő” marker segítségével ellenőrizhetjük. Kapcsoljunk „Δf” állásba, keressünk egy markert (pl. 100 MHz), állítsuk a rászter közepére, a löketet pedig 10 MHz szélesre! Ekkor egy rászter 1 MHz-nek felel meg. Forgassuk a MARKER WIDTH potenciométert min. állásba. A szélességnek kb. 200 kHz-es a max. állásban kb. 1 MHz-es értéket kell felvennie. Utolsó lépésként funkcionálisan és a műszaki adatok szerint ellenőrizzük a Sweep Unit-ot.

## Szélessávú detektor 1...1000 MHz-ig

A bevezetőben említést tettem egy szélessávú detektor elkészítéséről. Abban az esetben, ha az olvasó nem rendelkezik olyan diórával, amely még 1 GHz-en is kielégítő eredményt ad, úgy javasolom a *Rádiótechnika 1999/10. számában* közölt mérőfej elkészítését. Az általam közölt diódatípusokon alapuló detektor még 2 GHz-en is 3 dB-es hibán belül dolgozik. A BNC ezen frekvencián már nem javasolt, az „N” csatlakozó használatával jelentős javulást érhetünk el. A detektorba Scottky-diódát ne alkalmazzunk, mert kisszintű (10 mV) jelek esetén „nem szólnak meg”, az aránylag magas nyitófeszültség miatt! Lehetséges az előfeszítésük, de igen körülményes. Erre a célra legalkalmasabb az ún. point contact, ismertebb nevén tűs dióda használata. A baj az, hogy gyártásuk eléggé nehéz és „leszoktak róla” a gyártók, annál is inkább, mert nincs rá nagy kereslet.

A felsorolt diódákat az inkurencát forgalmazó cégeknél talán még megkaphatjuk. Igen népszerű dióda az 1N82xx család. Ezt különböző tokozású formában gyártották, ill. gyártják az óceánon túl. A Siemens a mérőfejeiben előszeretettel alkalmazott GD731-es diódákat. Ennek beszerzése nem lehetetlen, de igen költséges. A pályafutásom során látókörömbe került két típus a GD86E, ill. a CG91H.

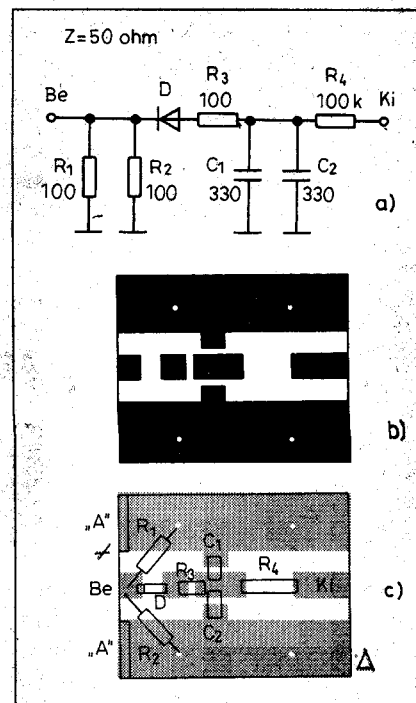
Az 1980-as évek elején a HP kifejlesztette az ún. Zero Bias diódát, amely nem más, mint egy speciálisan ötvözött Schottky dióda. Ezt szívesen ajánlom, mert HSMS2855 vagy HSCH3486 típusjellel beszerezhető a nagyfrekvenciás alkatrészeket árusító üzletben, elfogadható áron. Ez a diódatípus érzékeny a túlterhelésekre, a forrasztási hőmérsékletre. A detektort egy nyáklemezre építhetjük fel. A ház tetszőleges kivitelezésű lehet, amennyiben betartunk néhány alapszabályt.

A detektor elvi kapcsolását a **25.a ábrán** láthatjuk. Amennyiben be tudunk szerezni az EMG által gyártott szakadt kábelű 1396-5 típusjelű oszcilloszkóp-mérőfejet, ebbe építse be a **25.b ábra** szerinti nyákot! A beültetési rajzot a **25.c ábra** mutatja. A dióda alatt a nyákot vágjuk ki! Az A-val jelzett helyeket egy legalább  $0,5 \times 3$  mm keresztmetszetű, rövid sárgarézlemez-csíkkal kösszük össze a bemeneti csatlakozó házával!

A detektor műszaki adatai:

Frekvencia	1...1000 MHz
Frekvenciafüggőség	1...500 MHz $\pm 0,3$ dB 500...1000 MHz $\pm 0,5$ dB 1...2 GHz $\pm 1,5$ dB
Bemeneti impedancia	50 $\Omega$
VSWR (1 MHz és 1000 MHz között)	max. 1,3
Érzékenység	a dióda típusától függ; Zero Bias esetén RF be: 70 dB $\mu$ (3 mV); Det. kim.: 2 mV DC neg.
Maximális bemeneti szint	13 dBm (1 V, 50 $\Omega$ -on)
Kimeneti ellenállás	100 k $\Omega$
Kapacitás	620 pF
Csatlakozók	BNC (50 $\Omega$ )

A bemeneti csatlakozó adott. A kimeneten cseréljük ki a kábelt, vagy építünk be egy BNC-t! (Ezen mérőfejek típushibája, hogy a koaxkabel belső erét képező ellenálláshuzal elszakad.) A műszaki adatokból kiderül, hogy a frekvenciafüggőségen és az érzékenységen kívül igen fontos tényező a VSWR értéke. Adott esetben lezárás-



25. ábra

ként terheli az áramkört, és magas VSWR esetén meghamisíthatja a mérést. Ezért a lezáróellenállás megválasztása kritikus. Sokan esküdnek az SM-ellenállásokra. A tapasztalataim azt mutatják, hogy a jó öreg indukciószegegy, axiálisan köszörült fémrétegellenállásnak nincs párja. Az SM-ellenállás a vékony ellenállásrétege – és némely típus meanderszerű mintázata miatt – induktív jelleget mutat. Ne sajnáljuk tehát az időt és próbáljunk az előzőleg említett hagyományos típusból beszerezni! Az ilyen ellenállással felépített detektor első felépítésre tudni fogja még 600 MHz-en is az 1,3-as VSWR-t.

Magasabb frekvenciákon VSWR-mérővel tudjuk beállítani a megfelelő értéket. Ha kapacitív jelleget mutat a lezárás, akkor a lezáróellenállások föld felőli végét kissé hosszabban forraszszuk be! A kapacitást úgy növelhetjük, hogy a BNC középső erére egy huzal-„bajuszt” forrasztunk és közelítjük a föld felé, illetve a hosszával manipulálunk. Pár tized pF-ról van szó. A diódával sorba kötött 100 Ω-os ellenállás lehet SMD.

Az összeszerelt detektor működőképességét ellenőrizzük! A generátor kimeneti frekvenciáját állítsuk be 10 MHz-re, a szintet 0 dBm-re. A detektor kimenetére csatlakozunk DVM-mel, majd mérjük meg a detektált jel szintjét! Közel csúcshullámot kell kapni. A 0 dBm 50 Ω-on 223 mV, ennek csúcsa 312 mV. Ellenőrizzük a detektor frekvenciakimenetét, 10 MHz-es lépésekkel. A referencia frekvenciát válasszuk 50 MHz-re! Olvassuk le a DVM-en a mutatott feszültséget. Hangoljuk végig a sávot úgy, hogy a kimenőszinttel állítjuk vissza az 50 MHz-en mért szintre, ha kell és a műszeren dB-ben leolvashatjuk az eltérést. A generá-

tor hibáját vonjuk le a mért értékből, és megkapjuk a detektálás frekvencia függőségének hibáját! A generátor hibája  $\pm 0,75$  dB 1...520 MHz sávban 0 dBm esetén. A mérés feltételezi, hogy a generátorunk hiteles. Ha módunkban áll, ellenőrizzük egy ismert jelforrással!

*A cikkben előforduló angol szavak magyar megfelelője*

Amplifier	erősítő
Analog Tuning	egyenfeszültségű hangolás
Attenuator	osztó
Blanking	kioltó
Center	közép (itt: közepes frekvencia)
DC	egyenfeszültség
Detector input	detektorbemenet
DVM	digitális voltmérő
Frequency Switch	frekvencia-kapcsoló
Error	hiba
External Contact	külső csatlakoztatás
External modulation	külső moduláció
Hysteresis Amplifier	histerézis-erősítő
Hysteresis Switch	histerézis-kapcsoló
Horizontal Amplifier	vízszintes erősítő
Internal modulation	belső moduláció
Invert	invertált (fordított; ellenfázisú)
Leveler	szintszabályozó
Line	vonat
Low Pass Filter	aluláteresztő szűrő
Marker	jelző, jelzés
Marker amplifier	markerjel-erősítő
Narrow	keskeny

Offset	szinteltolás (ofszet)
Output	kimenet
Preamplifier	előerősítő
Programmable Attenuator	programozható osztó
Recurrence	folyamatos üzemmód
Reference	alapjel (itt: feszültségreferencia)
Remainder	maradék
Sawtooth Oscillator	fűrészgenerátor
Sawtooth Board	fűrészgenerátor-kártya
Shaper	formáló
Start	kezdet
Step Attenuator	kapcsolható csillapító
Stop	vég
Sweep Unit	eltérítő+egység
Time	idő
Tuning	hangoló
Tuning Amplifier	hangolófeszültség-erősítő
Unleveled	hibás kimeneti szint
Unlock	nyílt szabályozó-hurok
Unlock Flasher	villogó nyílthurok-kijelző
VCO	feszültséggel hangolható oszcillátor
Variable Vernier	változtatható finomhangoló
Vertical Output	függőleges kimenet
Wide	széles
Wideband Output Amplifier	szélessávú kimeneti erősítő
Width	szélesség (itt: a frekvencialöket)

## Nagy Évkönyv-akció!

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

### A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 kötetek közül

1 db csak 900 Ft-ért,

**2 db most összesen 1590 Ft-ért kapható.**

**1991...2002-ig, 12 db csak 8888 Ft**

Személyesen a szerkesztőségben, Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. 9-14 óráig. Tel./fax: 239-4932

✉ 1374 Bp., Pf. 603. [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)



# DC-törpemotorok PWM-szabályozása

Lóska Péter IC szakmérnök, Eger

## 1. Bevezetés

Tanulmányainkból ismeretes, hogy a DC-motor fordulatszámát egyenesen arányos az armatúrát tápláló feszültség átlagértékével. A legjobb sebességszabályozási megoldást ezért egy analóg módon változtatható feszültségű tápegység biztosítaná. Azon hajtásokhoz, melyek az AC-hálózatról működnek, a tápfeszültség változtatása ún. gyújtásszög-képlettel könnyedén megoldható.

A problémák akkor jelentkeznek, ha csak fix DC-feszültség áll rendelkezésünkre. Ide sorolható az összes hordozható és mobil, valamint a fedélzeti készülékek túlnyomó többsége. U. i. a „klasszikus”, soros elötétellenállásos módszer manapság már nemigen alkalmazható, mert:

- a törpemotorok esetén számottevő az ellenállás teljesítménydisszipációja, amely súlyos hőtechnikai problémákat okozhat,
- miniatűr motorok gyakorlatában viszont elsősorban a hely és a súly adta kötöttségek miatt a telepek élettartamának meghosszabbítása a legkritikusabb paraméter,
- a soros ellenállással történő mezozyengítéssel a söntmotort nem lehet a névleges alatti fordulatszámokon szabályozni,
- az armatúraköri ellenállás drasztikusan csökkenti a motor indítónyomatékát, ezen kívül nem teszi lehetővé a névleges fölötti fordulatszámok elérését,
- ha a motort nem ún. univerzális típusra tervezték, akkor az armatúraköri ellenállás kommutációs problémákat is felvetethet,
- a legsúlyosabb érv viszont az, hogy a módszer csak meglehetősen körülményesen automatizálható!

Mindent összevetve, a „soros ellenállás” típusú szabályozás ma már nem alkalmas módszer a széles fordulatszám-tartomány átfogására, sem pedig a terhelőnyomaték ingadozása okozta hatások kiegyenlítésére!

Mint már említettük, a legjobb szabályozást egy változtatható, DC-feszültségforrás jelentené. Ez azonban a telepes készülékeknél szintén nehezen járható út, – elsősorban az analóg módszerek legfeljebb 60%-os hatásfoka miatt. Szerencsénkre, a DC-motor fordulatszámát a feszültség átlagértékére „reagál”. Látni fogjuk, hogy egy viszonylag egyszerű módszerrel „utánnozható” a változtatható tápegység.

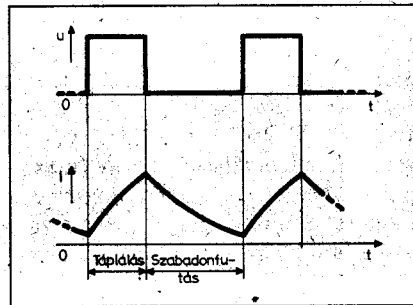
Az ún. impulzusszélesség-moduláció (angolul: Pulse Width Modulation; rövidítve: PWM-) technika mindig a teljes telepfeszültséget kapcsolja a motorra. Azonban nem folyamatosan, hanem relatíve rövid időtartamú impulzusok sorozatának formájában. Így a motor átlagfeszültsége az impulzusorozat ún. *kitöltési tényezőjével* lesz arányos. Az előzőekben felsorolt negatívumok megoldásán túlmenően a módszer nagy előnye, hogy képes kiadós „indítóimpulzusok” előállítására.

Ez utóbbiak különösen a kis fordulatszámú, erősen leterhelt beállításokban előnyösek. A PWM-szabályozási technika bármely (mellékáramkörű, soros, vagy állandó mágnesű = PM) DC-motorhoz alkalmazható, de a legjobb hatásfokkal természetesen a PM-típusokhoz. Az összeállítás ezért egyéb utalás híján mindig PM-motorra vonatkozik. Természetesen a vázolt módszerek könnyedén adaptálhatók a másik két DC-motortípusra is!

A PWM-szabályozási technika bármely (mellékáramkörű, soros, vagy állandó mágnesű = PM) DC-motorhoz alkalmazható, de a legjobb hatásfokkal természetesen a PM-típusokhoz. Az összeállítás ezért egyéb utalás híján mindig PM-motorra vonatkozik. Természetesen a vázolt módszerek könnyedén adaptálhatók a másik két DC-motortípusra is!

## 2. Az egyszerű PWM-szabályozók alapvető építőkövei

Első lépésben tételezzük fel, hogy a választott motor elektromos és mechanikai jellemzői kielégítik a táplálás és



1. ábra. A motorfeszültség és -áram hullámformái

a terhelés szabta feltételeket. Azonban még mielőtt elkezdenénk a rendszer tervezését, két alapvető tényezőt kell megfontolás tárgyává tennünk. Ezek:

- a szabályozástól megkívánt átfogási tartomány; vagyis a tápfeszültség impulzussorozatának legkisebb, ill. legnagyobb kitöltési tényezője,
- a PWM-hullámforma ismétlődési-, más szóval vivőfrekvenciája.

A kitöltési tényező legkisebb értékét a kapcsoló teljesítménytranszisztor  $t_{ON}$ , míg a legnagyobbat annak  $t_{OFF}$  ideje korlátozza. Anélkül, hogy túlzottan a mondanivalónk elébe vágnánk, érdemes leszögeznünk, hogy az esetünkben alkalmazott legnagyobb vivőfrekvencia kb. 20 kHz. Mindebből következik, hogy egy miniatűr DC-motor átlagos szabályozásánál meg kell hogy elégedjünk a kitöltési tényező 5...95% közötti átfogási tartományával. Ezzel a megkötéssel a legnagyobb ismétlődési frekvencián még éppen biztosítható egy közepesen gyors npn teljesítménytranszisztor tökéletes be-, és főleg kikapcsolása. Gondoljuk meg, hogy ilyen feltételek közepette az eszköz kikapcsolásához a szélsőséges helyzetben mindössze 2,5  $\mu$ s áll rendelkezésre!

Igen gyors félvezetők (pl. Power MOSFET, GTOS) alkalmazásával lehetőség nyílik az átfogási tartomány kiterjesztésére, kb. 2% és 98% közé. Ezzel a szabályozó transzfer karakterisztikájában tapasztalható „ugrások” mintegy 2%-osak lesznek. Leszögezhettük tehát, hogy egy PWM-típusú DC-hajtás linearitása elsősorban a teljesítmény-félvezetők kapcsolási sebességének függvénye!

A vivőfrekvencia megválasztása szintúgy kompromisszumos. A legfontosabb szempont abból következik, hogy a motor nyomatéka egyenesen arányos az armatúra áramával. Ezért kívánatos, hogy ez az áram inkább folyamatos legyen, mintsem pulzáló! Nagyobb frekvenciákon könnyebben teljesíthető, hogy a motoráram nem csökken egy adott szint alá, midőn a teljesítménytranszisztor kikapcsolt állapotban van. Ez idő alatt az exponenciális

# 1. táblázat. Útmutatás az impulzusfrekvencia megválasztásához

$P_{mot}$ W	$f_{max}$ Hz
0,1...1	20000
3	10000
10	4000
30	2000
100	1000
300	700
1000	400
3000	200

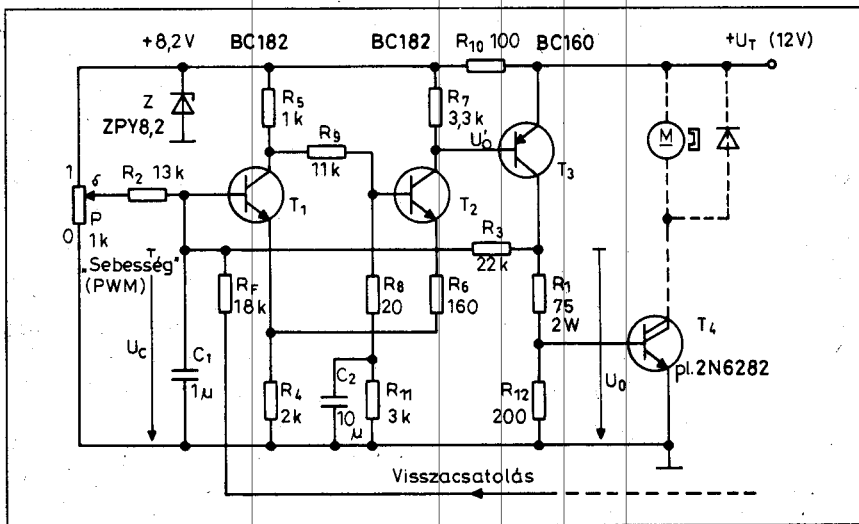
san csökkenő motoráram az ún. szabadonfutó diódán keresztül cirkulál (1. ábra). Amennyiben a rendszer kellemetlen hangot ad, a vívőfrekvenciát a 18...20 kHz-es tartományba kell választani. Természetesen ez már a közepes DC-motorok esetén sem egyszerűen követhető út, elsősorban a félvezető eszközök véges sebessége miatt. Ilyenkor az impulzusfrekvenciát olyannyira kell csökkenteni, hogy a nyomatéklüktesítés még éppen elviselhető legyen. Erősen korlátozó tényezőt jelent alulról a motor és a terhelés mechanikai rezonanciája (v.ö. kritikus fordulatszám).

Az impulzusfrekvencia megválasztásához a szabályozni kívánt motor teljesítményének függvényében az 1. táblázat ad tájékoztató jellegű útbaigazítást.

## 2.1. A Schmitt-modulátor

Kevésbé igényes alkalmazásokhoz, mérsékelt kitöltéstényező-átfogás (kb. 25...80%) igénye esetén jól alkalmazható a 2. ábrán vázolt kapcsolás. Előnye, hogy egyaránt lehetővé teszi a manuális és az automatikus szabályozást. A megoldás magvát egy Schmitt-féle billenőkör továbbfejlesztése képezi, amelyet a célnak megfelelően kiegészítettük a  $T_3$  alkotta fázisfordító (meghajtó) fokozattal. A szakirodalom a vázolt áramkört találóan Schmitt-modulátornak is nevezi.

Mint az ismeretes, az ilyen billenőkört a helyes működés érdekében megfelelő nagyságú hiszterézisre állítjuk be. Ez annyit jelent, hogy a fokozat át- és visszabilenése a bemenő feszültség (jelen esetben az  $U_c$ ) két jól elkülöníthető pillanatértékénél, – más szóval



2. ábra. A Schmitt-modulátor

küszöbszinteknél történik. Jól szemlélteti az időbeni folyamatokat a 3. ábra.

Általános esetben a  $C_1$  időzítő-kondenzátor töltődését, ill. kisütését három irányból jövő áram előjelhelyes összege határozza meg. Ezek rendre:

- a P „sebesség” (kitöltési tényező) szabályozó potenciométer csúszkája felől az  $R_2$  ellenálláson,
- az  $R_3$  ún. belső visszacsatolást biztosító és
- az ún. külső visszacsatoló hurok  $R_F$  jelű ellenállásán keresztül folyó áram.

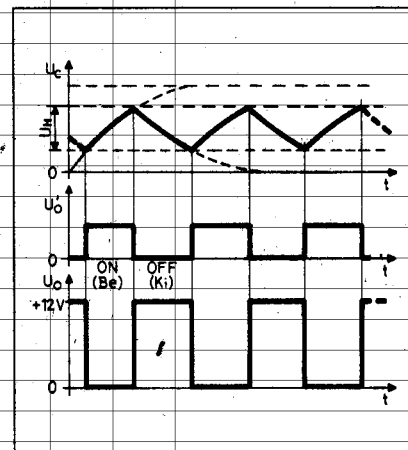
A billenési feszültségek közötti különbség, vagyis a hiszterézis miatti állandósult állapotban az  $U_c$  bemenő („vezérlő”) feszültség egy általános fűrészeljre emlékeztet. Első közelítésben tekintünk el a külső visszacsatoló hurok hatásától, vagyis helyettesítsük szakadással az  $R_F$ -ellenállást! Ezt követően az elrendezés működésére nézve a következő, alapvető megállapításokat tehetjük:

- az  $U_c$  feszültség felfutó homlokmeredekségét – vagyis a működési ciklus  $t_{ON}$  részidejét az  $R_2$  és az  $R_3$  ellenállás áramának az összege határozza meg.  $U_i$  ebben az intervallumban az  $U_0$  kimenőfeszültség kb. +12 V, és a csúszka potenciálja is pozitív (max. +8,2 V). Így a  $t_{ON}$  részidő a P potenciométerrel szabályozható, még hozzá a csúszkafeszültséggel fordított arányosságban,
- a kondenzátor feszültségének lefutó meredekségét, vagyis a működési ciklus  $t_{OFF}$  részidejét az  $R_2$  és az  $R_3$

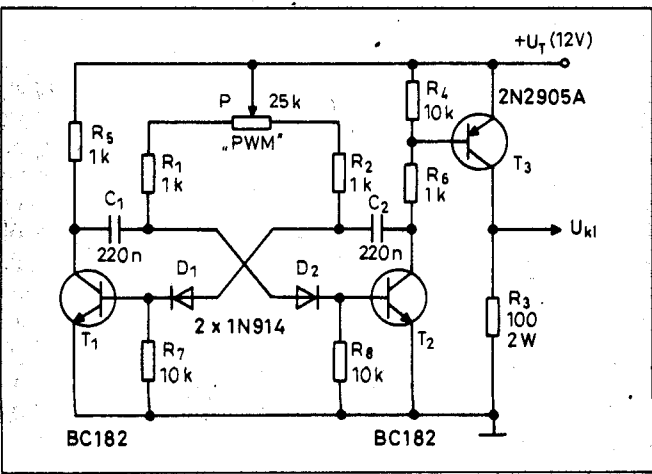
ellenállás áramának mintegy a „különbsége” szabja meg. Így a  $t_{OFF}$  annál inkább elnyúlik, minél nagyobb a P csúszkafeszültsége (egyenes arányosság).

Mindezek után azt mondhatjuk, hogy „felcsavart” P esetén kicsi, „lecsavart” állásban pedig nagy az  $U_0$  hullámforma kitöltési tényezője. Alkalmasan megválasztott értékelt feszültség és  $R_F$  ellenállás birtokában a kapcsolás negatívan visszacsatolható, más szóval automatizálható (követő jellegű szabályozás).

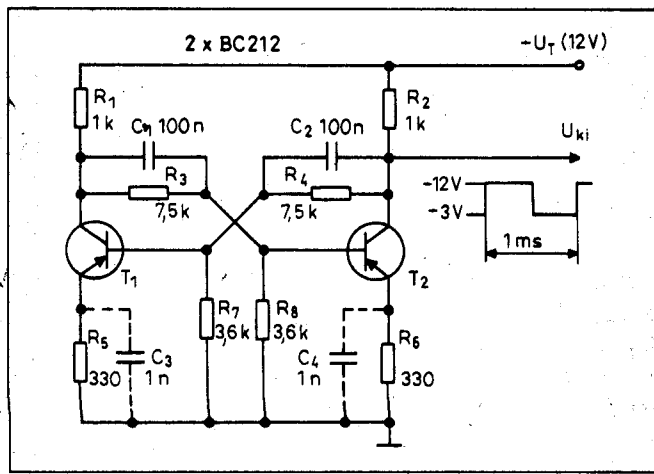
Látható, hogy helyes beállítás esetén az áramkör „önrezgő”. A P potenciométerrel megfelelő tartományban szabályozni lehet a kimenő impulzus-sorozat frekvenciáját és kitöltési tényezőjét.



3. ábra. A Schmitt-modulátor jellegzetes hullámformái



4. ábra. Multivibrátor-típusú impulzusszélesség-modulátor



5. ábra. A hagyományos multivibrátor alapáramköre

## 2.2. A klasszikus multivibrátoron alapuló impulzusszélesség-modulátorok

Egyszerű, mondhatni klasszikus, manuális PWM-áramkört vázol a 4. ábra, amely tulajdonképpen egy aszimmetrikus, astabil (szabadonfutó) multivibrátor. Az 5. ábrán felelevenített szimmetrikus négyszóghullám-generátorból a kollektorellenállás célszerű átrendezésével kapjuk. Az ilyen áramkörrel egy adott frekvencia mellett elérhető kitöltési tényező szabályozási tartományát az korlátozza, hogy az időzítő-kondenzátoroknak a kikapcsolt tranzisztor kollektorellenállásán keresztül kell feltöltődniük.

A kitöltési tényező szélsőséges értékeit az  $R_1$  és az  $R_2$  ellenállás alkalmas megválasztásával vagy trimmerelésével lehet beállítani, a P szabályozó potenciométer véghelyezeteiben. Ezen áramkörrel a kitöltési tényező optimálisan elérhető szabályozási tartománya kb. 1 : 20, vagyis mintegy 5...95%, ami a közepesen igényes alkalmazások számára még éppen kielégítő.

A  $T_2$  tranzisztor kollektoráramát a  $T_3$  elválasztó- (Buffer-) fokozat erősíti és formálja, így alkalmassá teszi a Darlington-végfokozat vezérlésére. Az ilyen szabadonfutó (öntrIGGERELŐ) multivibrátorok közös hátrányai:

- viszonylag nagy értékű csatoló-kondenzátorokat igényelnek, ezért a kollektorköri hullámforma eltorzul, legömbölyödik,
- a tranzisztor-maradékáramok különösen nagy hőmérsékleteken erősen éreztetik hatásukat. Nem egészen szélsőséges esetben már az időzítések kb. 25%-

os csökkenésével is számolni lehet!

## 2.3. A hibrid multivibrátor típusú impulzusszélesség-modulátorok

Sokat segít a fenti problémákon a szerző által már publikált, ún. hibrid multivibrátor. Ez az áramkör az egyáttmenetű tranzisztoros (UJT-s) relaxációs oszcillátorok és az ún. telített, bistabil flip-flopok együttes előnyös tulajdonságait kamatoztatja. Impulzusszélesség-modulátor céljára átalakított és leginkább ajánlható változatát a 6. ábra szemlélteti.

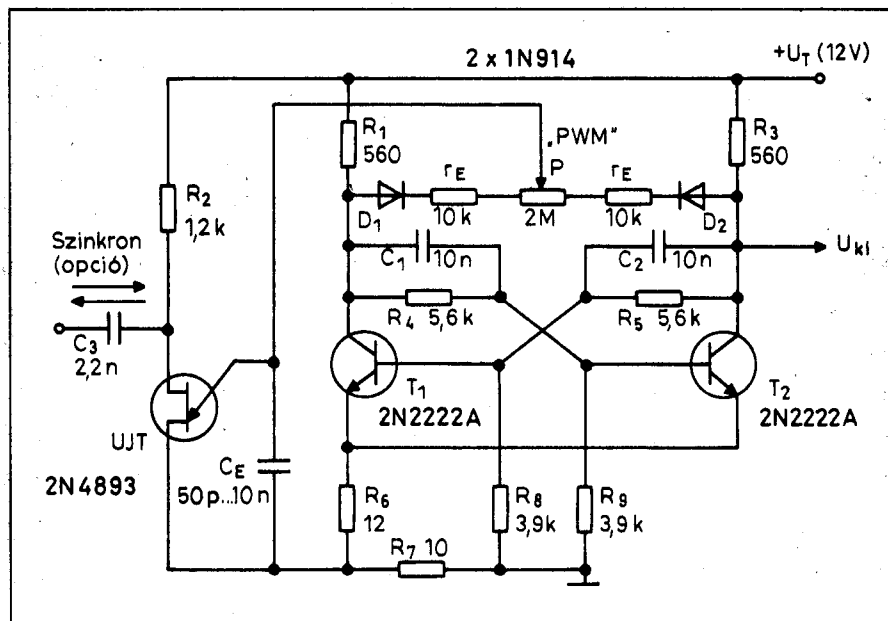
A planár UJT mint időzítő és relaxációs impulzusgenerátor dolgozik. A kisméretű  $C_E$  emitterkondenzátor min-

dig a kikapcsolt tranzisztor kollektorról töltődik, az elválasztó diódán és a megfelelő soros ellenálláson keresztül. Amikor a kondenzátor feszültsége eléri az UJT  $U_P \approx U_{\eta}$  ún. csúcsponti feszültségét, akkor az eszköz egy nagy energiájú impulzust juttat a flip-flop emitterkörére és így azt az előzővel ellentétes állapotba billenti.

Az áramkör elrendezéséből fakadóan a működési periódus, vagyis két részidejének összege állandó. Más szavakkal: az ismétlődési frekvencia állandó. Felhasználva a 6. ábra jelöléseit:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{1}{f} \approx$$

$$\approx (P + 2r_E) C_E \ln \frac{1}{1 - \eta} \quad (1)$$



6. ábra. PWM-célokra kialakított hibrid multivibrátor

A generált kollektorköri hullámforma legkisebb ill. legnagyobb kitöltési tényezője a

$$K_m = \frac{r_E}{P + 2r_E} \quad (2)$$

és a

$$K_M = \frac{P + r_E}{P + 2r_E} \quad (3)$$

képlettel számolható.

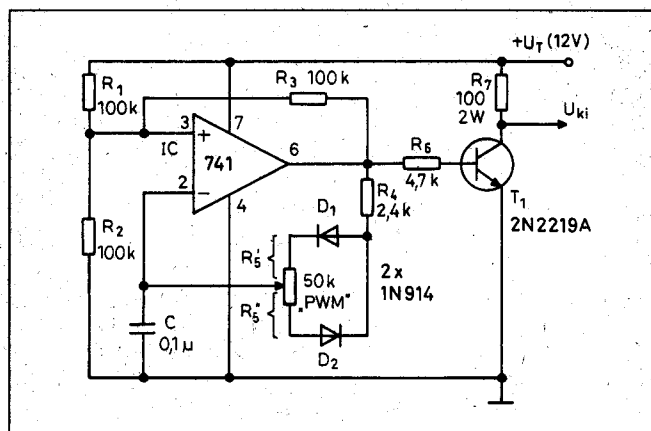
Az  $r_E$  ún. védellenállások és a P potenciométer alkalmas megválasztásával a kitöltési tényező szélsőséges értékeinek aránya akár 1000 is lehet!

A vázolt hibrid PWM-áramkör kiemelkedő előnyei tömören a következők:

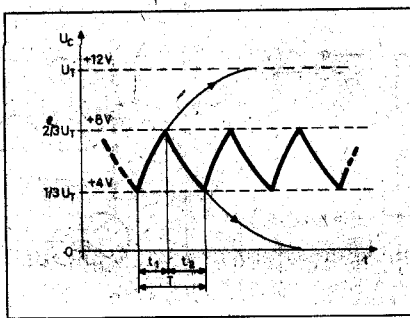
- egyetlen, kis méretű időzítő-kondenzátor,
- kitűnő (1,5%-os) frekvenciastabilitás,
- nagy átfogási tartomány,
- tökéletesen sarkos jelalak, amely kiváltképp alkalmas további feldolgozásra,
- az időzítési paraméterek jól kézbeartathatók,
- az UJT a B2 elektródáján keresztül szinkronizálható, így egyszerű lehetőség nyílik a rendszer távvezérlésére és automatizálására.

#### 2.4. Analóg integrált áramkörös impulzusszélesség-modulátorok

Következő példánk az analóg integrált áramkörös impulzusszélesség-modulátort szemlélteti. (7. ábra). Hagyományos műveleti erősítő alkalmazásával most is csak egy időzítő-kondenzátor, ezenkívül néhány további diszkrét épí-



7. ábra. Analóg integráltáramkörös impulzusszélesség-modulátor



8. ábra. A kondenzátorfeszültség hullámformája

tőelem szükséges. Az áramkörrel elérhető frekvenciatartományt elsősorban az IC nagyszintű, ún. kapcsoló tulajdonságai korlátozzák. Észre kell venni, hogy a műveleti erősítő komparátorként működik. Kimenete ezért periodikusan vagy a pozitív telepfeszültségen, vagy pedig a földön van.

Első közelítésben azt mondhatjuk, hogy a tok pozitív bemenetét az  $R_1$  és az  $R_2$  ellenállás alkotta feszültségosztó egy referenciafeszültségen megfogja. A bekapcsolást követően a kondenzátor töltetlen, így az IC kimenete a pozitív telítésbe megy. Ezért az  $R_4$ ,  $D_1$  és az  $R_5$  alkatелеmen keresztül a pozitív irányban kezd töltődni az időzítő kondenzátor. Amikor a feszültsége meghaladja a referencia szintjét, akkor a műveleti erősítő a negatív telítésbe billen. A kondenzátor most kisül a  $D_2$  diódán, az  $R_4$  és az  $R_5$  ellenálláson, valamint a tok kimenetén keresztül. Mihelyst a feszültsége egy adott mértékkel a referencia alá esik, az IC ismét a pozitív telítésbe ugrik, és a folyamat periodikusan ismétlődik. Könnyen belátható, hogy az áramkör az  $R_5$  potenciométer csúszkájának helyzetétől függő kitöltési tényezőjű impulzussorozatot ál-

lít elő. A diódás elválasztás következtében a kondenzátor töltődési és kisülési időállandója elkülönül, miközben az ismétlődési frekvencia közelítőleg állandó.

Második közelítésben tekintetbe kell venni, hogy az áramkör rendelkezik egy – a működése szempontjából oly nélkülözhetetlen – hiszterézissel. Uí. amíg a kondenzátor feszültsége kisebb, mint a referencia, addig az IC kimenete gyakorlatilag a pozitív telepfeszültségen van. Így az  $R_3$  jeltű, vagyis a pozitív visszacsatoló, 100 kΩ-os ellenállás virtuálisan párhuzamosan kapcsolódik az  $R_1$ -gyel és ezáltal:  $0,666 U_B$ -re (= 8 V-ra) növeli a „pozitív irányú” referenciát. Ezt kell meghaladnia a kondenzátor feszültségének, hogy az eszköz kimenete a negatív telítésbe, vagyis a földre billenjen. Ilyenkor viszont az  $R_3$  visszacsatoló ellenállás az osztó alsó tagjával, vagyis az  $R_2$ -vel kapcsolódik párhuzamosan. A „negatív irányú” referencia tehát  $0,33 U_B$  (= 4 V) lesz. Amikor a kondenzátor feszültsége ezen érték alá kerül, akkor vált át az IC ismét a pozitív telítésbe (8. ábra).

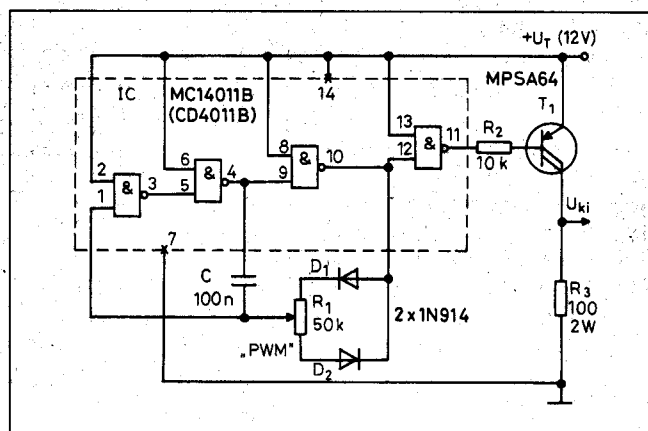
Látható, hogy  $R_1 = R_3$  feltételezéssel a rendszer hiszterézise  $U_B/3$ , ahol  $U_B$  az alkalmazott telep- (táp-) feszültsége. A 7. ábra jelöléseinek felhasználásával a generált közepes periódusidő óvatos közelítéssel:

$$T = \frac{1}{f} \approx 0,7 C (2R_4 + R_5) \quad (4)$$

A hullámforma egyes részidői pedig:

$$t_1 \approx 0,7 C (R_4 + R_5'), \text{ és} \quad (5)$$

$$t_2 \approx 0,7 C (R_4 + R_5''). \quad (6)$$



9. ábra. CMOS IC-ből felépített PWM-áramkör

A legkisebb kitöltési tényező:

$$K_m = \frac{R_4}{2R_4 + R_5} \quad (7)$$

$$K_m = \frac{2,5 \text{ k}\Omega}{55 \text{ k}\Omega} = 0,0455 = 4,55\%$$

A legnagyobb kitöltési tényező pedig:

$$K_M = \frac{R_4 + R_5}{2R_4 + R_5} \quad (8)$$

$$K_M = \frac{52,5 \text{ k}\Omega}{55 \text{ k}\Omega} = 0,954 = 95,4\%$$

A modulátorral elméletileg elérhető teljesítmény-átfogási tartomány

$$\frac{K_M}{K_m} = \frac{95,4\%}{4,55\%} \approx 21. \quad (9)$$

A gyakorlatban 18...20-szoros viszony még realizálható. Végül megemlítjük, hogy a  $T_1$  tranzisztorral felépített nagyszintű jelfordító illeszti az impulzusszélesség modulátort a motormeghajtó Darlington-párhoz.

### 2.5. Impulzusszélesség modulátorok digitális IC-vel

A soron következő PWM-áramkör a Motorola cég ajánlása. Kiemelkedő előnye, hogy az integrált áramkörön kívül csak minimális számú külső alkatelmelet igényel (9. ábra).

A megoldás tulajdonképpen a már jól ismert, ún. inverteroszillátor javított és továbbfejlesztett változata. Maga az MC14011B (CD4011B) jelű IC egy CMOS technológiával készült, 4 db 2 bemenetű NAND kapu.

Mivel a CMOS IC-k kimenő árama „belülről” elektronikusán korlátozott, ezért elmaradhat az előzőekben megismert  $R_4$  ellenállás.

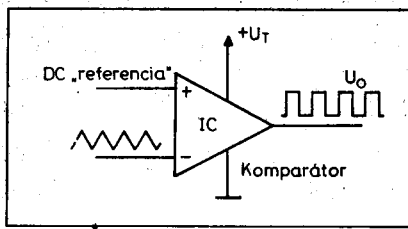
A kapcsolással elérhető kitöltési tényező tartomány így megnő; a gyakorlatban kb. 3...97%.

Különleges igények esetén természetesen csökkenthető ez az átfogás egy megfelelő értékű  $R_4$  ellenállás beiktatásával.

Az áramköri sémából és a CMOS tok belső védelmi rendszeréből fakadóan a kondenzátoron a telepfeszültség-nél valamelyest nagyobb feszültséglengés áll elő.

A periódusidőt első közelítésben a

$$T = \frac{1}{f} \approx 0,8 R_1 C \quad (10)$$



10. ábra. Az elektronikus impulzusszélesség-moduláció alapelve

formulával becsülhetjük meg. Az impulzusszélesség-modulátorral a gyakorlatban is elérhető teljesítményátfogás

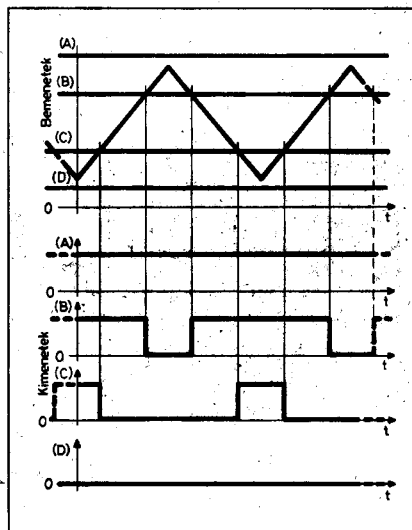
$$\frac{K_M}{K_m} \approx \frac{97\%}{3\%} = 32,4$$

Az áramkör a jó néhány előnyös tulajdonsága mellett egyedül azzal a hátránnyal rendelkezik, hogy csekély (kb. 1 mA) a rendelkezésre álló kimenő árama.

Ezért okvetlenül monolit Darlington-páros elválasztó erősítő kövesse (9. ábra)! Érdemes megjegyezni, hogy az eddig bemutatott összes PWM-áramkörhöz egyaránt adaptálhatók mind az npn, mind a pnp polaritású buffer fokozatok!

### 2.6. Az elektronikus szabályozás

Az előzőekben bemutatott áramkörök mindegyikénél manuális módszerrel történt az impulzussorozat szélességének szabályozása. Más szóval: nem nyílt lehetőség arra hogy valamilyen



11. ábra. Az elektronikus kialakított PWM jelalakok

analóg, elektronikus jellel lehessen ugyanezt elérni. Amennyiben (és tegyük hozzá hogy jogosan) felvetődik ez az igény, akkor a komplex IC-k gyakorlatában is használatos módszerhez célszerű folyamodni. Tekintsük a 10. ábrát, amely az alapáramkör lényegét szemlélteti!

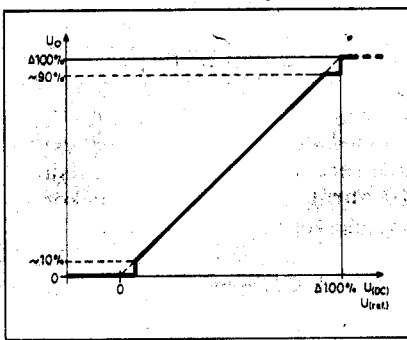
A nagy erősítési tényezőjű és kimeneti jelmeredekségű, valamint korlátozott kimeneti feszültséglengésű műveleti erősítőt komparátorként használjuk. Ez utóbbi – mint látható – két vezérlőjelet igényel:

- az invertáló bemenetet egy fix amplitúdójú és frekvenciájú háromszöghullám,
- a pozitív bemenetet pedig egy változtatható nagyságú DC-jel táplálja.

A működés lehetséges változatait a 11. ábra szemlélteti. Az (A) esetben a DC-, „referencia” mindenütt pozitívabb a háromszöghullámhoz képest, ezért a kimenet folyamatosan H szinten (kb.  $+U_T$ ) lesz. A (B)-vel jelölt módusban a háromszöggel pozitív csúcsai már „meghaladják” a DC-bemenőfeszültség aktuális értékét, így ezen rövid intervallumokban L szintbe (GND) vált a kimenet. A (C) változatban a referenciájel már kisebb, mint a háromszöghullám aritmetikai átlagértéke. Ezért a kimenőjel kitöltési tényezője kevesebb mint 50%, más szavakkal: hosszabb ideig van L, mint H állapotban. A (D) esetben a DC-bemenőjel minden pillanatban kisebb (negatívabb), mint a háromszöghullám, ezért a komparátor kimenete folyamatosan földpotenciálón (L) marad.

Látható, hogy egy ilyen típusú áramkörrel az impulzusszélességet a teljes bekapcsolás és a kikapcsolás között (legalább is elvileg) folyamatosan lehet szabályozni. Azonban, ha a gyakorlatban tüzetesen megvizsgáljuk egy ilyen PWM-szabályozó transzfer karakterisztikáját, akkor azt találjuk, hogy az nem tökéletesen folyamatos! Nevezetesen a teljes kikapcsolás után, ill. a bekapcsolás előtt kisebb ugrások tapasztalhatók, melyek a háromszöghullám völgy- és csúcspontjainak lekekrítettségeitől erednek (12. ábra). Integrált áramkörös rendszereknél ez a nonlinearitás többnyire 1% alatt marad, így a hajtásszabályozások túlnyomó többségénél elhanyagolható hatású!

A vázolt módszer a 13. ábrán látható gyakorlati kapcsolásban ölt testet.

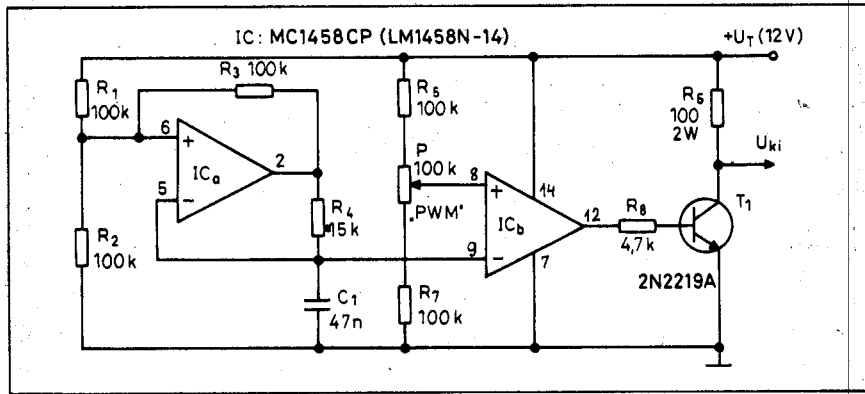


12. ábra. Rendellenességek egy PWM-szabályozó transzfer karakterisztikájában

A két funkciót egy népszerű, kettős műveleti erősítő IC valósítja meg, amely betölti a háromszögjel-generátor és a komparátor szerepét is. Ez utóbbi kimenetén találjuk a már megszokott, elválasztó (buffer) fokozatot.

Előjáróban megjegyezzük, hogy az ilyen egyszerű, kisteljesítményű hajtásszabályozóhoz nem szükséges a műszer- és mérés technikából ismeretes nagy linearitású, precíziós háromszögjel-generátor. Nagyon jól szolgálja a célt egy, az exponenciális töltődési és kisütési görbék kezdeti szakaszait hasznosító megoldás, amelynek jellegzetes általános oszcillogramját a 8. ábra szemlélteti. Lényeges viszont, hogy a csúcs- és a völgypontok határozottak, vagyis élesek legyenek!

Ezen gondolatoktól vezérelve döntöttünk az egyszerűség mellett és a háromszög hullám generátor alapjául a 7. ábrán vázolt kapcsolást választottuk. Mivel most nem kívánalom az emelke-



13. ábra. Elektronikus impulzusszélesség-modulátor elvi vázlata

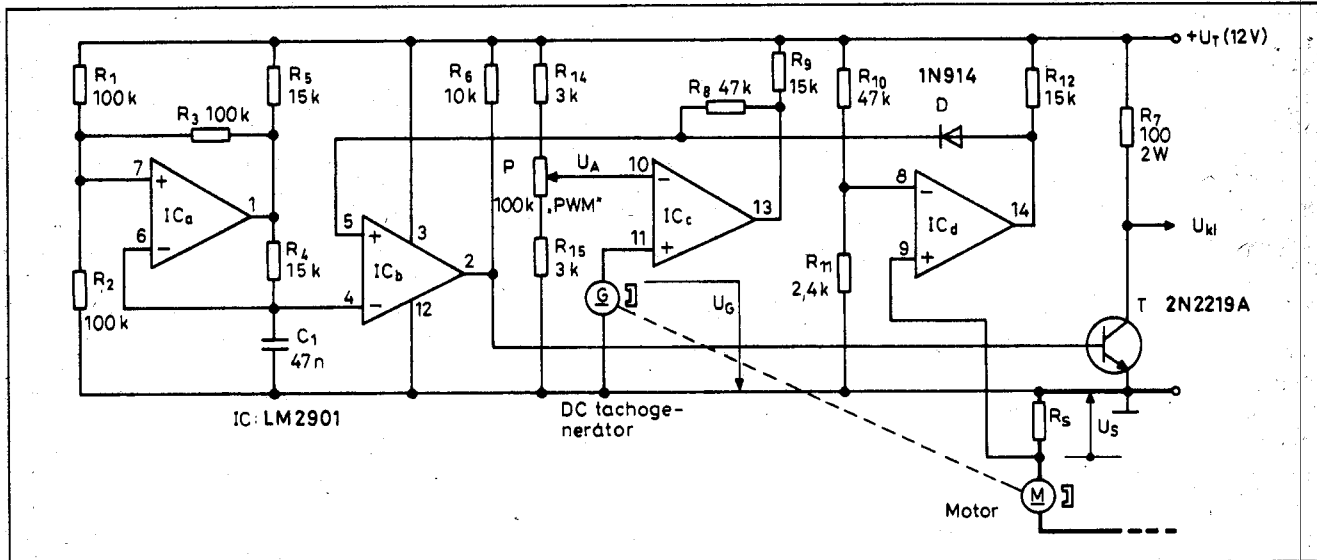
dő és a lefutó oldal meredekségének független szabályozása, ezért elhagytuk a csatolódiódákat és a P potenciómétert, míg a megmaradt  $R_4$  töltőellenállást  $15 \text{ k}\Omega$ -osra választottuk. A módszer 50%-os „kitöltési tényezőjű”, enyhén görbült, mindamellett pedig megfelelően hegyes „háromszöghullámot” generál, amelyet a  $C_1$  időzítőkondenzátorról vehetünk le.

A behatóbb vizsgálatok azt mutatják, hogy a jelalak csúcsainak lekerekítettségét elsősorban az  $IC_{1a}$  fokozat slew-rate-je, mint korlátozó tényező szabja meg. A gyakorlati ellenőrzések során azt tapasztaltuk, hogy kb. 20 kHz-es ismétlődési frekvenciáig a transzfer karakterisztikában jelentkező „lépcsők” 1% alatt tarthatók.

Az  $IC_{1b}$  neminvertáló bemenetén található komplett feszültségosztó úgy van beállítva, hogy a csúszkán  $1/3 \dots 2/3 U_T$  közötti értékek jelentkeznek. Ezzel lehetővé válik a teljes tar-

tományra kiterjedő impulzusszélesség-moduláció manuális szabályozása. Amennyiben a feszültségosztó  $R_5$  és  $R_7$  ellenállását (a potencióméterhez képest) valamelyest kisebbre (pl.  $91 \text{ k}\Omega$ -ra) választjuk, akkor a szabályozás mindkét szélén egy kismérvű ún. holtzónát idézünk elő. Ez a beállítási lehetőség pl. akkor kívánatos, ha a kimenőfeszültséget mindenféleképpen a teljes ki- és a bekapcsolás között akarjuk változtatni, méghozzá a legkedvezőtlenebb alkatrész toleranciák esetén is (Worst-Case).

Noha a példaként vázolt megoldás egy jó minőségű manuális szabályozó, de ennek bemenete nem kizárólag csak egy potencióméter csúszkája lehet! A gyakorlatban megfelelő szintű, tetszőleges eredetű DC-bemenőjelet alkalmazhatunk. Ez utóbbi eredhet például a motor tachogenerátorától, vagy a pozíciószabályozótól, de lehet visszacsatoló, esetleg alapelj is.



14. ábra. Javított kivitelű, DC-motor szabályozó PWM-áramkör



Az előzők alkalmazására láthatunk konkrét példát a 14. ábrán. A megoldás kiemelkedő előnye, hogy csak egyetlen – egyébként négy független komparátort magába foglaló – tokot igényel. Így egy integrált áramkörben lehet összpontosítani mind az érzékelés, mind pedig a szabályozás PWM-funkcióját.

Az IC<sub>1a</sub> is az IC<sub>1b</sub> komparátor alkotó áramkör az előzők során már megismert, elektronikus vezérlésű impulzusszélesség-modulátor. Változtatható kítőltési tényezőjű kimenőjelét a T<sub>1</sub> erősíti, invertálja és illeszti a motort vezérlő Darlington-párhoz. A moduláló DC-vezérlőjel az IC<sub>1b</sub> neminvertáló bemenetére csatlakozik egy összegző-kapcsolás segítségével.

Az IC<sub>1c</sub> komparátor a motor szögsebességével arányos DC-tachogenerátor feszültségét figyeli. Amíg ez utóbbi kisebb, mint a P sebességszabályozó potenciométer csúszkájáról levethető ún. fordulatszám-beállító alapjel, addig a 13. számú kimenet L (GND) szintet ad az impulzusszélesség-modulátor bemenetére. Ennek hatására az IC<sub>1b</sub> kimenete is L állapotban marad, ami a T inverteren keresztül nagyszintű vezérlést biztosít a motort meghajtó Darlington-párnak. Mindezek eredményeként gyorsul a motor, és így a DC-tachogenerátor feszültsége is növekszik.

Amint a tachogenerátor U<sub>G</sub> feszültsége kezdi megközelíteni az U<sub>A</sub> alapjel értékét, akkor a 11. ábra kapcsán részletezett impulzusszélesség modulációs folyamat fog lezajlani. Ennek eredményeként a motor egyre keskenyebb feszültségimpulzusok formájában kap táplálást, mindaddig, amíg be nem áll az egyensúlyi állapot.

Az IC<sub>1d</sub> komparátort a motoráram, ill. a nyomaték határolására használjuk. Ezt az IC igen kis telítési kimenőfeszültsége teszi lehetővé, ami 4 mA terhelőáramnál tipikusan 0,25 V értékű. A motoráram alapjelet az R<sub>10</sub> és az R<sub>11</sub> ellenállás alkotta feszültségosztó állítja elő az IC<sub>1d</sub> invertáló bemenetén. Figyelembe véve az IC tipikusan 100 nA-es input BIAS-áramát, azt találjuk, hogy U<sub>S</sub> = 400 mV környékén veszi kezdetét az áramkorlátozás.

Ennek érdekében egy olyan kis értékű R<sub>S</sub> ellenállást kell beiktatni a motor és a föld közé, hogy azon a legnagyobb megengedett motoráram hatására kb. 400 mV feszültségessé álljon elő. Vagyis:

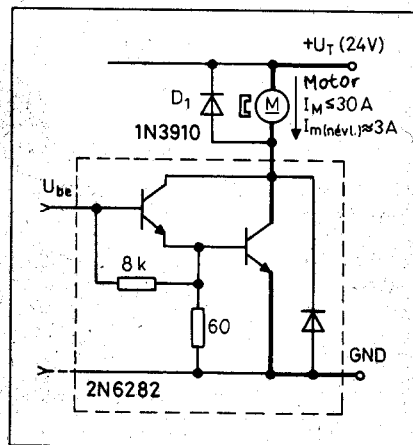
$$R_S = \frac{400 \text{ mV}}{I_M} \quad (11)$$

Ha a motoráram (pl. túlterhelés folytán) túllépné I<sub>M</sub> értékét, más szóval U<sub>S</sub> = 400 mV állna elő, akkor az IC<sub>1d</sub> kimenete H szintbe vált. Ez a D elválasztó- és megfogódiódán keresztül megemeli az impulzusmodulátor vezérlő bemenetét. Eredményként az IC<sub>1b</sub> kimenete is H lesz, ami a T inverteren keresztül megszünteti a motor táplálását.

## 2.7. Teljesítmény-végfokozatok

A teljesítmény-végfokozat az impulzusszélesség-modulált jelet erősíti, majd továbbítja a DC-motorhoz. Ez utóbbi névleges kapocsfeszültség-tartománya esetünkben 6 V és 120 V közé esik, így egyaránt lehetőség nyílik a germánium és a szilícium alapanyagú eszközök használatára.

Az „újabb típusú” nagyteljesítményű germániumtranzisztorok jellegzetesen U<sub>CEO</sub> = 80 V és I<sub>CM</sub> = 60 A határadatokkal (pl. a népszerű TO-3 tokozásban) állnak rendelkezésünkre. Viszonylagos olcsóságuk mellett további előnyük, hogy igen kicsi a telítési ellenállásuk. Pl. az előző eszközre tipikusan 3 mΩ. Ezen a 60 A-es kollektoráram kb. 200 mV maradékfeszültséget ejt. Nagy hátránya a germánium eszkö-



15. ábra. A legegyszerűbb teljesítményerősítő fokozat

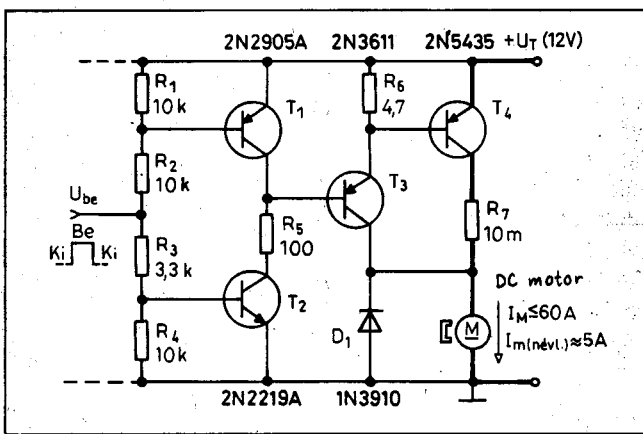
zőknek, hogy rendkívül alacsony (sajátosan: 4 kHz) a határfrekvenciájuk.

A szilícium tranzisztorok előnye, hogy egyre nagyobb választékban és komplementer párokban állnak rendelkezésünkre, nagyságrendekkel magasabb a tranzitfrekvenciájuk és a feszültség határadataik. Öröndetes, hogy a monolit Darlington-párok és az „óriás-tranzisztorok” is terjednek. Hátrányuk a nagyobb telítési ellenállás, melyen az üzemi kollektoráram kb. 0,5...2 V-os maradékfeszültséget ejt!

A végfokozatban alkalmazandó eszköz(ök) megválasztása így a kiindulási feltételektől és a teljesítendő kívá-

2. táblázat. Támpontok a teljesítménytranzisztor megválasztásához

I <sub>M</sub> A	Típus	U <sub>T</sub>			
		0...12 V	24 V	42...48 V	110...120 V
1...2	Si npn Si pnp	TIP31 TIP32	2N3054A 2N6049	MJE244 MJE254	2N5838 2N6211
2...4	Si npn Si pnp	BD243 BD244	2N6315 2N6317	2N5338 2N6192	MJ15011 MJ15019
4...8	Si npn Si pnp	2N6486 2N6489	2N5990 2N5987	2N6059 2N6052	MJ11020 MJ11019
8...15	Ge pnp Si npn Si pnp	2N1549	2N1550 2N6282 2N6285	2N1552 2N6284 2N6287	BUV11
15...30	Ge pnp Si npn Si pnp	2N2156	2N5693 2N5685 2N5683	2N5695 2N5686 2N5684	BUV21
30...60	Ge pnp Si npn Si pnp	2N4277	2N5438 MJ14000 MJ14001	2N5440 MJ14002 MJ14003	BUS51
60...100	Si npn			BUS50	MJ10047
100...200	Ge pnp Si npn	MP801	MP801	MP800	MJ10102
200...400	Si npn				MJ10202

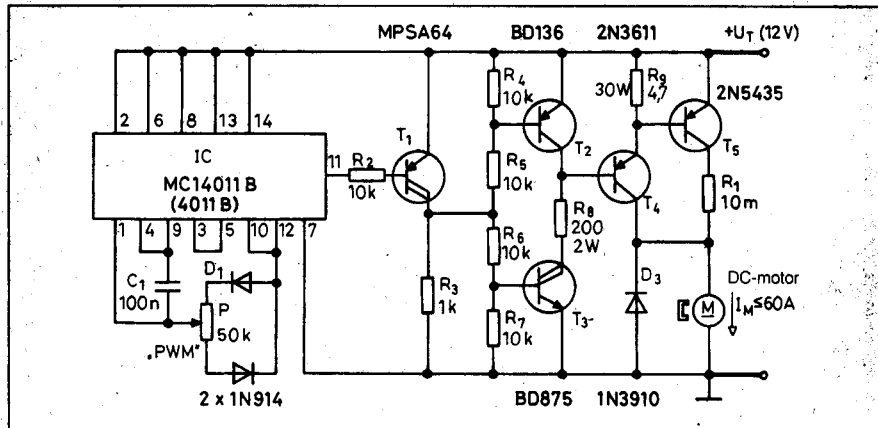


16. ábra. 60 A terhelhetőségű vég-erősítő

nalmaktól függ. Első közelítésben azt mondhatjuk, hogy kb. 15 V-os telepfeszültség és mintegy 5 kHz működtetési frekvencia, továbbá 60 A megfogott rotorú motoráram alatt célszerű a germániumot előtérbe helyezni. Mindebből értelemszerűen következik, hogy a szilícium alapanyagú tranzisztoroknak (különösképpen pedig a Darlington-pároknak) elsősorban, 24 V-nál nagyobb telepfeszültségek, 10 kHz fölötti impulzusfrekvencia és nagy teljesítménytartományok esetén van létjogosultsága!

Mindezeket alátámasztandó adjuk közre a 2. táblázatot, ahol példánkat láthatunk a végfokozatban használható, Ge és Si kapcsolótranzisztorokra. Az egyik legegyszerűbb végfokozatot a 15. ábra szemlélteti. Például a 2N6282 típusszámú monolit Darlington-pár mintegy 15 A-es álló motoráramot képes biztonságosan kezelni. Fontosnak tartjuk azonban megemlíteni, hogy a D<sub>1</sub> ún. szabadonfutó, gyors feléledésű dióda beépítéséről okvetlenül gondoskodnunk kell. Terhelhetőségét kompromisszumosan a tranzisztor határáramának kb. a felére célszerű választani.

A kis telepfeszültségű és közepesen nagy áramú alkalmazásokhoz a legolcsóbb megoldást a germániumtranzisztorok felhasználása adja. A 16. ábra egy olyan végfokozat elvi vázlatát mutatja, amely lehetőséget kínál maximum 60 A-es (álló) motoráram kapcsolgatására. Az elrendezést – mindenemű közbenső, elválasztó- (buffer-) fokozat nélkül – a műveleti erősítő vagy egy komparátor is képes meghajtani. Amennyiben a 9. ábrán vázolt CMOS PWM-generátorral akarunk dolgozni, akkor a T<sub>2</sub> tranziszort (pl. BD875 típusú) Darlingtonra, az R<sub>3</sub> ellenállást pedig 10 kΩ-ra kell kicserélni (17. ábra).



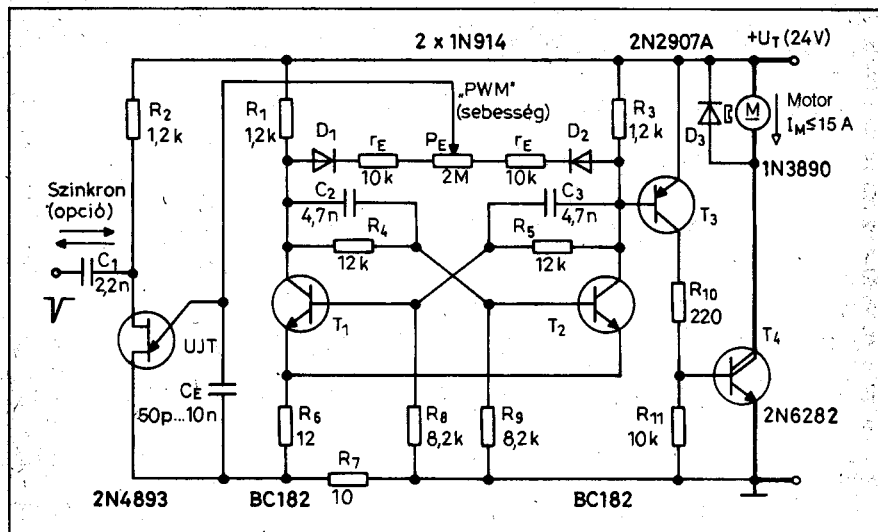
17. ábra. 12 V-os, max. 60 A-es DC-motorhoz ajánlott nyíltlécű, manuális PWM-szabályozó

### 2.8. Következtetések

A PWM-technika a DC-motorok egy olyan szabályozási módszere, amely:

- folyamatos,
- olcsó és

hívni a kísérletező kedvű Olvasók figyelmét, hogy a vázolt PWM-technikai megoldások nem korlátozódnak kifejezetten a motorokra. Csekély változtatásokkal alkalmazni lehet őket pl. az alábbi területeken:



18. ábra. Manuális, nyíltlécű PWM-szabályozó 24 V-os, max. 15 A-es DC-motorhoz

- kapcsolóüzemű tápegységek,
  - akkumulátortöltők, galvanotechnika,
  - gerjesztésszabályozók stb.,
- vagyis mindazon helyeken, ahol egy kiindulási („nyers”) DC-ből kell jó hatásfokkal egy kisebb átlagfeszültséget előállítani.

### 3. Egynegyedes, visszacsatolt PWM fordulatszám-szabályozók diszkrét építőelemekből

A továbbiakban példákat látunk arra, hogy az előzőekben megismert áramköri részegységekből miként lehet konkrét, PWM-szabályozókat felépíteni. Közös vonásuk, hogy egyrészt diszkrét alkatanyagokat használunk, másrészt a működési jellegük mindvégig ún. egynegyedes. Ez a módszer a DC-motoroknak csak egyirányú forgását teszi lehetővé. Az áramkörök így kifejezetten fordulatszám szabályozási feladatokhoz ajánlhatók.

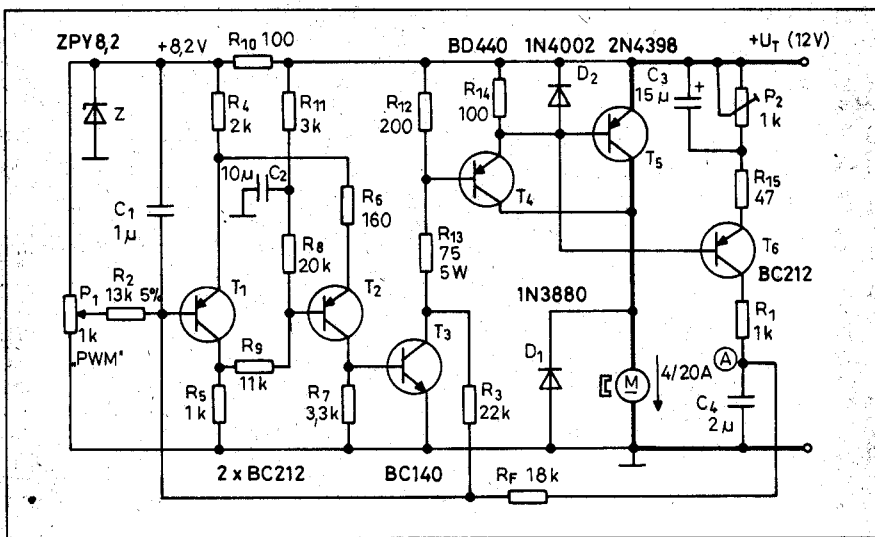
#### 3.1 Feszültségérzékelésen alapuló fordulatszám-szabályozó

A feszültségérzékelő visszacsatoláson alapuló, PWM-típusú, DC-motor sebességszabályozó elektronika elvi vázlatát a 19. ábra szemlélteti. Az áramkör célszerűen 12 V DC-feszültségű akkumulátorról üzemel, miközben olyan motort képes „kezelni”, amelynek megfogott rotorú bekapcsolási áramlökése nem több, mint 20 A.

Természetesen a legnagyobb, a motor rendelkezésére álló, üzemi áram jóval 20 A alatt van (kb. 4...5 A), és ez utóbbi zömmel a  $T_5$  tranzisztor hűtésétől függ!

A motort tápláló PWM-hullámforma a  $T_1$ ,  $T_2$  és a  $T_3$  alkotta ún. Schmitt-modulátorból ered, melynek működése alapvetően megegyezik a 2.1. fejezetben leírtakkal. Egyedüli lényeges különbség az, hogy a 2. ábrához képest mindenütt a komplementer tranzisztorokat használjuk azon célból, hogy a DC-motor egyik pólusa földelhető legyen.

A modulátor kimenete vezérli a  $T_4$  és a  $T_5$  PNP tranzisztorokból kialakított Darlington teljesítményerősítőt. Ez utóbbi szabályozza a motor armatúraáramát. A  $D_3$  a szokásos szabadonfutó dióda, míg a  $D_2$  a  $T_5$  bázis-emitter átmenetét védi a záróirányú letöréssel szemben, amelyet a motor által keltett feszültségcsúcsok okozhatnak.



19. ábra. Feszültségérzékelésen alapuló, visszacsatolt, impulzusszélesség-modulátoros szabályozó

Az így felépített szabályozó nyíltléc (más szóval „felyitott hurkú”) ún. mechanikai jelleggörbéi a 20. ábra szemlélteti. A méréseket stabil 15 V-os telepfeszültség és +25 °C környezeti hőmérséklet mellett végeztük, állandó impulzus kitöltési tényező paraméterezéssel. Mivel a tárgyi esetben gyakorlatilag egy feszültség-átlagérték változtatásról van szó, ezért a vázolt jelleggörbék tulajdonképpen a motor ún. természetes karakterisztikáinak felelnek meg.

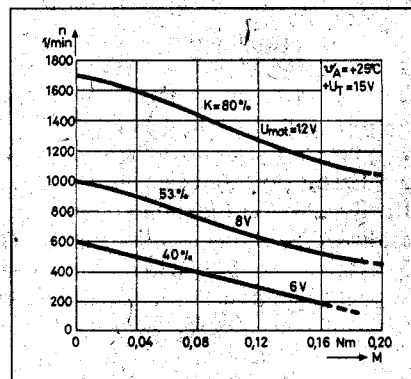
Az átfogó feszültség-visszacsatolást (külső hurok) a motor szögsebességének állandó értéken tartására használjuk. Az „érzékelendő mennyiséget” egyszerűen úgy állítjuk elő, hogy figyeljük a  $T_5$  tranzisztor nyitóirányú bázis-emitter feszültségét, amelyről joggal tételezhetjük fel, hogy egyenesen arányos a motor terhelőnyomatékával. Ezzel a feszültséggel vezéreljük a  $T_6$  ún. beavatkozó tranzisztor, melynek kollektorárama az  $R_{11}$ ,  $R_F$ ,  $R_2$ ,  $P_1$ , ill. az  $R_3$  és a telített  $T_3$  útvonalon alakul ki. A  $C_3 + P_2$  komplexum munkapont stabilizáló, míg a  $C_4$  biztosítja az integráló jelleget. Ez utóbbi a lengésmentes működés érdekében szükséges.

Kövessük most nyomon nagy vonalban a szabályozás mechanizmusát. Tételezzük fel, hogy megnő a terhelőnyomaték, ami nyíltlécű esetben a fordulatszám csökkenését eredményezné. Most azonban megnő a  $T_5$  bázis-emitter nyitófeszültsége, amely a  $T_6$  tranzisztor vezérelve megemeli annak kollektoráramát. Ez az A pont feszültségének növekedését vonja maga

után, ami az  $R_F$  ellenálláson keresztül olyan hatást gyakorol a  $C_1$  időzítőkonduktánszóra, mintha az  $P_1$  potenciométer felfelé csavartuk volna el.

Figyelembe véve a 2. ábra kapcsán mondottakat, és tekintettel a mostani, mintegy komplementer elrendezésre, a  $C_1$  kondenzátor töltésének csökkenése a Schmitt-modulátoron keresztül növelni igyekszik a motor feszültségének kitöltési tényezőjét, áttételesen pedig annak fordulatszámát. Látható, hogy már ez az egyszerű, visszacsatolt elrendezés is hatékonyan igyekszik stabilizálni a motor szögsebességét a közismert ún. zavaró momentumokkal szemben!

Ez utóbbiakra gyakorolt kompenzáló hatást hivatott bemutatni a soron következő két ábra, melyek a kb. 20 W tengelyteljesítményű PM-DC-motor ún. mechanikai jelleggörbéit szemlélteti. A 21. ábra a terhelőnyomaték



20. ábra. Az alkalmazott motor ún. természetes karakterisztikái

függvényében ábrázolja a motor fordulatszámát a három jellegzetes beállításnak megfelelően, a környezeti hőmérséklet paraméterezésével. Eközben a telepfeszültség állandóan 12 V. Mindjárt szembetűnik, hogy:

- ezen jelleggörbék lényegesen kedvezőbbek a 20. ábrán vázolt, visszacsatolás nélküli esethez képest,
- másrésről a környezeti hőmérséklet változásának hatása első közelítésben elhanyagolható.

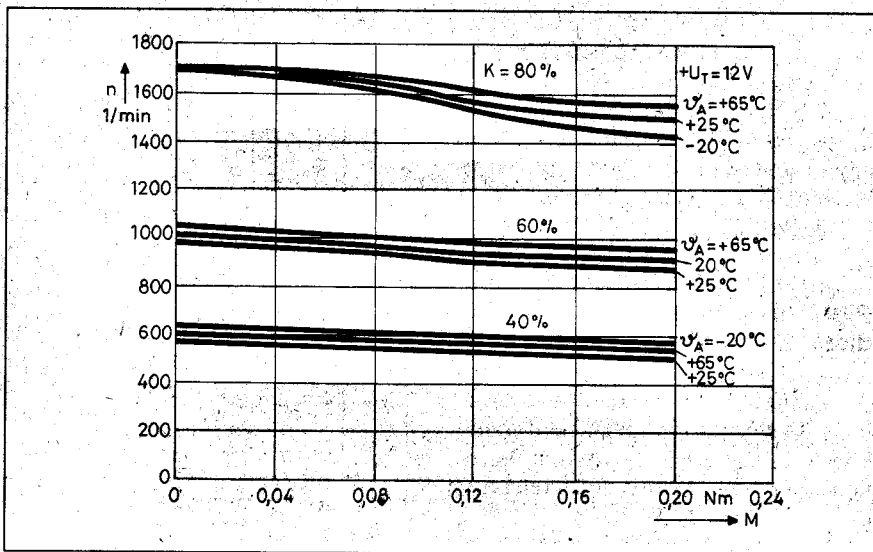
A 22. ábra azt szemlélteti, hogy miként hat a motor mechanikai jelleggörbéire a telepfeszültség változása, +25 °C környezeti hőmérséklet esetén. Látható, hogy a közepes és a kis fordulatszámú (kitöltési tényezőjű) beállításoknál a motor fordulatszáma lényegében független a terhelőnyomatóktól. Nagy sebességű beállításban és különösen kis telepfeszültség esetén viszont a rendszer egy adott terhelőnyomatók fölött már nem képes állandó értéken tartani a fordulatszámot, hanem átáll a motor ún. természetes karakterisztikájára. Ennek az a fizikai magyarázata, hogy a motorfeszültség kitöltési tényezőjét egy maximális értéken – jelen esetben kb. 85%-on túl – már nem lehet növelni!

A vázolt áramkör kétféleképpen igyekszik minimalizálni a telepfeszültségnek a mechanikai jelleggörbékre gyakorolt hatását.

a) A  $P_1$  sebességszabályozó- (alapjelbeállító-) potenciométer áramkörét, valamint a Schmitt-modulátor első két fokozatát a Z-dióda által stabilizált kb. +8,2 V-os feszültségről tápláljuk. Ezzel a fogással gyakorlatilag megszüntethető a telepfeszültség változásának hatása a generált (működési) impulzusfrekvenciára és annak kitöltési tényezőjére.

b) A tárgyi elrendezés kapcsán könnyen belátható, hogy az impulzusparaméterek stabilizálása ellenére a motorra jutó feszültség átlagértéke egyenesen arányos a telepfeszültséggel. Ezt hivatott kompenzálni az  $R_5, R_8, R_9, R_{11}$  (és a  $C_2$ ) alkotta komplex feszültségosztó, amely közvetlenül a +12 V-os telepfeszültség, a föld, valamint a  $T_1$  kollektora és a  $T_2$  bázisa közé csatlakozik.

Hatása azzal jellemezhető, hogy ha a telepfeszültség megemelkedik, akkor a  $T_2$  rövidebb ideig fog vezetni. Ez a tény mérsékli a motorfeszültség átlag-



21. ábra. A komplett szabályozó mechanikai jelleggörbéi és azok hőmérsékletfüggése

értékét, vagyis igyekszik a fordulatszámot állandó értéken tartani.

Látható, hogy ez az egyszerű, visszacsatolt áramkör már lényegesen megjavítja a DC-motor ún. természetes mechanikai (fordulatszám-nyomatók) jelleggörbéit. A felhasználó szemzőgéből nézve viszont gyenge pontja, hogy az  $P_2$  jelű ellenállás értékét az adott motor és a beépített  $T_5$  tranzisztor bázis-emitter karakterisztikájának megfelelően trimmelni kell! A beállítást kísérleti úton az alábbiak szerint végezzük el, 12 V-os telepfeszültség és +25 °C környezeti hőmérséklet esetén:

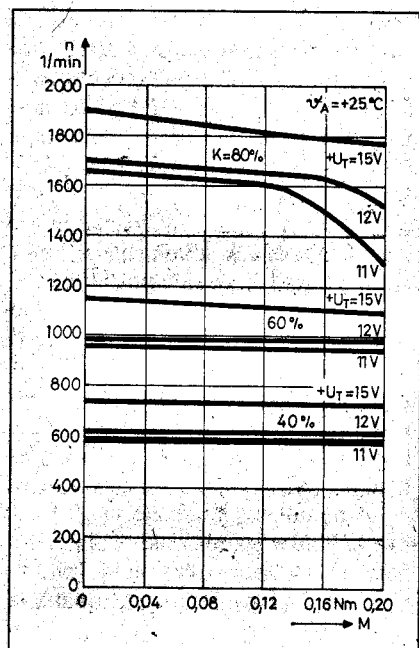
- csatlakoztassunk „repülőzsinórral” egy 2 k $\Omega$ -os potenciométert a  $P_2$  helyére,
- a terheletlen motoron állítsuk be a névleges fordulatszám felét,
- terheljük meg a motor tengelyét a névleges nyomatókkal, majd az  $P_2$  potenciométerrel próbáljuk meg „helyreállítani” az üresjárat fordulatát. (A motor szögsebességének ellenőrzésére használjunk elektronikus stroboszkópot),
- a potenciométert mérjük meg ellenállásmérővel. Értékét fix ellenállás formájában építsük be a végleges helyére!

### 3.2. PWM-fordulatszám-szabályozó optikai visszacsatolással

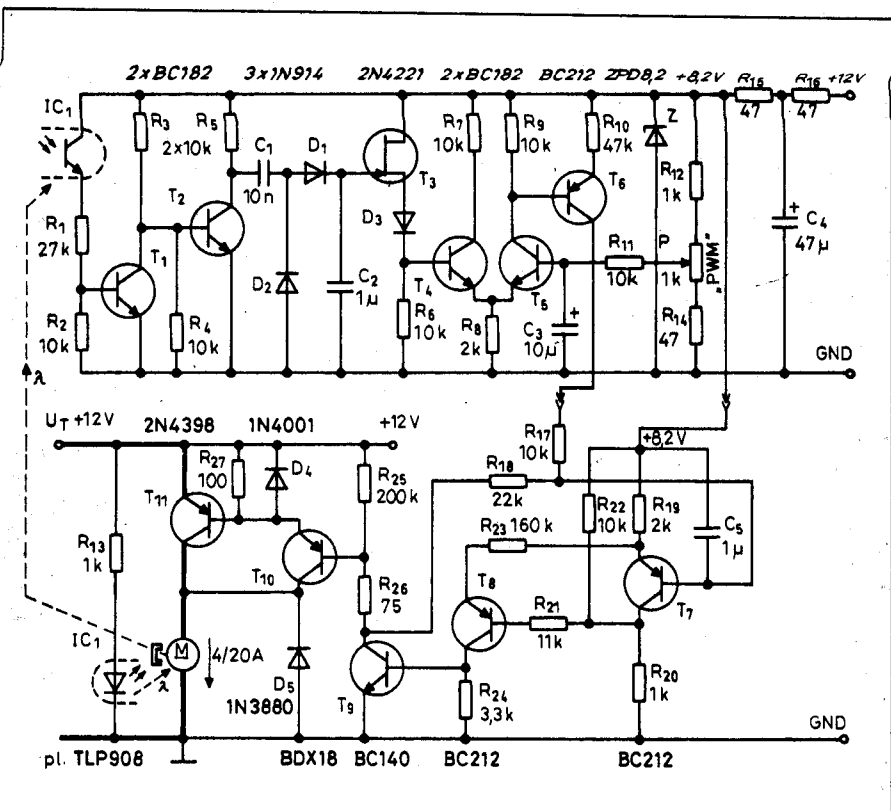
Tovább javítható a DC-motor mechanikai karakterisztikája a 23. ábrán vázolt kapcsolás alkalmazásával. Most optikai módszerrel érzékeljük a rotor

fordulatszámát, majd azt megfelelő elektromos jellé formálva visszacsatoljuk, létrehozva ezáltal egy zárt hurkú rendszert.

E célból a motor armatúráján (célszerűen a kommutátorral ellentétes oldalon), egyenletes kiosztásban, fekete és fehér festékek szegmenseket alakítunk ki. Ez utóbbiak száma az ismert prototípusnál 10 + 10 db. A fény „odavezetésére”, ill. a visszaverődő sugárzás felfogására többféle módszer lehetséges. Nagyon egyszerű és célra-



22. ábra. A szabályozott motor mechanikai karakterisztikái a telepfeszültség függvényében



23. ábra. Javított kivitelű, visszacsatolt PWM-fordulatszám szabályozó optikai érzékeléssel

vezető az ún. reflexiós típusú optocsonaló (érzékelő) alkalmazása, amely közvetlenül a felületről visszaverődő fényt detektálja. Az infravörös tartományban sugárzó LED-et és az érzékelő fototranzisztort (-Darlington-párt) közös tokba integrálják. Például a Toshiba gyártmányú TLP908 típusú optocsonaló külmérete  $3,4 \times 2,6 \times 1,5$  mm, így az kényelmesen behelyezhető és ragasztással optimális helyen rögzíthető a motor házába.

A vázolt elrendezésben tehát a LED által kibocsátott IR-fény a motor szögsebességével arányos frekvenciával megszaggatva jut el az IC<sub>1</sub> fototranzisztorához. Ez utóbbi a T<sub>1</sub> alkotta impulzusformázó fokozatot vezérli. Majd az ún. tachométer áramkör következik (T<sub>2</sub>), melynek DC-kimenőjele széles tartományban arányos a gerjesztő frekvenciával, vagyis a fordulatszámmal.

A T<sub>3</sub> jFET-tel realizált source-követő feladata többért:

- rendkívül nagy bemenőellenállása folytán nem terheli a tachométer C<sub>2</sub> kimenetét,
- elegendően kis kimenőellenállásával jól meghajtja a T<sub>4</sub> és a T<sub>5</sub> tranzisztorpárra épült differenciálerősítőt,
- az állandó I<sub>DSS</sub> · R<sub>6</sub> feszültségnek megfelelő, DC-szinttolást hoz létre. Így a differenciálerősítő mindvégig kedvező munkaponti (BIAS) előfeszítést kap, beleértve azt a szélsőséges esetet is, amikor a motor áll,
- a D<sub>3</sub> dióda szerepe a hőmérsékletkompenzálás (ld. később).

A differenciálerősítő (komparátor) összehasonlítja a P fordulatszám-szabályozó potenciométer alapjelét a tachométer áthelyezett szintű kimeneti

jelével. A T<sub>5</sub> kollektorfeszültsége arányos az előző két jel különbségével, vagyis a fennálló hibával. Továbbá a sebességszabályozó osztólánc (R<sub>12</sub>, P, R<sub>14</sub>), valamint az R<sub>11</sub> és a C<sub>3</sub> alkatelmek egy arányos-integráló (PI) jellegű, kompenzáló tagot képeznek. Ez utóbbi hatékonyan megakadályozza a motor fordulatszámának túllövését – és egyéb, az instabilitásra utaló jelenségeket – az alapjel túlságosan gyors változása vagy más hasonló zavarok esetén.

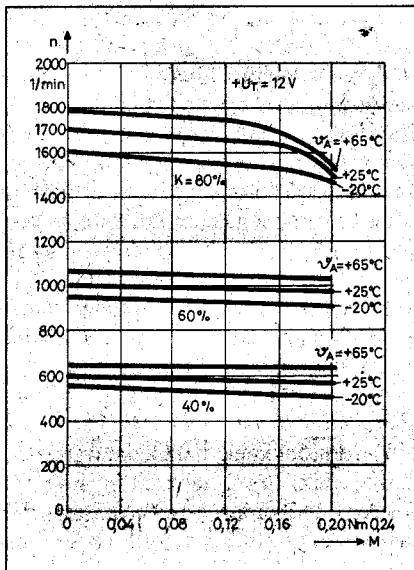
A telepfeszültség ingadozásait és az ez irányból jövő tuskéket és más jellegű tranzienseket az R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, C<sub>4</sub> és a D<sub>4</sub> építőelemek hatástalanítják, ill. csillapítják. Így a nagyáramú fokozatok kivételével a rendszer valamennyi kényes áramköre a stabil, +8,2 V-os „belső” tápfeszültségről üzemel.

A differenciál-komparátor kollektorfeszültségét a T<sub>6</sub> tranzisztorral erősítjük, az így előállt hibajellel pedig a Schmitt-modulátort vezéreljük. Ez utóbbi kapcsolása, működése stb. nagyjából megegyezik az előzőekkel, azzal a különbséggel, hogy elmarad a tápfeszültség-változását kompenzáló négytagú osztó. Jelen példánkban ezt a feladatot egyedül az R<sub>22</sub> jelű ellenállás látja el. A PWM-jel a már ismert felépítésű, pnp Darlington-páros végfokozatot hajtja meg, a kollektorköri motor hideg vége tehát földelhető!

A rendszer visszacsatolójele a motor fordulatszámának közvetlen figyelméből („méréséből”) ered. Ez lehetővé teszi, hogy a fordulatszámot igen jó minőségben szabályozzuk, mint ahogyan azt a 24. ábra is mutatja. A motor mechanikai jelleggörbéi szép „kemények”, más szóval csekély a terhelés hatására előáll fordulatszám-esésük, „lejtésük”. Megfigyelhető azonban, hogy számottevő a hőmérsékletfüggésük.

Lényegesen mérsékelhető a hőmérsékletváltozás zavaró hatása, ha az R<sub>9</sub> ellenállással is sorbakapcsolunk egy nyitóirányú diódát. A módszer finomítható, ha erre a helyre két darab válogatott karakterisztikájú diódát építünk be. Ilyenkor a stroboszkópos méréseket,

**Minden eredeti!**  
**VIDEOTON HANGSZÓRÓ**  
 Teljes választékban! Hangszóró, hangdoboz, hangváltó-alkatrészek...  
**HANGSZÓRÓ 2000 Kft. Székesfehérvár, Zámoly köz 3.**  
 Tel.: 06-22-329-954, fax: 06-22-337-072



24. ábra. A komplett szabályozó mechanikai jelleggörbéi, ill. azok hőmérsékletfüggése

beállításokat stb. elegendő a terheletlen állapotban, 1000 1/min-nél végezni.

A tápfeszültség változása a 25. ábrán látható módon befolyásolja a mechanikai jelleggörbéket. A hatás kis és közepes fordulatszámú beállításoknál szinte elhanyagolható; jelentős viszont nagy fordulatszámon, különösen egy adott terhelőnyomaték fölött. Ez azonban kézenfekvő, mert ilyenkor a motorfeszültség hullámformájának kitöltési tényezője erősen megközelíti a 100%-ot és természetesen ez tovább már nem növelhető! Mivel pedig fizikailag nem tudjuk „kielégíteni” a terhelés egyre fokozódó „tápfeszültség-követelését”, ezért a motor erős lejtésű, ún. természetes karakterisztikái állnak elő. Végül az impulzusszélesség-modulációs hajtá szabályozás kapcsán is leszögezhetjük azt az arányigazságot, hogy a jó minőségű fordulatszám-szabályozás csak mintegy a motor természetes hátkarakterisztikája „belsejében” lehetséges (20. ábra)!

#### 4. Kétnegyedes, integrált áramkörös PWM-szabályozók

Az 1970-es évek közepén a teljesítmény-elektronikai konstruktőrök már tájékozódhattak a PWM-üzemű tápegységek és stabilizátorok, a „lineáris” megoldásokkal szembeni kedvező hatásfokáról, súlyáról stb. Ezt követte a korszerű kapcsolóeszközök (elsősorban nagyfeszültségű tranzisztorok és Darlingtonok, Power MOSFET-ek, va-

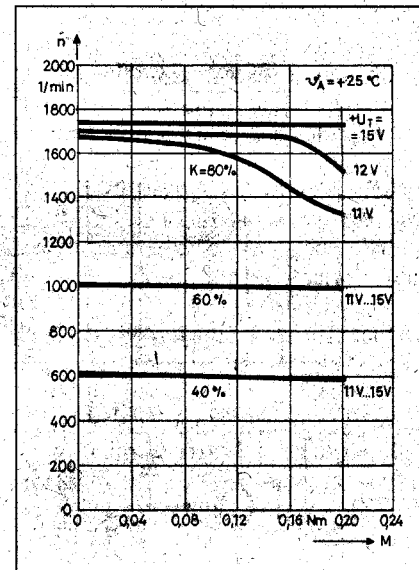
lamint GTOS félvezetők) gyártási fel-futása. Erre az IC-ipar nagy számú és választékú, különböző bonyolultságú, a PWM-tápegységek szabályozására alkalmas tokkal reagált.

A kreatív szakemberek annak realitását is felismerték, hogy némely, – különösen a hatásfokkal kapcsolatos – előnyt jó lenne kamatoztatni különböző motorok szabályozásánál. Az áramkörfejlesztők így először a meglévő, a PWM-tápegység IC-ket próbálták ki a miniatűr DC-motorok „meghajtására”. A siker csak meglehetősen részleges volt, amelynek az oka elsősorban azzal magyarázható, hogy ezen IC-k belső felépítését (architektúráját) nem a motorok vezérlésére optimalizálták!

Können belátható, hogy a felhasználó szabta megkorlátások teljesítése érdekében rendkívül sok külső alkatelmelet kellett a PWM-tápegység típusú IC köré „telepíteni”. Láthatóvá vált, hogy erősen megkérdőjelezhető a megoldás létjogosultsága, hiszen a tisztán diszkrét alkatrészekből felépített szabályozó sokszor olcsóbbra adódott!

A PWM-tápegységeket meghajtó IC-kkel (kontrollerekkel) kapcsolatos problémák tömören az alábbiak szerint csoportosíthatók:

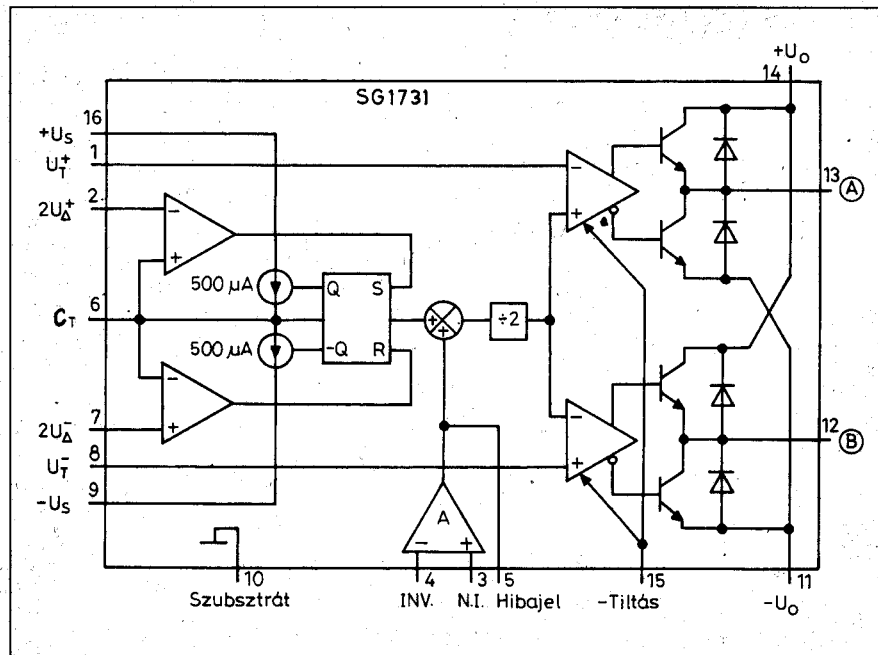
- a kisfeszültségű, DC-DC-típusú konverterek esetén a szabályozás mindig csak egy térszögű (kvadránsos). Más szóval: a kimenő DC-feszültség állandó polaritású, amely arányos az egyirányú referenciával.



25. ábra. A szabályozott motor mechanikai karakterisztikái a telep-feszültség függvényében

- a nagyfeszültségű (AC-DC-AC-DC) típusú, ún. OFF-LINE konvertereknél a szabályozó IC-nek egy változtatható energiátartalmú, váltakozó áramú hullámformát kell generálnia. U. i. a PWM-teljesítményt „át kell kényseríteni” egy a galvanikus szigetelést biztosító nagyfrekvenciás transzformátoron.

A mai ismereteink szerint könnyen belátható, hogy egy korszerű, a DC-motort szabályozó, PWM-integrált



26. ábra. Az SG1731 típusú IC egyszerűsített tömbvázlata



áramkörből a fentiekől lényegesen eltérő feltételeket kívánunk meg. Ezek rendre a következők:

- a generált impulzussorozat egy közepes időintervallumra vett integráljának (átlagértékének) egy DC-komponenst kell adnia. Ennek értéke legyen arányos a visszacsatolt hurokban fennálló hiba- (vagy referencia-) feszültség nagyságával.

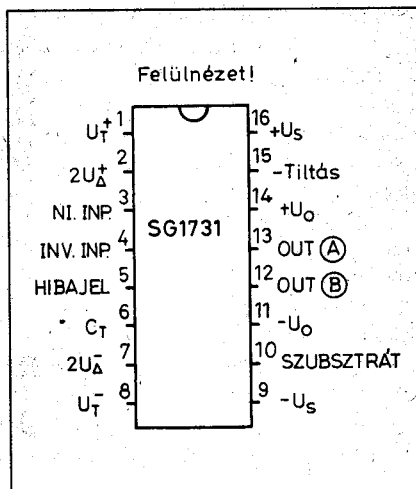
- az impulzussorozat átlagértékének polaritását pedig a mindenkori hiba előjele határozza meg. Az IC-nek tehát az előzőekkel egyetértésben, ill. azon túlmenően mindkét polaritású PWM-jelalakot tudnia kell szolgáltatni, amely feltételezi a változtatható vagy kettős meghajtású architektúrát. Ezzel megvalósítható a mindkét forgásirányú motorikus üzemmód.

Az összes szükséges szabályozó és beavatkozó elem, amely az imént változó, ún. két negyedes (kvadránsos) motorműködtetéshez szükséges, igen jellegzetesen megtalálható az alábbiakban részletezett PWM-IC-ben. A példának tekintett SG1731...3731 integrált áramkör családot az igen jó nevű Silicon General cég fejlesztette ki 1983-ban. Az IC gyártását a rendkívüli sokoldalúságára való tekintettel több világcég is átvette, majd eltérő betű-, de azonos számkombinációval jelölve azóta is sikeresen forgalmazza. A chip méretei:  $2,54 \times 3,56$  mm, míg a 16 lábú, ipari és kereskedelmi minőségű kerámia DIL tok ára kb. 8 \$.

#### 4.1. Az SG1731 típusú integrált áramkör felépítése

A 26. ábra az SG1731 típusú IC belső felépítésének egyszerűsített tömbvázlatát, míg a 27. ábra a tok lábkiosztását szemlélteti. A szóban forgó integrált áramkör magában foglalja a következőket:

- precíziós háromszög hullám-generátort,
- a hibajelet előállító szélessávú műveleti erősítőt,
- összeadó és „léptékbeállító” hálózatot,
- két darab külsőleg programozható PWM-komparátort, valamint
- egy totem-pole kimenetű, 3 állapotú iker-meghajtót, egyenként  $32 \text{ V} / 100 \text{ mA}$  terhelhetőséggel; ide tartoznak még a kommutáló (szabaddonfutó) diódák is.



27. ábra. Az SG1731...3731 IC-család lábkiosztása felülnézetben

A TTL-kompatibilis -TILTÁS bemenetre adott L szint a kimenő tranzisztorokat egy nagyimpedanciás, lebegő, logikailag ún. harmadik (és egyben negyedik) állapotba kényszeríti. Az IC mindkét „részének” tipikus tápfeszültsége  $\pm 15 \text{ V}$ . A szabályozó egységek tápfeszültség határa:  $U_S = \pm 18 \text{ V}$ , míg a kimenő fokozatoké:  $\pm U_O = \pm 35 \text{ V}$ . Megjegyezzük azonban, hogy a teljes rendszer még  $\pm 3 \text{ V}$ -tal is tökéletesen működőképes. További előny, hogy egyaránt használhatunk szimpla vagy kettős tápegységet (telepet).

A következőkben vizsgáljuk meg kissé részletesebben az egyes funkcionális blokkok felépítését és működését!

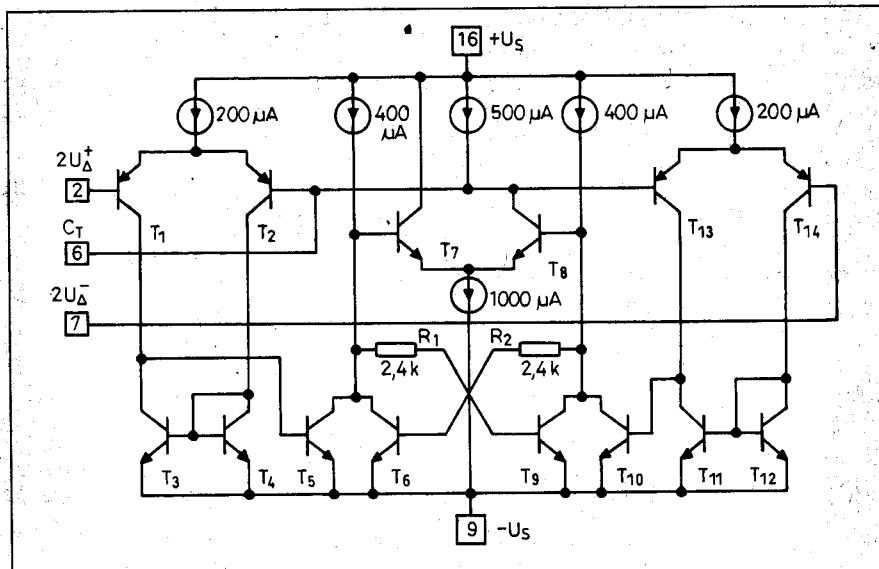
#### 4.2. Az oszcillátor-áramkör

A háromszög hullám-oszcillátor valamelyest egyszerűsített kapcsolását a 28. ábra szemlélteti. Mint az a 26. ábra tömbvázlatán is látható, az oszcillátor a következő fontosabb részegységekből áll:

- két feszültségvezérelt komparátor,
- egy R-S módusú billenőkör,
- két egyirányú,  $500 \mu\text{A}$ -es, vezérelt áramgenerátor,
- egy kívülről adaptálható,  $C_T$  jelű időzítőkondenzátor és
- további négy darab áramgenerátor.

Az  $U_{\Delta}^+$  jelzésű, pozitív referenciafeszültséget a 2. lábra kell kapcsolni. Ezzel meghatároztuk a háromszögjel „felső” csúcsertékét. Értelemszerűen az  $U_{\Delta}^-$  jelű, negatív referenciát pedig kössük a 7. lábra, definiálva ezzel a háromszög hullám „völgypontjait”. Az alkalmazások túlnyomó többségét képező ún. „normális” esetben a két referenciafeszültség abszolút értéke egyenlő. Ez a nulla (föld, GND) vonalra nézve szimmetrikus jelalak generálását eredményezi.

Az áramkör működése tömören a következő. A  $T_6$  és a  $T_9$  tranzisztor egy R-S típusú flip-flopot alkot. Tételizük fel, hogy a  $T_9$  telített (ON), míg a  $T_6$  lezárt (OFF) állapotban van. Tehát mivel a  $T_9$  kollektorfeszültsége sokkal kisebb, mint a  $T_6$ -é, ezért a  $T_7$  tranzisztor a telítésbe vezérlődik, míg a  $T_8$  lezár.



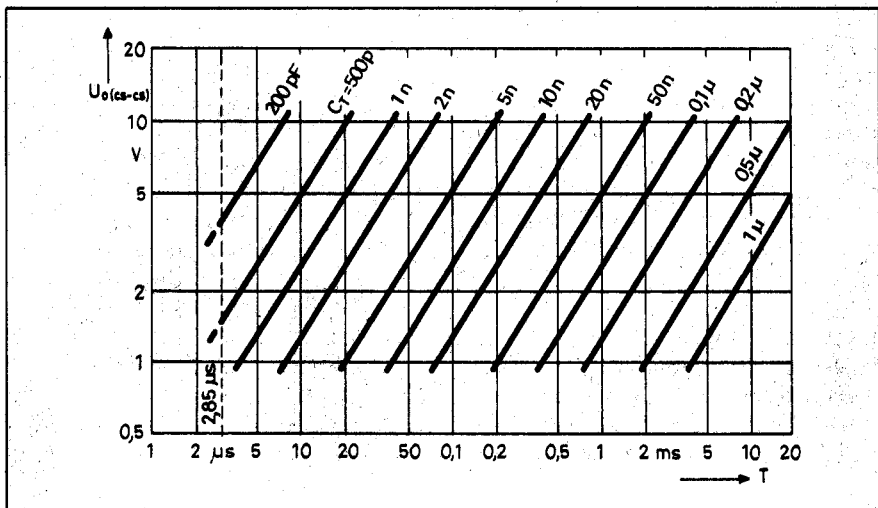
28. ábra. Az oszcillátorfokozat egyszerűsített helyettesítő áramköre

Mivel a  $T_8$  tranzisztor ilyenkor gyakorlatilag szakadásnak tekinthető, ezért a középső 500  $\mu\text{A}$ -es generátor árama a 6. lábán keresztül a külső,  $C_T$  jelzésű időzítőkondenzátorba folyik. A kondenzátor másik fegyverzete földelt (amely utóbbi azonos a 10. „szubsztrát” lábbal vagy a GND-vel).

Mint tudjuk, ha egy kondenzátort állandó intenzitású áram tölt, akkor a feszültsége időben lineárisan emelkedik. A mi esetünkben az annyit jelent hogy a működés ezen részperiódusában az IC 6. lábán egy pozitívba emelkedő RAMP-ot kapunk.

Amikor az időzítőkondenzátor feszültsége eléri az  $U_{\Delta}^+$  referencia értékét, akkor a  $T_1 \dots T_4$  tranzisztorok alkotó komparátor átbillen. Ennek a megváltozott állapotnak az lesz az eredménye, hogy a  $T_5$  vezérlést kap, vagyis kapcsol. Ezzel eltereli a 2,4 k $\Omega$ -os ellenálláson át a  $T_9$  bázisába folyó vezérlőáramot, aminek a hatására ez utóbbi lezár. Ezzel a flip-flop megváltoztatja állapotát, vagyis  $T_9 = \text{OFF}$ , míg  $T_6 = \text{ON}$  helyzet áll elő.

A flip-flop átbillenésével a  $T_7$  és a  $T_8$  ún. áramirányító tranzisztorpár státusza is megváltozik. Nevezetesen, mivel a  $T_7$  lezár, ezért a 400  $\mu\text{A}$ -es forrás árama a  $T_8$  bázisába folyik és így telítésbe vezérli azt. Ezzel az 1000  $\mu\text{A}$ -es,



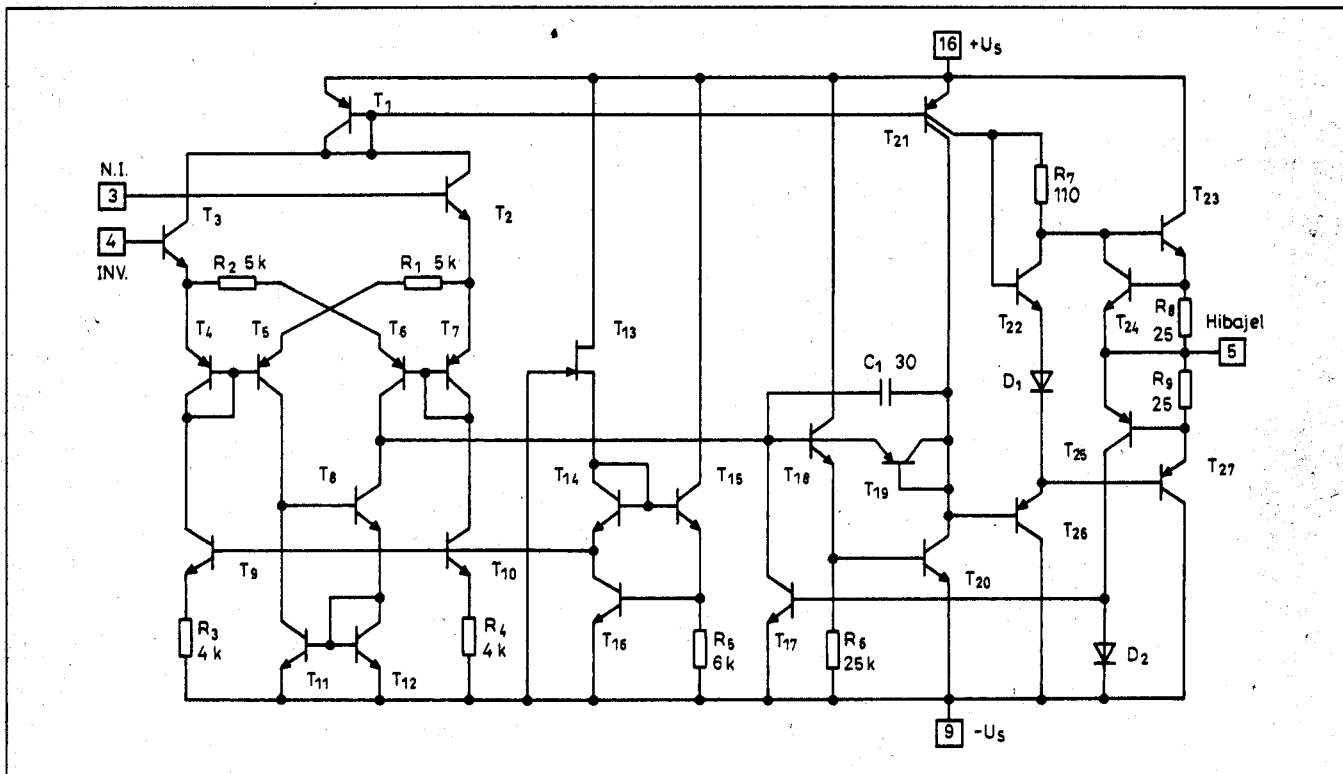
29. ábra. Nomogram az oszcillációs frekvencia meghatározásához

kisütő áramgenerátor (más szóval: nyelőd) is a  $C_T$  kondenzátorra kapcsolódik. Mivel az 500  $\mu\text{A}$ -es forrás mindig hatásos (tölt), ezért a működés ezen részperiódusában az időzítőkondenzátor effektív kisütését a 6. lábhoz folyó áramok eljelhelyes összege határozza meg, szám szerint:

$$500 \mu\text{A} - 1000 \mu\text{A} = -500 \mu\text{A}.$$

A monolitikus gyártástechnológia lehetővé teszi az igen kis tűrésű áram-

generátorok készítését. Ezért a vázolt kisütés sebessége nagyon közel fog állni a töltődéséhez. Más oldalról megvilágítva: az előállított háromszöghullám emelkedő és eső homlokainak meredeksége jó közelítéssel azonos lesz. Amikor a  $C_T$  kondenzátoron az imént bemutatott negatívba menő feszültség a  $2U_{\Delta}^-$  referencia alá csökken, akkor a  $T_{11} \dots T_{14}$  tranzisztorok alkotó komparátor fogja megváltoztatni a kimenetét ( $T_{11}$  kollektora). Ez a flip-flop RESET-elését eredményezi és így visszajutot-



30. ábra. A hibajel-erősítő áramkör kapcsolási vázlata

tunk a feltételezett kiindulási állapotba ( $T_6 = \text{OFF}$ ,  $T_9 = \text{ON}$ ). A vázolt folyamat pedig periódikusan ismétlődik.

Mivel a szóban forgó áramgenerátorok paraméterei stabilak, valamint  $500 \mu\text{A}$  és  $1000 \mu\text{A}$ -es névleges intenzitásra rögzítettek, ezért:

a) Az oszcillációs frekvenciát a külső időzítőkondenzátor kapacitása és az alkalmazott referenciafeszültségek értékei határozzák meg.

b) A generált háromszöghullám csúcs- és völgypontjait, vagyis a lengés nagyságát döntően csak a referenciák különbsége szabja meg; első közelítésben  $10 V_{cs-cs}$  határértékben!

Mindezek után egy adott kondenzátor, áramgenerátorok és referenciaszintek esetén az alábbi megfontolások szerint számolhatjuk az oszcillációs frekvenciát, ill. periódusidőt. Induljunk ki az:

$$I = C \frac{du}{dt} \quad (12)$$

általános-összefüggésből, ahonnan:

$$dt = \frac{C}{I} dU. \quad (13)$$

A gyakorlatilag kifogástalan linearitású és szimmetriájú háromszögjel esetén jogosan élhetünk az alábbi megfeleltetésekkel:

$$du = U_{o(pp)} = 2U_{\Delta}^+ - 2U_{\Delta}^-,$$

$$I = 500 \mu\text{A} = 5 \cdot 10^{-4} \text{A},$$

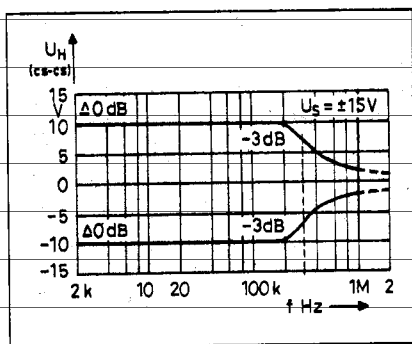
$$dt = T/2,$$

$$C = C_T.$$

Így a generált periódusidő:

$$\frac{1}{f} = T = 2dt = \frac{2C_T(2U_{\Delta}^+ - 2U_{\Delta}^-)}{5 \cdot 10^{-4}} \quad (14)$$

Szavakba foglalva: a kívánt oszcillációs frekvencia első közelítésben a



31. ábra. A visszacsatolt hibajel-erősítő nagyszintű frekvenciamenete

referenciafeszültségek, valamint az időzítőkondenzátor alkalmas megválasztásával állítható be.

A konstruktorok munkáját könnyíti meg a 29. ábra, a (14) összefüggés egyfajta grafikus megoldása  $T$  és  $U_{o(cs-cs)}$  ajánlott értékeire. A gyártó cég a periódusidő legkisebb értékét  $2,85 \mu\text{s}$ -ban limitálja azzal egyetértésben, hogy a legnagyobb oszcillációs frekvencia mintegy  $350 \text{kHz}$  lehet. E fölött már érezhetően romlik a háromszöggel linearitás és stabilitása, továbbá csökken a hasznosítható feszültségállandóság. Ez utóbbi értéke  $10 V_{cs-cs} = (2U_{\Delta}^+ - 2U_{\Delta}^-)$  lehet a jelzett frekvenciatartományban. Ennél nagyobbra állított feszültségállandóság esetén szintén a linearitás rohamos romlásával kell számolnunk.

#### 4.3. A hibajel-erősítő

A szabályozó rendszer hibajelét egy nagy jellemelkedési meredekségű, kis bemenő ofszetfeszültségű, BIAS áramú, valamint kimenő ellenállású műveleti erősítő dolgozza fel. Elvi kapcsolási vázlatát a 30. ábra szemlélteti. Látható, hogy ez az áramköri blokk tulajdonképpen két erősítőegységből áll. Ezek közül a második oly módon van belsőleg kompenzálva ( $30 \text{pF}$ ), hogy a teljes áramkör akár egységnyi erősítésre is stabilan visszacsatolható legyen.

Az első „fokozatot” a  $T_1 \dots T_{16}$  tranzisztor alkotja. Amikor a bemenő differenciálfeszültség zérus, akkor a  $T_2$  és a  $T_3$  tranzisztor emitterfeszültsége azonos. Következésképpen a  $T_5$  és a  $T_6$  tranzisztor kollektorárama is azonos, leszámítva azt a kis „részesedést”, amellyel a  $T_4$  és a  $T_7$  (diódák) vezetnek. Az áramok értékeit a  $T_9$  és a  $T_{10}$  tranzisztorból kialakított nyelők, valamint az  $R_1$  és az  $R_2$ ,  $5 \text{k}\Omega$ -os emitterellenállás egy üttesen állítják be.

A  $T_{13}$  jFET, valamint a  $T_{14}$  dióda, továbbá a  $T_{15}$  és a  $T_{16}$  npn-tranzisztor képezik azt a speciális áramgenerátort, amely a  $T_9$  és a  $T_{10}$  nyelőt is vezérli.

A  $T_8$ ,  $T_{11}$  tranzisztor és a  $T_{12}$  dióda egy összetett áramtükroket alkotnak, mely egyúttal betölti a fázisösszegezés és a szintáthelyezés feladatát is. A  $T_8$  kollektorán kapjuk meg a további feldolgozásra alkalmas, felerősített együttemű jelet, melyet a  $-U_S$  feszültség „sínjéhez” vonatkoztatunk. Ez vezérli a  $T_{18}$  és a  $T_{20}$  tranzisztorból álló Darlington bétasokszorozót, amely utóbbi

biztosítja a nagy meghajtójelet a komplementer emitterkövetős végfokozat számára.

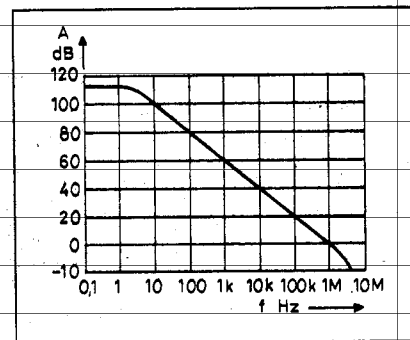
A  $T_{17}$  védelmi funkciót lát el, míg a dióda-ként kapcsolt  $T_{19}$  az imént vázolt Darlington-pár túlvezérlését (telítődését) hivatott megakadályozni. Ez a fogás gyorsítja az áramkör nagyjelű működését, így jótékony hatású.

Amikor a differenciálmódusú bemenőfeszültség nem zérus, akkor megnövekszik a legelső fokozat árama, melyet a  $T_1$ -ből kialakított dióda érzékel. Ez utóbbi egyúttal vezérli a  $T_{21}$  áramgenerátor-tranzisztor, melynek egyik kollektora a  $T_{18} + T_{20}$  Darlington-párt, míg a másik a végfokozat  $T_{22}$  és  $T_{26}$  meghajtóit látja el munkaponti árammal.

Ezzel a fogással elérhető, hogy a  $30 \text{pF}$ -os, belső kompenzáló kondenzátor nem csökkenti számottevően az erősítő nyíltlancú sávszélességét és jellemelkedési meredekségét. Érvényesül ugyanis az előzőekben részletezett belső, utánhúzásos (boot-strap jellegű), áramgenerátoros visszacsatolás, melynek eredményeként intenzívebb töltést kap a kondenzátor, ha vezéreljük a rendszert.

A  $T_{22}$  és a  $T_{23}$  npn-, valamint a  $T_{26}$  és a  $T_{27}$  pnp-tranzisztor képezi a komplementer kompozit- ill. Darlington-rendszerű, emitterkövetős végfokozatot. Az  $R_8$  és az  $R_9$   $25 \Omega$ -os ellenállás érzékeli a kimenet áramát. Túlságosan nagy terhelés (esetleg zárlat) alkalmával nyitóirányú meghajtást kap a  $T_{24}$  és a  $T_{25}$  beavatkozó tranzisztorpár, és lesöntölik a végtranzisztorok bázisáramát. Másrésztől megnő a  $D_2$  dióda és a  $T_{17}$  tranzisztor nyitófeszültsége, így ez utóbbi eltereli a  $T_{18} + T_{20}$  meghajtását.

A 31. ábra azt mutatja, hogy a hibajel-erősítő teljesítmény-sávszélessége kitűnő.  $200 \text{kHz}$ -ig  $0 \text{dB}$ ; a  $-3 \text{dB}$ -es



32. ábra. A nyíltlancú hibajel-erősítő kisjelű frekvenciamenete

pont kb. 300 kHz-re esik. A 20 V<sub>cs-cs</sub> kimenőfeszültség-lengés 200 kHz-ig áll rendelkezésünkre, 5% alatti teljes harmonikusos torzítással;  $\pm U_s = \pm 15$  V-os tápfeszültség esetén. Az áramkör jellemelkedési meredeksége eléri a 15 V/ $\mu$ s-ot. Ez szintén kiváló érték, különösen ha meggondoljuk, hogy a népszerű 741 esetén ez mindössze 0,5 V/ $\mu$ s! Ezek a kedvező dinamikus jellemzők lehetővé teszik hogy az SG1731 jelű tokkal egy kis torzítású, „D”-osztályú hangfrekvenciás erősítőt is felépíthessünk.

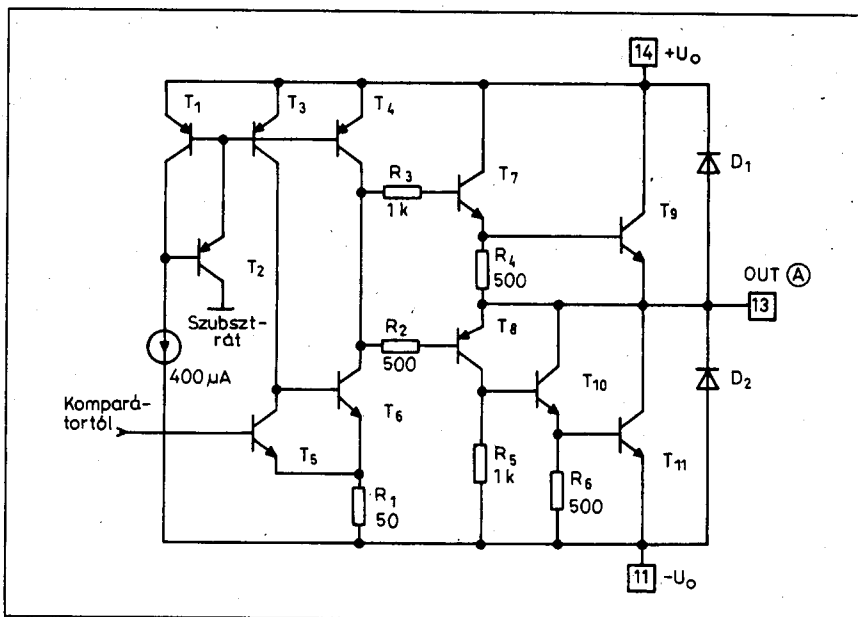
A hibajel-erősítő nyíltláncú, kisjelű frekvenciamenetét a 32. ábra szemlélteti. Látható, hogy kb. 2 Hz-től kezdve érvényesül a 6dB/oktáv meredekségű vágás. A tipikus DC-feszültségerősítés 2 k $\Omega$ -os terhelőellenálláson mérve kb. +110 dB, míg az egységnyi erősítést (0 dB) kb. 1 MHz-nél érjük el. Mintegy 2 MHz-től kezdve lép be a 12 dB/oktáv-os levágás.

#### 4.4. A kimeneti meghajtó fokozatok

Az IC kimenőfokozata a jó hatásfok és a nagyfrekvenciás működés érdekében 2 db – ún. nem telítődő – kvázikomplexmenter kapcsoló áramkörből áll. Az A hídág valamelyest egyszerűsített elvi kapcsolási vázlatát a 33. ábra szemlélteti. A valóságban a két tökéletesen egyforma hídág („félhíd”) képezi a teljesen vezérelt hidat, amelynek átlójában van a terhelés.

A T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> és a T<sub>6</sub> jelű tranzisztor alkotja a „nagyfeszültségű”, Schmitt-trigger bemenőfokozatot. A T<sub>3</sub> és a T<sub>4</sub> szerepe az aktív (áramforrás jellegű) munkaellenállás. A T<sub>1</sub> és a T<sub>2</sub>, valamint a 400  $\mu$ A-es áramnyelő feladata a munkapontbeállítás. A pozitív visszacsatoláson alapuló bemenőfokozat biztosítja a gyors és határozott működést, ami a nagy vívőfrekvenciás PWM-jelalak előállításának alapfeltétele.

A T<sub>7</sub> és a T<sub>8</sub> a komplexmenter „fázisfordító”, a T<sub>9</sub> és a T<sub>10</sub> + T<sub>11</sub> pedig a végtranzisztor. Más szóhasználattal, ill. oldalról megvilágítva: a T<sub>7</sub> és a T<sub>9</sub> képezi az áramforrást, míg a T<sub>8</sub>, T<sub>10</sub> és a T<sub>11</sub> a nyelőt. A D<sub>1</sub> és a D<sub>2</sub> ún. kommutáló (szabadonfutó) dióda a tápfeszültség- „sínekhez” közeli értéken megfogja az indukzív jellegű terhelés feszültségtüskéit. Egyúttal biztosítja a cirkulációs utat az induktivitás áramának. Terhelhetőségük a végtranzisztorokéhoz hasonlóan (csúcsban) 200 mA.



33. ábra. Az egyik kimeneti meghajtó (A hídág) egyszerűsített kapcsolási vázlat

#### 4.5. Utánépítés „diszkrét” alkatelmekből

Noha mint utaltunk rá, az SG2731 jelű tok ára „nem megfizethetetlen”, viszont nehezen beszerezhető. Felvetődik tehát a költői kérdés: lehetséges-e ezt a relatíve komplex áramkört megfelelő diszkrét alkatelmekből és olcsó IC-ekből „utánépíteni”, pontosabban reprodukálni?

Az imént körülírt „szükségmegoldásnak” az előzőeken túlmenően különösen akkor van létjogosultsága ha:

- nem vetődik fel élesen a hely és a súly minimalizálásának követelménye. (Nem úgy, mint pl. a repülőgép-modelleknél, vagy a hordozható optikai és akusztikai készülékeknél stb.);
- ha egyébként is sok diszkrét alkatrészt „ültetünk” a tok köré (pl. „D” osztályú erősítő, bonyolult, ill. nagyobb teljesítményű szervorendszerek stb.);
- a módszer ajánlítható még a témával elmélyülten foglalkozó és kísérletező kedvű konstruktorainknak.

Ilyenkor a PWM-szabályozó kb. egy játékkártya nagyságu nyák-lapra elrendezhető a 3. táblázatban ajánlott diszkrét, ill. kisbonyolultságú építőelemekből. A vázolt módszer nehézkessége ellenére azzal az előnnyel is kecsegtet, hogy így közvetlen lehetőség nyílik a kimeneti áramterhelhetőség jelentős

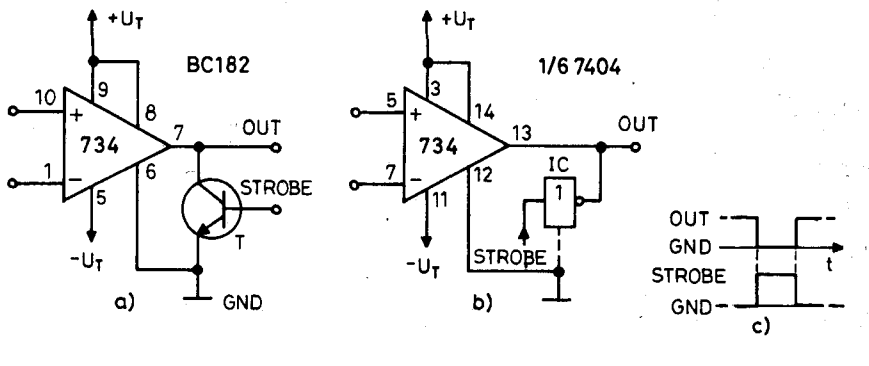
növelésére. A „belső” komparátorok tiltásának realizálására a 34. ábra ad útmutatást.

#### 5. A kétnegyedes impulzusszélesség-moduláció kialakulása

Első lépésben a felerősített hibajelet és az állandó  $4U_{\Delta(cs-cs)}$  amplitúdójú há-

#### 3. táblázat. Támpontok a „diszkrét” építőelemes realizáláshoz

Az alkatelem funkciója az SG1731 típusú IC-ben		Diszkrét helyettesítő típus (példák!)
Általános npn-tranzisztor		BC182B
Általános pnp-tranzisztor		BC212B
Általános dióda		1N914 (= 1N4148)
Kimenőfokozat	300 mA-ig	2N2219A
	1 A-ig	BD139
Szabadonfutó dióda		1N4002
Hibajel-erősítő		$\mu$ A777
Komparátor		$\mu$ A734
Áramgenerátor-„diódák”	200 $\mu$ A	1N5282
	220 $\mu$ A	1N5283
	430 $\mu$ A	1N5289
	470 $\mu$ A	1N5290
	910 $\mu$ A	1N5296
	1 mA	1N5297



34. ábra. Példák „diszkrét” komparátorok tiltására: a) 10 lábú, hermetikus fémtok (TO-100) esetén, pl.  $\mu$ A734HM; b) 14 lábú, Dual-In-Line műanyagtok (TO-116) esetén, pl.  $\mu$ A734DC; c) az áramkörök jelalakjai

háromszöghullámot összeadjuk. Majd az egy előállt eredőt kalibrálás céljából leosztjuk kb. a felére. Ezt követően komparáljuk az 1. és a 8. lábakra adott  $U_T^+$  és az  $U_T^-$  küszöbfeszültségekkel. Ezután a rendszer működése szempontjából két különböző hatásmechanizmusú eset állhat elő.

### 5.1 A holtjátékos üzemmód

Először vizsgáljuk meg azt az alternatívát, amikor az  $U_\Delta^+ < U_T^+$ ; szemléletesen a küszöbfeszültségek különbsége kb. 10%-kal nagyobb, mint a háromszöggel teljes magassága. Kiegyenlített állapotban, vagyis amikor a hibafeszültség zérus, a szimmetria miatt nem

állhat elő a küszöbszintek keresztvezése, „átmetszése”. Ezért az A és a B kimenetek a  $-U_O$  tápfeszültség szintjén maradnak (35.a ábra).

Ha a hibafeszültség elegendően pozitív, akkor az  $U_T^+$  küszöbfeszültséget periódikusan túllépi az eltoltszöghullám. Ilyenkor az A meghajtó kimenete ezen rövid időkre a  $+U_O$  értékre kapcsol. Amennyiben a hibafeszültség tovább fokozódik, akkor az A meghajtó kivitöltési tényezője is lineárisan növekszik egészen 100%-ig (35.b ábra). Értelemszerűen hasonló folyamat zajlik le, ha a hibajel negatív polaritású. Ilyenkor a B kimenet kezd el a  $+U_O$ -ba kapcsolgatni (35.c ábra). Az A és a B meghajtó (hídágak) alkotják az ún. teljesenvezérelt hidat, melynek átlójába kapcsoljuk a miniatűr DC-motort. Így ez utóbbira egy nagy ismétlődési frekvenciájú, szélességmodulált impulzussorozat jut, melyet az armatúra L/R időállandója mintegy kisimít (integrál). Megfelelő arányok esetén a motor árama gyakorlatilag DC-lesz, amelynek pillanatnyi intenzitása arányos a hibafeszültséggel. A motoráram és a hibafeszültség pedig mindig azonos polaritású. Ebben az ún. „holtjátékos” működési módban a szervohurok kiegyenlített állapotának (vagyis a hibajel nullpontjának) egy kis környezetében a motor nem kap táplálást a rendszertől. Ilyenkor ui. mindkét kimenet azonos állapotú. Az így megtakarított („visszatartott”) teljesítmény előnyös lehet némely alkalmazásnál, hiszen javítja a hosszú időtartamra vonatkoztatott hatásfokot (pl. hordozható optikai berendezések esetén).

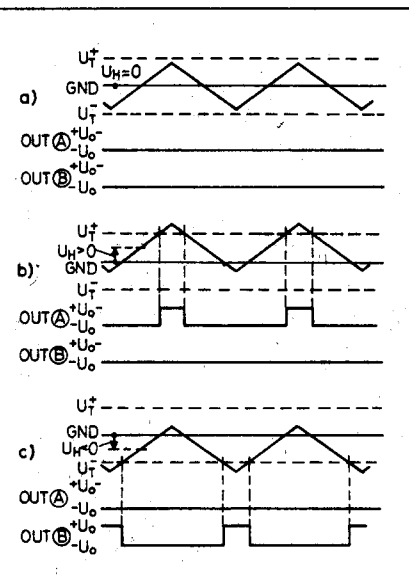
Hátrányos viszont egyrészt a mindkét irányú pozicionálási pontosság, másrészt pedig a rendszer mechanikai

merevségének romlása szempontjából. Szemléletesen: a motortengely kotyogásra, ill. holtjátékra lesz hajlamos. Szakszerű szóhasználat: „csekély a rendszer mechanikai zavaró momentummokkal szembeni ellenállóképessége”.

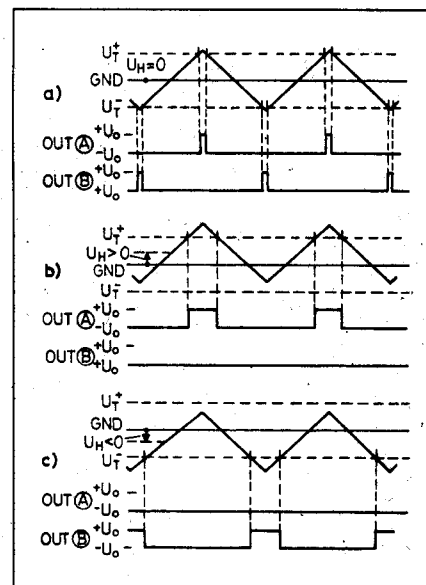
A „holtzónás” üzemmód nem kívánatos továbbá a „D” osztályú, kapcsolóüzemű hangfrekvenciás erősítőknél sem. Ilyenkor egyrészt a szükségszerűen fellépő keresztvezési torzítás nem megengedhető, másrészt (különösen a kis lengési amplitudóknál) csekély a hangszóró csillapítása. Ez utóbbi pedig rossz tranziensátvitelt eredményez.

### 5.2. A holtzónamentes üzemmód

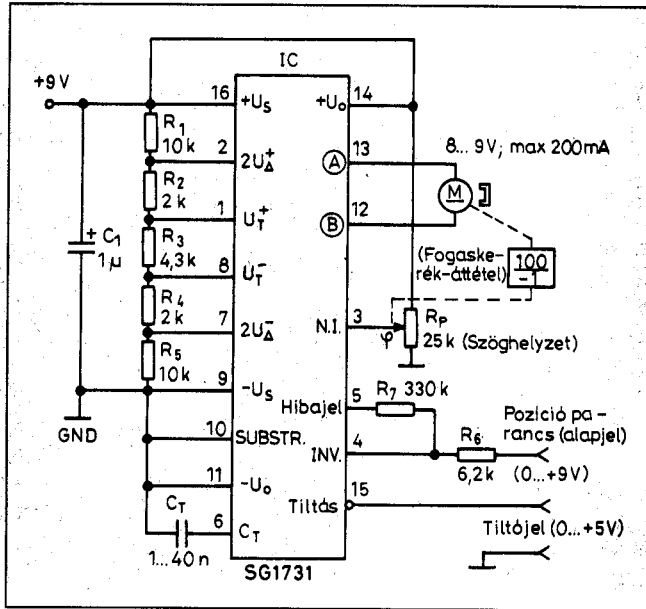
Az SG1731 egy másik fajta működési módusát a 36. ábra szemlélteti, amikor is  $U_\Delta > U_T$ . Szavakba foglalva: a háromszöggel csúcstól-csúcsig nagyobb, mint a komparálási szintek közötti különbség. Látható, hogy ilyenkor a kiegyenlített hurok nullpontjában a nyugvó motor egy keskeny meghajtó impulzussorozatot kap (36.a ábra). Ezért az armatúra „ellenállást” fog kifejteni azon külső (zavaró) nyomatókkal szemben, melyek megkísérlik kimotoztatni ebből a helyzetéből. Kiegyenlített állapotban, vagyis zérus hibajel esetén a motorfeszültség átlaga (integrálja) nullát ad, mivel a meghajtó impulzusok váltakozó polaritással jelentkeznek és azonos szélességűek. A



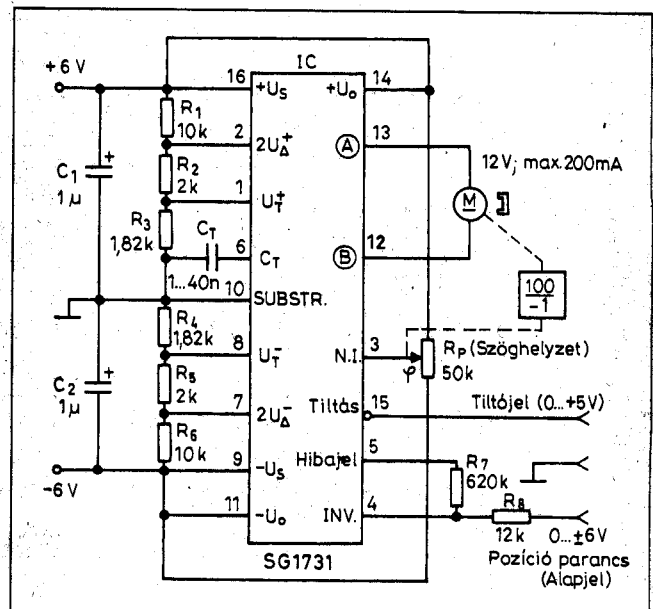
35. ábra. Az ún. kétnegyedes impulzusszélesség-moduláció kialakulása holtjátékos üzemmódban: a) zérus, b) pozitív, c) negatív hibafeszültség esetén



36. ábra. A kétnegyedes impulzusszélesség-moduláció ún. holtzónamentes üzemmódban: a) zérus, b) pozitív, c) negatív hibafeszültség esetén



37. ábra. Egyteljes, energiatakarékos pozicionáló szervohajtás



38. ábra. Holtjátékmentes (merekv) pozicionáló szervohajtás

36.a, a 36.b és a 36.c. ábra a hibajelnek a motorfeszültségre gyakorolt hatását szemlélteti.

Az esetek túlnyomó többségénél ez az utóbb ún. holtjátékmentes, PWM-szabályozási módszert helyezik előtérbe. Különös előszeretettel használják azon pozicionáló szervórendszereknél, ahol állandóan hat egy terhelő vagy zavaró nyomaték. Jó példa erre a repülőgép, rakéta vagy hajómodel kormánylapjának beállító rendszere. Könnyen belátható ui., hogy pl. a repülőgépmodel kormányfelületére állandóan ható, ráadásul változó nagyságú aerodinamikai erők az áttételrendszeren keresztül minduntalan ki akarják mozdítani a motor armatúráját a kiegyenlített (és egyben a kívánatos) szöghelyzetéből.

6. Az SG1731 alkalmazástechnikája

Az IC belső felépítése és működési módusai lényegében az alábbi legfontosabb alkalmazási területeket és lehetőségeket sugallják, fontossági sorrendben:

- különféle kétnegyedes DC-szervohajtások,
- „D”-osztályú HIFI- és nagyteljesítményű hangerősítők,
- DC-AC-DC-elrendezésű teljesítményátalakítók és stabilizátorok,
- kétirányú (melegítő és hűtő) hőmérséklet szabályozók,
- miniatűr aszinkronmotorok PWM-típusú meghajtása.

6.1. Egyszerű pozicionáló szervó

A 37. ábra egy szimpla, kisfeszültségű, holtjátékos üzemmódú pozicionáló szervót ábrázol. Mivel az egész hordozható rendszert egyetlen 9 V-os telepről kívánjuk működtetni, ezért elsőrendű szempont a hely- és az energia-takarékosság volt. Az előzőekben ismertetett ( $2U_{\Delta+}$ ;  $2U_{\Delta-}$ ) és küszöbfezültségeket ( $U_{T+}$ ;  $U_{T-}$ ) egy ellenállásosztóval állítjuk elő. A vázolt adatokkal, a belső kettes leosztást követően a háromszöghullám csúcstól-csúcsig vett értéke (1,32 V) kevesebb lesz, mint a komparálási szintek közötti 1,40 V-os különbség (35. ábra).

A holtzóna nagysága és egyben a pozicionálás bizonytalansága így:

$$H = \frac{1,40 \text{ V} - 1,32 \text{ V}}{1,40 \text{ V}} = \frac{0,08 \text{ V}}{1,40 \text{ V}} = 0,057 = 5,7\%$$

Az előző értékek betartása érdekében a feszültségosztót ( $R_1...R_5$ ) 1% pontosságú, vagy összeválogatott ellenállásokból építjük meg!

A 8...9 V-os, miniatűr DC-motort az IC kimeneti hídfokozata közvetlenül táplálja. A motor tengelye egy megfelelő módosítású (pl. 100 : -1) fogaskerék-áttétel közbeiktatásával a „terhelést” és az ún. pozicionáló potenciométert hajtja. Ez utóbbi csúszkáján megjelenő és a motor szöghelyzetével arányos feszültség, valamint a külső, ún.

pozíció-meghatározó alapjel (parancs) kivonódik egymásból a műveleti erősítő differenciálebenetei segítségével. A különbségjelet kb. az ötvenszeresére (= 34 dB) erősítjük, amely értéket az  $R_6$  és az  $R_7$  jeld ellenállás segítségével állítunk be.

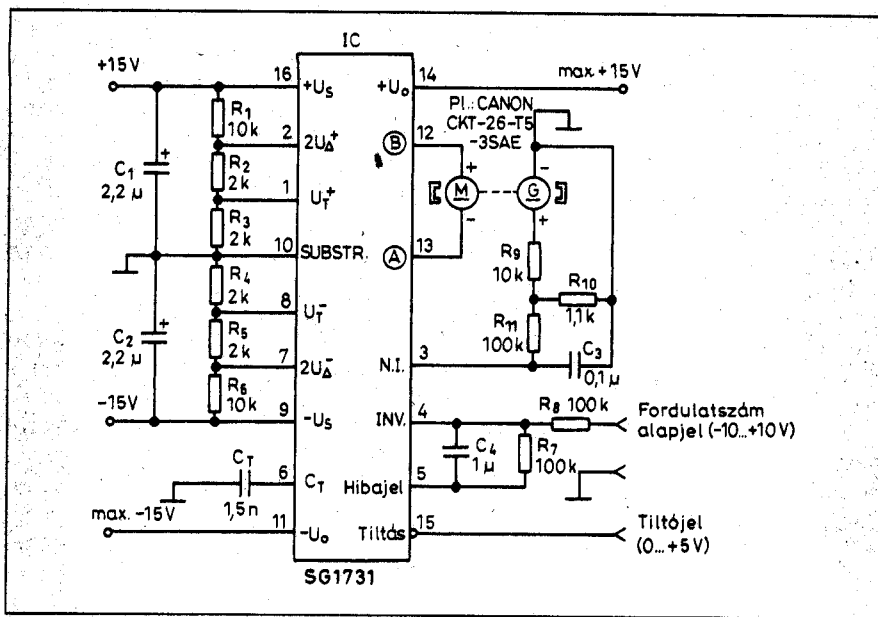
Az így előállított ún. hibajel hatására jön létre az impulzusszélesség-moduláció. Helyes működés esetén az IC kimenőfeszültségének polaritása olyan, hogy a motort mindig abban az irányban kezdi elforgatni, hogy ezáltal csökkenjen a tényleges és a kívánatos szöghelyzet közötti különbség. A moduláció mélysége – vagy ami ezzel arányos: a motor „pillanatnyi átlagárama” – pedig a pozíciókülönbséggel, tehát a hiba nagyságával arányos.

Amennyiben a kiegyenlítést egyszer már elértük, akkor megszűnik a motor táplálása. Ez az állapot mindaddig fennáll, amíg nem érkezik újabb „helyzetparancs”, vagy egy zavaró nyomaték el nem mozdítja a potenciométer csúszkáját a kívánt pozícióból.

6.2. Holtjátékmentes (merekv) pozíciószerződ

Második példánk egy nagy mechanikai merevséget biztosító pozicionáló szervó. Kis helyigénye és viszonylag csekély fogyasztása folytán kiváltképp alkalmas pl. repülőgép-, vagy egyéb járműmodel kormányzására. Az egész rendszert célszerűen 2 db 6 V-os Ni-Cd akkumulátor működteti (38. ábra).

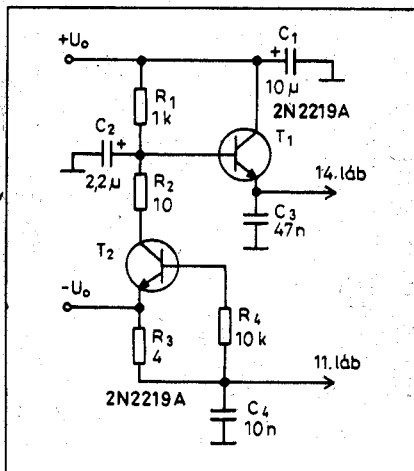




39. ábra. Egyszerű, zárthurkú fordulatszám-szabályozó

Az előzőkhez képest eltérést jelent a kéttelleges táplálás és a működési módot beállító feszültségosztó kialakítása. Most a beírt alkatlem-adatokkal leosztott háromszöghullám csúcstól-csúcsig vett értéke  $U_{\Delta(cs-cs)} = 1,658 \text{ V}$ , ami nagyobb, mint a komparálás szintek között kiadódó 1,58 V-os különbség. Tehát holtjáték (holtzóna, „kotyogás”) mentes, „merev” működésmód áll elő (36. ábra). Az előzők analógiájára az átfedés mértéke:

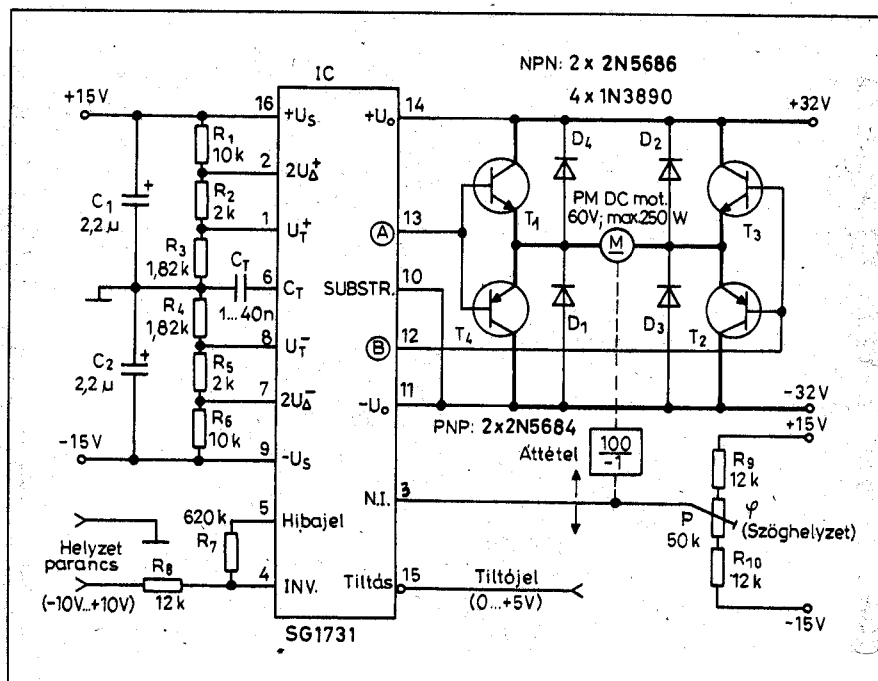
$$A = \frac{U_{\Delta(cs-cs)} - \sum U_T}{\sum U_T} = \frac{1,658 \text{ V} - 1,58 \text{ V}}{1,58 \text{ V}} = 0,0494 \approx 5\%$$



40. ábra. Szimpla áramkorlátozó kapcsolás

Ez annyit jelent, hogy a szervóhurok kiegyenlített állapotában a motor a névleges teljesítményének kb. az 5%-át kapja. Más megközelítésben azt mondhatjuk, hogy a névleges nyomatéknak legalább az 5%-át kell a motor tengelyére kívülről alkalmazni ahhoz, hogy kimozdítsuk azt a nullpontjából!

A feszültségosztó felépítésére, a rendszer beállítására az előzőekben mondottak most és a továbbiakra is érvényesek!



41. ábra. Nagynyomatékú, pozicionáló szervohajtás

### 6.3. Egyszerű, zárthurkú fordulatszám-szabályozó

A következőkben egy kétirányú, zárthurkú, PWM-típusú fordulatszám- (sebesség-) szabályozót ismertettünk. Az SG1731-es tok a kisteljesítményű DC-szervomotort közvetlenül meghajtja. Ez utóbbi a tachogenerátorral közös, kompakt egységet képez (39. ábra).

A tachogenerátor a motor (és a „terhelés”) fordulatszámával és forgásirányával arányos, DC-feszültséget szolgáltat. Tipikus értéke: 7 V/1000 1/min. Ezt a viszonylag nagy értékű feszültséget megfelelő arányban leosztjuk (-20 db) és simítjuk ( $\tau \approx 10 \text{ ms}$ ). Az így előállított visszacsatolójellel vezéreljük a műveleti erősítő neminvertáló (NI.) bemenetét. A 180°-os „fázisfordítás” a motor és a tachogenerátor kapcsainak megfelelő bekötésével érhető el, biztosítva ezzel a stabil működéshez szükséges negatív visszacsatolást.

A fordulatszám-alapeljel az  $R_8$  ellenálláson keresztül jut el a tok 4. számú inverter bemenetére. Szintén ide csatlakozik a műveleti erősítő kimenetéről jövő, integráló jellegű (0,1 s), negatív visszacsatolás az  $R_7$  és a  $C_4$  építőelem segítségével. Végül soron előáll a visszacsatoló- és a hibajel különbsége, amely felerősített formában az 5. lábón jelenik meg. Az erősítés mértékét az  $R_7$  és az  $R_8$  ellenállások aránya határozza meg.

A hibajel a már vázolt módon vezérli az impulzusszélesség-módulátort. Az  $R_1 \dots R_6$  feszültségosztó éppen a két-féle működési mód határesetére van méretezve. Figyelembe véve azonban az  $U_T$  bemenetek BIAS-áramát, a gyakorlatban a szabályozó néhány százalékos átfedést fog mutatni, vagyis holtjártékmentes lesz. Végül megjegyezzük, hogy a rendszerrel elérhető legkisebb fordulatszám elsősorban a motor súrlódási jellemzőitől függ!

#### 6.4. Egyszerű áramkorlátozó kapcsolás

Azon alkalmazásoknál, ahol gyakori a forgásirányváltás, de nem követelmény a nagy gyorsítónyomaték, ott célszerű egy áramkorlátozó kapcsolásról működtetni az SG1731 jelű tokot (40. ábra).  $U_i$  forgásirányváltásakor a motor olyan nagy árammal terheli a kimeneti meghajtókat, hogy könnyen tönkretelheti azokat!

Az  $U_O$  iktápegység és az IC 11., valamint a 14. lába közé beépített fokozat működése tömören a következő. Normál üzemmódban a tok 11. lábán kifolyó (emitter-) áram áthalad az  $R_3$  érzékelőellenálláson és a  $-U_O$  telepre érkezik. Mivel ilyenkor a terhelőáram „kicsi”, ezért nem kap elegendő vezérlést az  $R_4$  ellenálláson keresztül a  $T_2$  tranzisztor és így az kikapcsolt állapotban marad. Kollektora tehát mintegy a „levegőben lóg”. Ezért az  $R_1$  ellenálláson keresztül telítésbe vezérlődik a  $T_1$  tranzisztor és a  $+U_O$  telepet az IC 14. lábára kapcsolja.

Ha a terhelő motoráram meghaladja a kb. 220 mA-t, akkor az  $R_3$  érzékelőellenálláson már 900 mV feszültség esik. Ez az  $R_4$ -en keresztül kinyitja a  $T_2$  tranzisztor, kollektora így a  $-U_O$  telepet az  $R_2$  ellenálláson keresztül a  $T_1$  bázisára kapcsolja. A  $T_1$  tranzisztor tehát lezár, és kikapcsolja az IC táplálását. A  $C_1 \dots C_4$  hidegítőkondenzátor garantálja az áramkorlátozó gerjedésmenyes üzemet.

#### 6.5. Nagynyomatékú, pozicionáló szervó

Az előzőekben vázolt, pozícióbeállító szervórendszer nagyteljesítményű változatát a 41. ábra szemlélteti. Az SG1731 típusú IC-ből kiépített ún. szabályozó egységet a  $\pm 15V$ -os, szimmetrikus, kéttelepes tápegységről működtetjük. A motormeghajtó fokozatot vi-

szont a  $\pm 32V$  feszültségű sinekről járjuk, az IC adta lehetőségek minél jobb kiaknázása érdekében!

Az A és B kimenethez kapcsolódó komplementer emitterkövető, valamint a visszavezető diódák szemléletes módon alkotják a teljesenvezérelt hidat. Ez utóbbi átlójában van a 60 V-os DC-motor. Hangsúlyozzuk, hogy a nagy impulzsfrekvencia miatt a végfokozatok ún. nem telítődő módban működnek, a tranzisztorok maradékfeszültsége tehát kb. 2 V. Áramerősítési tényezőjük így viszont 2..5-ször nagyobb a kapcsoló (telített) üzemmódhoz képest.

Mindent egybevetve: 100 mA-es meghajtóáramot, továbbá 40-es (ill. 400-as) áramerősítési tényezőket feltételezve azt mondhatjuk, hogy jó minőségű npn-tranzisztorokkal kb. 200 W, míg nagysebességű Darlingon-párokkal kb. 2 kW-os DC-motor szabályozásra nyílik lehetőség.

#### 6.6. Nagyteljesítményű, kétirányú fordulatszám szabályozó

A most bemutatásra kerülő sebesség-szabályozó rendszert nagyon könnyen származtathatjuk az előző szervóból. Ehhez mindössze hagyjuk el a fogaskerékátételt, a pozicionáló potenciómért pedig helyettesítjük egy tachogenerátorral (42. ábra). Természetesen az invertáló bemenetre alkalmazott

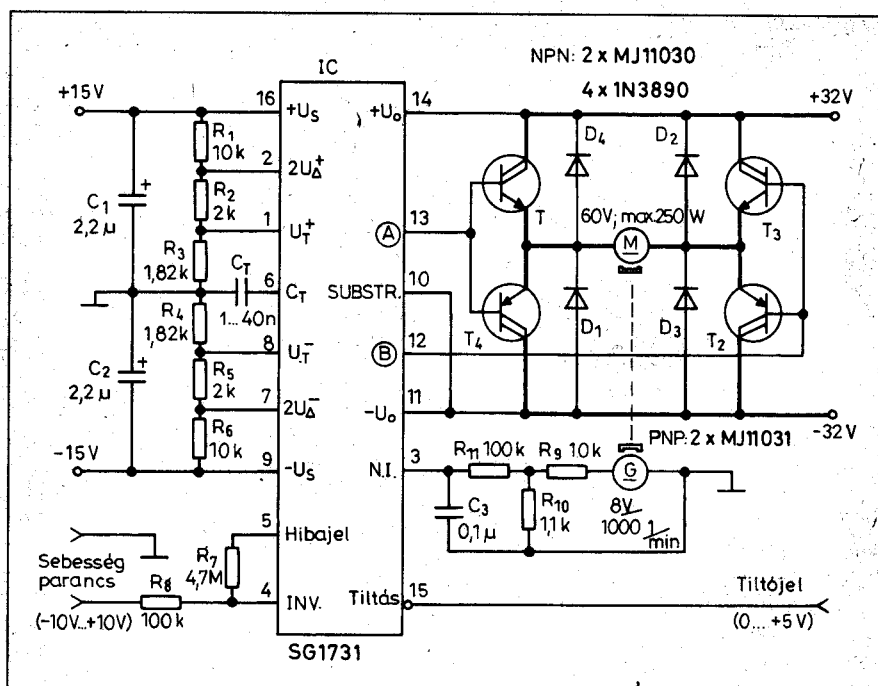
„parancs” feszültség ezúttal a motor előjelhelyes fordulatszámát fogja megszabni!

A szabályozórendszer felépítésére, valamint az egyéb alkatelemekre az előzőekben vázoltak az irányadók!

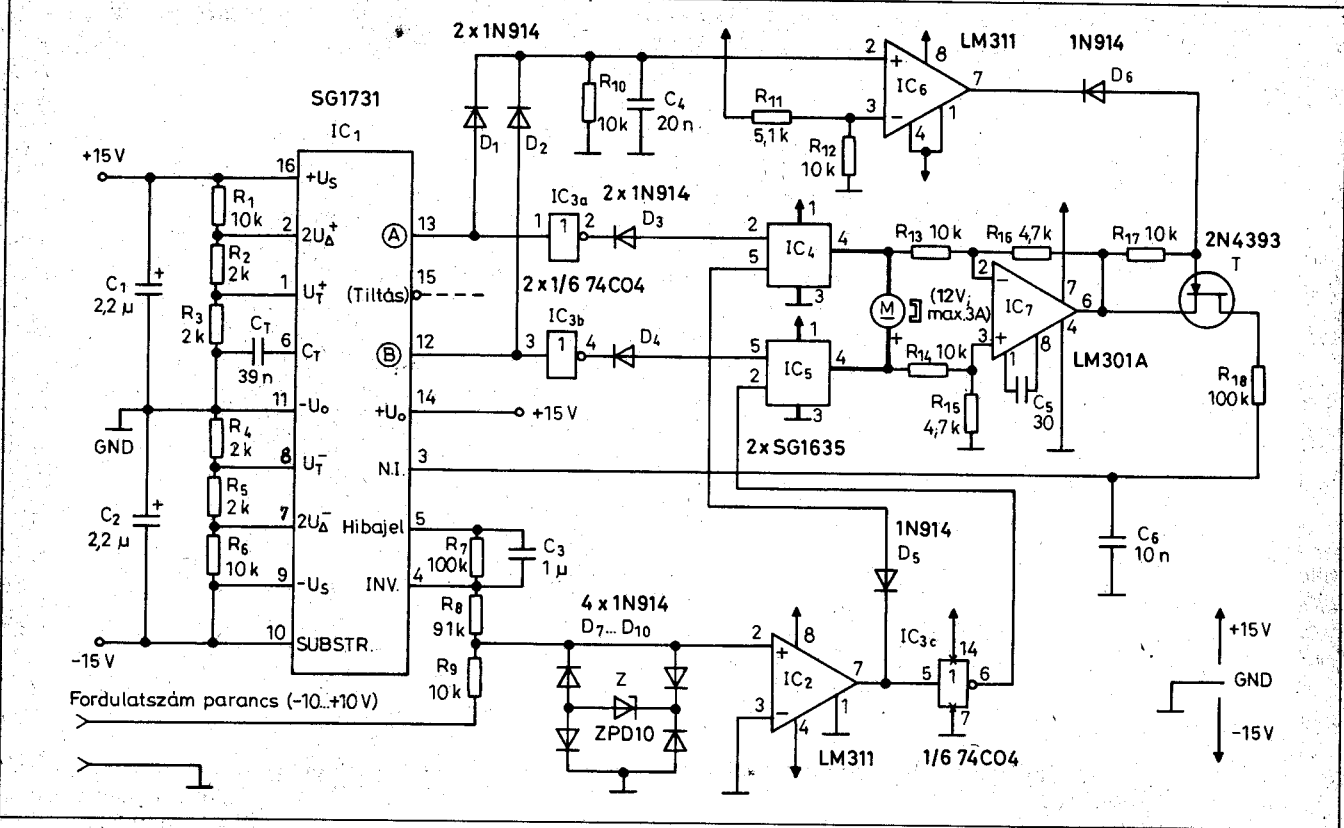
#### 6.7. Egyenáramú motor tachogenerátor nélküli, precíziós fordulatszám-szabályozása

Egy további, igen érdekes sebességszabályozó szervóhúrköt illusztrál a 43. ábra. Az SG1635 típusú, 3,5 A-es, komplementer Darlingon-rendszerű meghajtó IC-k egyrészt lehetővé teszik nagyobb (kb. 40 W) teljesítményű motorok szabályozását. Másrészt megszüntetik a sebességérzékelő tachogenerátor szükségességét! Ez utóbbi helyett most a PM-motor ellenelektromotoros erejét (EMF) figyeljük, amely a táplálás szüneteiben visszacsatolójelként szolgálhat. Ez az elv ugyan maga után vonja az áramkör bonyolultságának növekedését, de így megtakaríthatjuk a tachogenerátor, valamint a tengelykapcsoló költségeit és nem utolsósorban azok súlyát!

Maga az áramkör a 39. ábrán vázolt, sebességszabályozó alapszervóhoz hasonló. Az IC<sub>2</sub> komparátor az alapjel polaritását érzékeli. Kimenete a D<sub>5</sub> diódán és az IC<sub>3c</sub> invertáson keresztül az IC<sub>4</sub> és az IC<sub>5</sub> meghajtók áramnyelő-Darlingtonainak bemeneteit ve-



42. ábra. Nagyteljesítményű, reverzaló fordulatszám-szabályozó



43. ábra. Tachogenerátor nélküli, precíziós fordulatszám-szabályozó

zéri. Ezzel megtörténik a motor forgásirányának a kijelölése. Más oldalról megvilágítva: lehetővé válik, hogy mindkét meghajtó IC kikapcsolt állapotban maradjon az esetben, ha az SG1731 nem ad kimenőimpulzust (43. ábra és 44. ábra).

Ezért azt mondhatjuk, hogy ha az IC<sub>1</sub> kimenetei különböző állapotúak, akkor a motor megfelelő előjelű táplálást kap. Viszont, ha az SG1731-es tok mindkét kimenete (pl. a letiltás miatt) L szintű, az esetben a meghajtófokozatok kikapcsolva maradnak. A motor ilyenkor mintegy „lebeg”.

A 45. ábra a szabályozó egyes jellegzetes hullámformáit érzékelteti. A kikapcsolások során a motoron jelentkező „tüskéket” a meghajtó IC-k belső, ún. visszavezető diódái hatásosan csillapítják (a). A motor kikapcsolását követően a szemlélt hullámforma beáll egy jól definiált DC-szintre. Ez utóbbi pedig nem más, mint a meghajtás nélküli, de természetesen forgó motor ellenelektromotoros ereje.

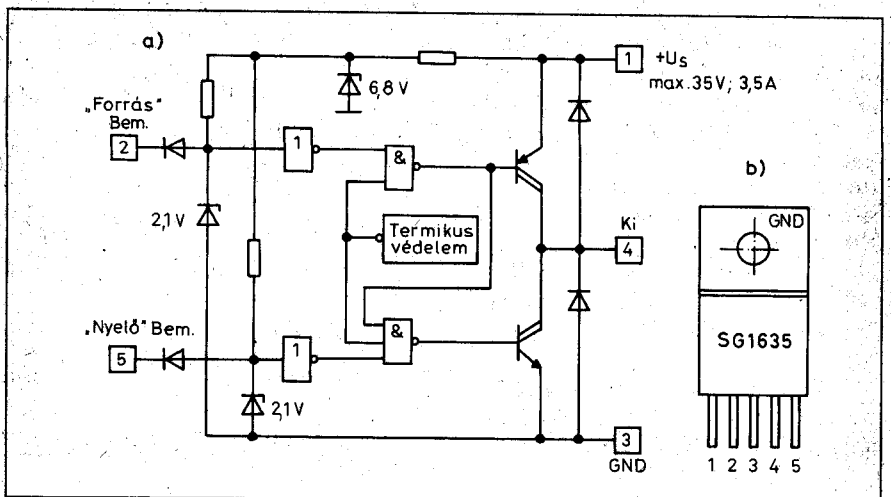
Ezt a feszültséget differenciálmódusban érzékeli az IC<sub>7</sub> műveleti erősítő, amelynek kimenete az ún. kapcsolóüzemű szűrőt táplálja. Ez utóbbi a T<sub>1</sub> jFET-ből, valamint az R<sub>18</sub> és C<sub>6</sub>

(100 kΩ; 10 nF) együtteséből áll. Ez az áramkör mintát vesz az ellenelektromotoros erőből, mialatt a motor nem kap teljesítményt.

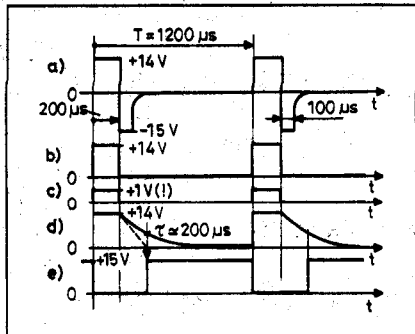
A jFET-kapcsolót az IC<sub>6</sub> LM311 komparátor szinkronban „stróbolja”, kapuzza az SG1731-es tok kimeneteiről. Az IC<sub>6</sub> invertáló bemenetén lévő D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, R<sub>10</sub>, C<sub>4</sub> hálózat lehetővé teszi a szűrő kimenetének időben helyes akti-

vizálását (45. ábra d hullámforma). Az R<sub>10</sub>, C<sub>4</sub> komplexum kb. 220 μs-os lecsengési ideje biztosítja, hogy a jFET csak az induktív tüske elnyelését követően kapjon meghajtást.

A szűrő kimenőjelét az R<sub>18</sub> + C<sub>6</sub> tag gyakorlatilag DC-re simítja, amit közvetlenül visszacsatolunk az IC<sub>1</sub> hibajelölő neminvertáló bemenetére. Ezzel pedig bezárul a sebességszabályozó



44. ábra. Az SG1635 típusú buffer-IC: a) egyszerűsített elvi kapcsolási vázlat, b) tokozása és lábkiosztása előlnézetben



45. ábra. A szabályozó jellegzetes hullámformái: a) a motor kapocsfeszültsége, b) és c) az SG1731 kimenőjelei, d) a komparátor meghajtófeszültsége, e) a T JFET vezérlőjele

hurok. Az alapjel bemeneten lévő Z-diódás híd mindennemű  $\pm 10$  V-nál nagyobb jelet „megfarag”. Ellenkező esetben ui. az SG1731 kimenetei a tápfeszültség szintjein telítődnének és a kapcsolóüzemű visszacsatoló-hurok ezen időszakokra hatástalan marad!

### 6.8. Ventilátoros hőmérséklet-szabályozás

Az SG1731 jelzésű tok jól felhasználható egy ventilátor DC-motorjának fordulatszám-szabályozására. Ezzel a módszerrel gyorsan optimumra lehet stabilizálni például egy adott készülék belső hőmérsékletét. „Mellékterméként” még számottevően megnövelhető a ventilátor élettartama. A bemutatásra szánt elvet elsősorban a modern elektronikai berendezések és műszerek, valamint számos katonai alkalmazás kapcsán használják (46. ábra).

Amikor a „hideg” készüléket bekapcsoljuk, akkor a ventilátor közelében elhelyezett  $R_8$  jelzésű termisztor ellenállása nagy értékű. Ilyen feltételek mellett a hibajelerősítőt meghajtó  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$  és  $R_8$  alkotta híd kiegyenlítettlen. Ennek eredményeként a PWM-IC a 12. B lábára folyamatos L szintet juttat. Következésképpen a  $T_1$  és a ventilátor motorja kikapcsolva marad. Amint a belső hőmérséklet kezd emelkedni, csökken a termisztor ellenállása. Ez végsősoron egyre szélesedő PWM-kimenőjelet eredményez. Hatására a  $T_1$  tranzisztor periodikusan bekapcsolgat, a ventilátor pedig egyre gyorsuló forgásba kezd. Az alkatrészek kedvező megválasztása esetén a szellőztetett térfogat hőmérséklete kb.  $50^\circ\text{C}$ -on állandósul.

A visszacsatoló hálózatban lévő  $C_3$  kondenzátor és az  $R_8$  ellenállás határozza meg a szabályozórendszer időállandóját, amely jelen esetben mintegy 2 s. Ha ez utóbbi értékét (pl. takarékosági okokból) túlságosan rövidre választanánk, akkor ez a túlszabályozásból adódó hallható és bosszantó „lengéseket” eredményezne a vázolt szerződésben. Az  $R_{12}$  ellenállás a motor áramlökéseit korlátozza, míg a  $D_2$  dióda biztosítja a cirkulációs terelőutat. Ezen alkatrészek beépítése nagymértékben csökkenti a motor „tüskéit”, járását pedig simábbá teszi.

### 6.9. Tárcsamotor sebesség- és pozíciószabályozása

A következő példánkban egy közepes teljesítményű, nyomtatott áramkörös, ún. diszkmotor pozícióját és sebességét szabályozza a 2 db SG1731-ra épült elektronika (47. ábra).

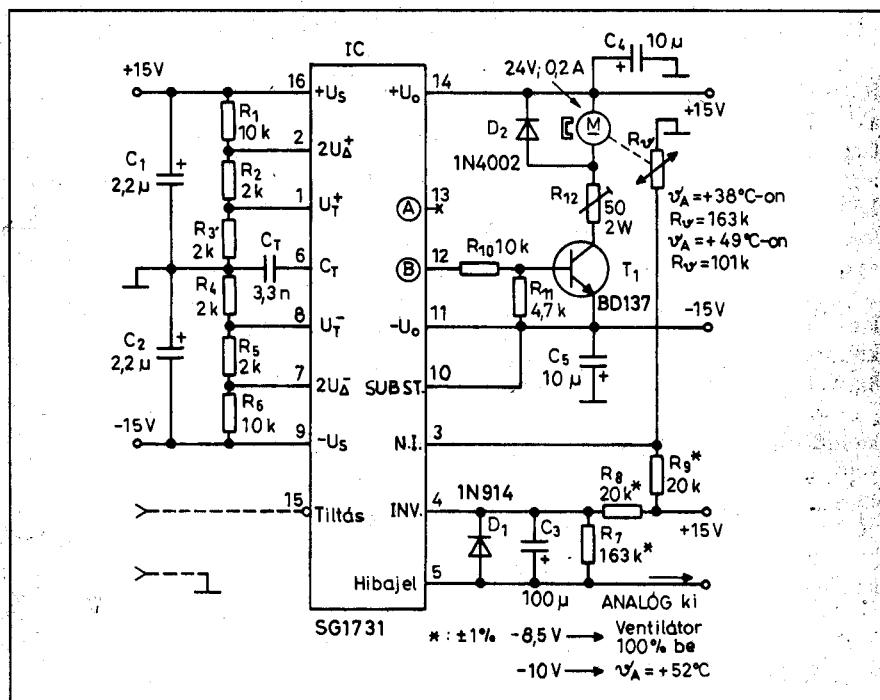
A motor tengelyének szöghelyzetét az előzőekhez hasonlóan egy fogaskerekáttétel kimeneten lévő potenciométer segítségével érzékeljük. A kívülről alkalmazott „pozíció parancs” alapjelet és a potenciométer csuszáján megjelenő, ún. „aktuális helyzet” feszültséget komparáljuk. A különbségüket pedig mintegy az ötvenszeresére erősítjük. Az így nyert hibafeszültséggel a már ismert módon moduláljuk az im-

pulzussorozat szélességét és polaritását.

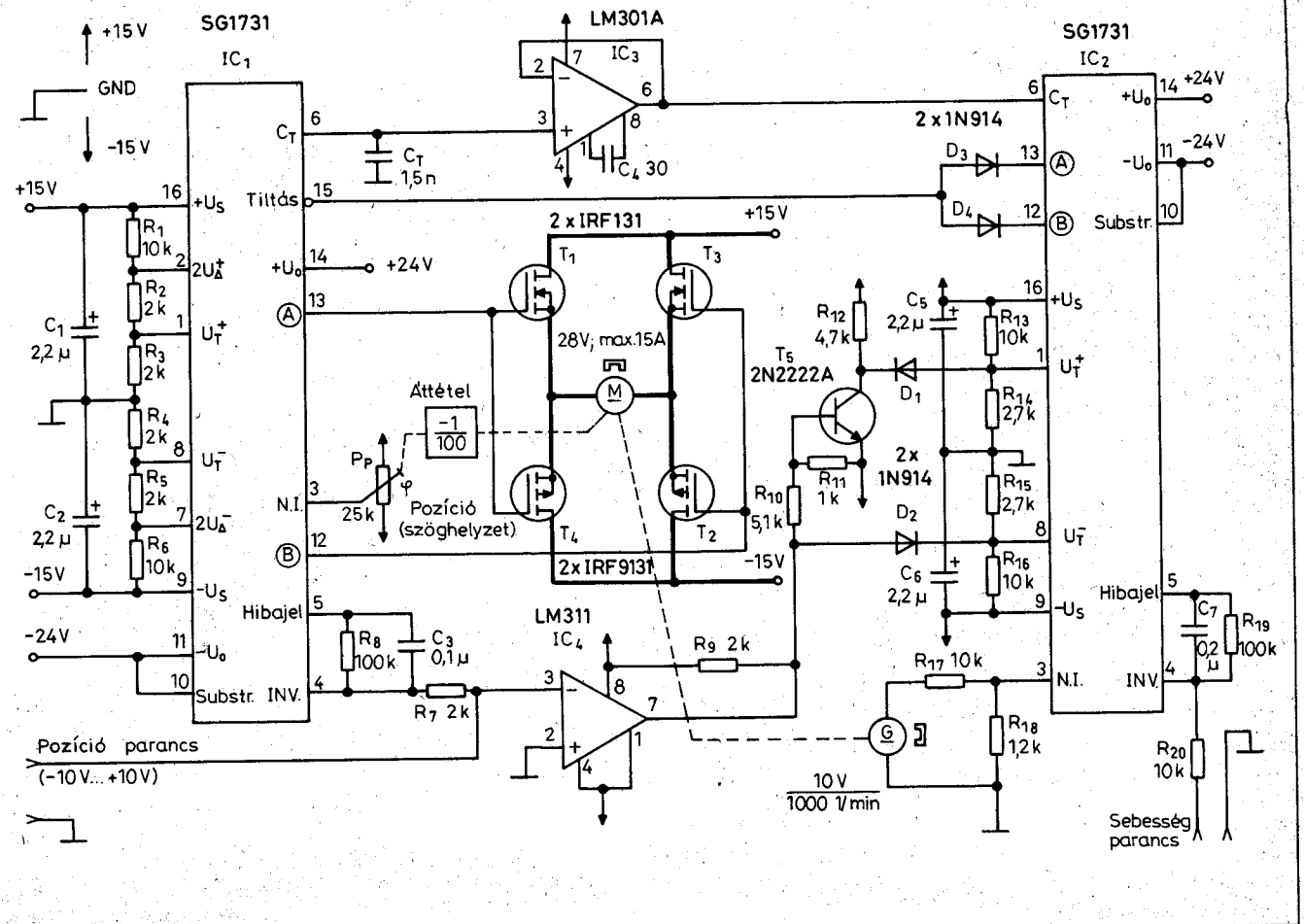
Az IC<sub>1</sub> A és B kimeneti meghajtói most a komplementer teljesítmény-MOS source-követőkből ( $T_1...T_4$ ) kiépített végerősítőt vezérlik. A negatív visszacsatolás következtében a motor mindaddig forog, amíg a hibajelerősítő bemenetén a feszültségek ki nem egyenlítődnek.

Az IC<sub>2</sub>, vagyis a második SG1731-es tok tölti be nagyrészt a sebességszabályozás funkcióját. Előljáróban azonban megjegyezzük, hogy a korrekt működés érdekében a két PWM-IC oszcillációs frekvenciáját pontosan (fázis és frekvencia szerint) szinkronizálni kell. Ezzel elkerülhető azok „üttetése”, amely jelenség akkor lép fel, ha a két oszcillátor frekvenciája eltérő és közöttük „lebegés” áll elő.

A probléma áthidalására dolgozták ki az ún. slave-technikát. Ennek érdekében az IC<sub>1</sub>  $C_T$  kondenzátorának háromszögjelét az IC<sub>3</sub> alkotta egységnyi átviteli tényezőjű műveleti erősítő segítségével az IC<sub>3</sub> 6. lábára vezetjük. Szemléletes szóhasználattal azt mondhatjuk, hogy az IC<sub>3</sub> kis kimenőellenállása minden körülmények között „felülírja” az IC<sub>2</sub> belső oszcillátorát. A vázolt módszerrel mindkét SG1731-es tok oszcillátorjele pontosan „egybevágó” lesz. Ezért az IC<sub>2</sub>-nél nincs szükség a  $2U_{\Delta+}$  és a  $2U_{\Delta-}$  feszültségre, mivel



46. ábra. Ventilátoros hőmérséklet-szabályozás



47. ábra. Tárcsamotor precíziós pozíció- és sebességszabályozása

a háromszögjel amplitúdója már meghatározott!

Az IC<sub>2</sub>-vel realizált, táchogenerátoros sebességszabályozó hurok kapcsolása hasonló az előzőekhez. A motor fordulatszámát azáltal szabályozzuk, hogy az A és a B kimeneteiről a D<sub>3</sub> és a D<sub>4</sub> diódás VAGY kapuval úgymond másodlagosan moduláljuk az IC<sub>1</sub> impulzusszélességét a TILTÁS bemenet segítségével. Az R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> és az R<sub>16</sub> alkotta osztó értékeiből következik, hogy az IC<sub>2</sub> önmagában véve mintegy holtjátékos üzemanódú. Ezért csak ak-

kor kapunk az IC<sub>1</sub> számára engedélyező, H szintű kimenőfeszültséget, ha a sebességalapjel abszolútértéke 0,2 V-nál nagyobb, vagy ha van megfelelő pozíciós parancs! Ui. ez utóbbi jel az IC<sub>4</sub> komparátoron és a T<sub>5</sub> inverterfokozaton keresztül eltogatva befolyásolja az IC<sub>2</sub> U<sub>T+</sub> és belső küszöbfeszültségeit. A hatás végül is olyan, hogy megfelelő nagyságú pozícióparancs esetén az IC<sub>2</sub> már folyamatos engedélyezést ad az IC<sub>1</sub> számára.

A rendszer működését nagy vonalakban úgy jellemezhetjük, hogy ki-

egyenlített, vagyis sztatikus helyzetben holtjátékmentesen áll. Új pozícióparancs hatására megfelelő irányú mozgásnak indul, amelynek fordulatszámát az alkalmazott sebességalapjel határozza meg. Más oldalról megvilágítva: a kiegyenlítődesi folyamat különböző (kézbentartott) sebességgel hajtható végre.

Végül megemlítjük, hogy a pozíció szempontjából holtjátékos (energiatakarékos) szervót készíthetünk, ha az IC<sub>1</sub> komparálási szintjeit megfelelő feszültségekkel szinkronban moduláljuk.

FORRASZTÁSTECHNIKA, ELEKTRONIKA, KÉZISZERSZÁMOK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

etalon® Weller® BAHCO® METEX® PANALISE® Hirschmann®

Etalon2000 Kft.  
1139 Budapest Gömb u. 30.  
Tel./Fax: 329-6453,  
350-4326  
www.etalon2000.hu  
e-mail: etalon2000@etalon2000.hu

JOKARK® Weidmüller® Hoffmann®



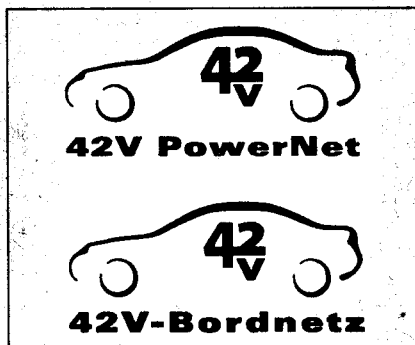
## Minden, ami a gépjárművek áramellátásával kapcsolatos...

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Az idén ismét jelentkező az autósoknak szóló összeállításunkkal. A valóság az, hogy az autóelektronikával való barkácsolás egyre jobban háttérbe szorul, hiszen az autóiparban, mind a mechanikai, mind az elektronikai megoldások területén olyasmi történik, ami példátlan az autóipar fejlődéstörténetében. A gépkocsikban egyre több elektromechanikus, elektromos és elektronikus egység található, amelyek többségének javítására csak megfelelően képzett márkaképviseleti szakemberek képesek. A motorelektronikai egységek országúti javítása elképzelhetetlen, és többnyire a csere sem egyszerű a hozzáférhetőség és a célszerszámok, valamint a számítógépes célműszerek hiányában. A felvezetős elektronikus egységek többségét már eleve úgy készítik, hogy azok nem javíthatók. Javításuk egyébként is gazdaságtalan, ami költségesebb lenne, mint egy új egység.

Ma már az utólagos kiegészítő elektronikák (pl. riasztók, működést ellenőrző kapcsolások stb.) beépítése is komoly gondot okozhat, mivel a gépkocsik többségéhez ma már elektromos kapcsolási rajzot sem adnak, így nem könnyen találjuk meg a nekünk szükséges elektromos csatlakozási pontokat. Gondot okoz, hogy a műanyagborítások felerősítési helyét többnyire nem ismerjük-, így tevékenységünk nem várt károkozással járhat.

Sok gépjárműnél az indítókulcs kivételkor a rendszer teljesen „áramtalanított”. Ez alatt azt értjük, hogy sem a szivargyújtó, sem a stekklámpa-dugó



1. ábra

aljazatban nincs feszültség. A megfelelő csatlakozási pontokhoz (pl. 30, 15, 31-es pontok stb.) csak mechanikai beavatkozás (pl. fúrás) útján juthatunk-, ez pedig egy komolyabb kocsi esetében barkácsolásnak bizonyulhat és garanciavesztéshez is vezethet. Ma már egy autónak csak a gépkocsitípus kiválasztásánál van „szabadsága”, a vásárlást követően azon nyomban kényeszerpályára kerül. A garancia biztosítását a márkaképviselet diktátuma (órabére) szabja meg. Nincs vetélytárs a gépkocsi márkája szabja meg, hogy hová vihetjük szervizbe a kocsit és hová nem (s már ez is pénztárcába vágó diktátum). A szervizkönyvbe a pecsétet csak a hivatalos márkaszerviz teheti. A szervizmunkáknál a rendszerváltás előtt is becsaptak minket, s ez a mentalitás napjainkra sem szűnt meg, csak éppen finomította a módszereket és megnehezítette a tettenérést. A sok trükk kivédésére (pl. kimaradó munkafázisok, fékrendszer-tisztítás, fagyálló utántöltés, alkatrész „kicserélődések,

átváltozások”) az alapinformáció birtokunkban van. A szervizkönyv tételesen felsorolja, hogy mit kell (kellett volna) elvégezni a revízió során. Amit lehet ezek közül igenis nézzünk meg! Ellenőrizzük, hogy mit igazítottak, mit cseréltek (a kicserélt alkatrészt kérjük el), ezzel is bővíthetjük gyakorlati ismereteinket és csökkenthetjük az „átverési együtthatót” és jelentősen csökken annak az esélye, hogy baleknak nézzenek bennünket.

Ha a fentiek ellenére, továbbra is újabb kiegészítő elektronikus egységekkel óhajtjuk ellátni gépjárművünket, akkor szerezzünk be hozzá megfelelő javítási kézikönyvetkönyvet, amely segítségül szolgálhat. Vegyük figyelembe továbbá vásárlásaink és megvalósítási terveink során, hogy a nem túl távoli jövőben a szériakocsik többsége 42 V-os elektromos rendszerű lesz. A következőkben többek között ezekről a törekvésekről és nemzetközi összefogással történő közös kutatásról és fejlesztésről is szólnunk, és mindent bemutatunk, ami a mai és a jövőbeni gépjárművek áramellátásával kapcsolatos.

**Elektromechanikus és elektronikus rendszerek a közeljövő autókban**

*Az elektromos energia előállítása és tárolása a hagyományos rendszerekben*

A jelenlegi gépjárművek hálózatának névleges feszültsége 12 vagy 24 V. So-



kan emlékszünk még arra, hogy milyen nagy mérföldkő volt az, amikor a 6 V-os rendszert felváltotta a 12 V-os és most már megint továbblépünk, 2010-re a széria gépkocsik döntő többsége 42 V-os üzemi (fedélzeti) feszültségről fog működni. A mai gyártású gépkocsik és a kisebb haszonjárművek még 12 V-os a nagyobb haszonjárművek (tehergépkocsik, autóbuszok, kamionok) 24 V-os hálózattal készülnek. A (6 V-os), 12 V-os és 24 V-os névleges feszültség a gépjárműben lévő *akkumulátor nyugalmi feszültségét* jelenti. A gépjárműindító savas ólomakkumulátor-cellák nyugalmi feszültsége 2 V, a cellánkénti kisütési végfeszültség-érték 1,75 V. A töltési végfeszültség-érték cellánként a legtöbb típusnál max. 2,4 V lehet. Ez 12 V-os névleges feszültségű akkumulátorok esetében, az akkumulátorban sorosan kapcsolt 6 db cellánál  $6 \times 2,4$  V, vagyis max. 14,4 V lehet. A villamos hálózatban álló motor esetén a tápvezetéseken az akkumulátor feszültsége jelenik meg, amely az akkumulátor töltöttségének függvénye. Névleges értéke 6, 12, 24, ill. az új bevezetésre kerülő rendszerben 36 V. Ha a motor jár, a fordulatszám teljes tartományában a max. töltőfeszültség nem lépheti túl rendre  $3 \times 2,4 = 7,2$ ;  $6 \times 2,4 = 14,4$ ;  $12 \times 2,4 = 28,8$ , ill. a  $18 \times 2,4 = 43,2$  V-os akkumulátorfeszültség-értéket. Ezért üzem közben a fogyasztókkal terhelt rendszer akkumulátorának üzemi, vagyis más szóhasználattal *fedélzeti (hálózati) feszültsége* rendre 7, 14, 28, ill. 42 V. A jelenlegi gépkocsik fogyasztóit mindig erre a kissé nagyobb üzemi (fedélzeti) feszültségre méretezik, de az egységeken és a szerelvényeken csak a névleges feszültséget (6, 12, 24 V) tüntetik fel. A 12 V-os feliratú izzólámpáknál ez az érték pl. 13,5 V. A 12 és a 14 V különbsége nem jelentős, de a 36 V-os (3 db. sorosan kapcsolt 12 V-os) névleges feszültségű akkumulátornál a terhelt üzemfeszültség, vagyis a fedélzeti feszültség 42 V esetében már jelentősebb a különbség. Ezért az új elektromos felépítésre minden esetben 42 V-osként hivatkoznak, vagyis minden esetben a terhelt *fedélzeti feszültséget* tüntetik fel ( $3 \times 14$  V).

Azt, hogy miért szükséges az egyenfeszültségű elektromos hálózat feszültségének a növelése, és miért éppen 42 V-ra és miért pl. 70 V-ra, ezt a hagyományos energiaellátó egységek megismerését követően érthetjük meg.

Hogyan is működik és miből áll egy gyakorlatilag szünetmentes táp-feszültség-ellátást biztosító, hagyományos rendszerű 12 V-os elektromos egység? Mit kell tennünk annak üzembiztos működéséhez, esetleges javításához, karbantartásához, ez is egy igen fontos kérdés lehet.

Napjaink autóiban lévő elektromos fogyasztók energiaellátását félvezetődiódás egyenirányítóval ellátott változó áramú generátor szolgáltatja. A generátort a jármű belsőágú motorja hajtja meg, ezért fordulatszámra széles határok között változik, ami az előállított szüretlen egyenfeszültség nagymértvű ingadozását eredményezi. A terhelőáram, (s ezzel együtt a kimeneti feszültség) a bekapcsolt fogyasztók számától függően is változik, így széles határok között változhat az akkumulátor töltöttsége. A kimeneti feszültségnek adott határok között való tartásához elektronikus feszültségszabályozót alkalmaznak. A jól beállított feszültségszabályozónak 12 V-os névleges (ill. 14 V-os fedélzeti) feszültségű rendszernél 14,2...14,4 V töltőfeszültséget kell tartania.

A korszerű „forgó” áramellátó egységeknél a generátor és a hozzá tartozó egyenirányító és a feszültségszabályozó közös egységben helyezkedik el. A gépjárműakkumulátor addig látja el villamos energiával a bekapcsolt elektromos fogyasztókat, amíg a gépjármű motorja áll, vagy kis fordulatszámmal forog, s a motorral hajtott generátor még nem termel elég áramot. Az akkumulátor feladata többrétű. A gépjármű motor indítása, üzemben tartása akkumulátor nélkül nem oldható meg. A motor indításhoz (főleg téli időszakokban) tekintélyes villamosenergiamennyiség szükséges. Továbbá a gépjármű jelző és biztonsági berendezései ugyanúgy szünetmentes áramellátást igényelnek, mint a motor működéséhez nélkülözhetetlen gyújtás.

A „forgó” áramellátó egység (az egyenirányítóval, feszültségszabályozóval ellátott generátor) az akkumulátort nem helyettesíti, mivel annak energiatermelése alapjáratban és álló motornál szünetel.

Az akkumulátor szükséges tárolóképességét a legnagyobb áramfelvételi fogyasztó, az önindító motor határozza meg. A villamos energia tárolása mellett az akkumulátor végzi az áramellátó egység feszültség-hullámosságának szűrését, mintegy szűrőkonden-

zátor szerepét is betölti. Ezen túlmenően az akkumulátor egyenlíti ki a fogyasztási csúcsok és a villamos energiát szolgáltató generátor teljesítménye közötti különbségeket. A terhelési csúcsok bizonyos részét mindig az indítóakkumulátor viseli el. Az ilyenkor elhasznált töltést a kisebb terhelési időközökben a generátor pótolja, így az akkumulátor tároló-üzemének egyensúlya fenntartható.

Amennyiben sokat közlekedünk zord időjárású körülmények között vagy (pl. nyáron, a kempingezés során) több elektromos fogyasztót használunk álló helyzetben (pl. hűtőszekrény, kávéfőző stb.), úgy célszerű korszerűbb, nagyobb indítóáramot leadni tudó és nagyobb tárolóképességű akkumulátort venni a gépkocsinkba. Egyes olcsóbb árfekvésű gépkocsi típusokba szeretettel építenek be a gyártók igen kis tároló képességű, pl. 36 Ah-ás akkumulátorokat. Ezeknél kiegészítő fogyasztók (pl. szivargyújtóról, vagy stecklámpa csatlakozóról történő fogyasztók tápellátása) csak járó motor esetén működtethetők. Szerencsére, arra viszont ügyeltek a gyártók, hogy olyan tartószerkezetet alakítsanak ki a kocsiban, hogy abba még 55 Ah-ás akkumulátor is beszerelhető legyen.

Az akkumulátorcserénél, az eredeti típustól való eltérés esetén a következőket kell figyelembe venni:

- a névleges feszültségnek (amely az akkumulátor nyugalmi feszültségét jelenti) meg kell egyeznie a gépkocsi elektromos hálózatának névleges feszültségével vagyis az eredeti akkumulátor névleges nyugalmi feszültségével (pl. 6, 12, 24 V),
- olyan méretű akkumulátort vásároljunk, amely az adott gépjármű tartószerkezetében elfér és szilárdan rögzíthető a gyárilag kialakított helyen,
- a kivezetők polaritásának sorrendje célszerű, hogy megegyezzen az eredeti gyári típusával. Ezért ellenőrizzük a telep kivezetőinek helyét, sorrendjét. A fordított polaritású kivezetésnél a bekötéshez többnyire rövid az egyik kábel! Az akkumulátorra csatlakozó kábelnek nemcsak, hogy megfelelő hosszúságúnak kell lenniük, a bekötés során nem szabad megfeszülniük sem. A végkivezetők alakjának illeszkednie kell a csatlakozó vezetéseken található csatlakozókhöz. A zárlat elkerülése céljából a telep csatlako-

zónák megfelelő távolságra kell lenniük a motorháztetőtől,

- többnyire egy vagy kettő „lépcsővel” nagyobb tároló képességű típus beépítése jelentősen megkönnyíti a téli motorindításokat és további fogyasztók (pl. hűtőláda, kávéfőző, vízforraló stb.) használatát is lehetővé teszi. Fontos, hogy a csereakkumulátor külméretei ne okozzanak gondot a beszereléskor, és a csatlakozókábelek feszülés- és toldásmentesen beköthetők legyenek. A nagyobb tárolóképeség által megnövekedett töltőáram minimális (1...3 A), mely a generátor töltőáramnak csak 1/55...1/20-ad részét teszi ki,

- a gondtalan téli üzemhez és a biztonságos indítózáshoz célszerű emelt hidegindító-képességű típusváltozatot vásárolni, mely a gyártó, ill. eladó által már üzembe helyezett, s így közvetlenül használatba vehető, csak annak beszereléséről kell gondoskodnunk.

Már a fentiekben említettük, hogy a generátort a gépjármű motorja különböző fordulatszámokkal működteti, s ezért a termelt áram feszültségértéke is ingadozik. A feszültség-ingadozások adott tartományban történő tartásáról a feszültségszabályozó gondoskodik. A motor indításakor (gyújtás ráadásakor) a töltést ellenőrző lámpa világít, jelezvén azt, hogy ekkor még az akkumulátor látja el a fogyasztókat tápfeszültséggel. A motor fordulatszámának növekedésekor a generátor mind nagyobb feszültséget állít elő, s a bekapcsolási érték elérésekor a töltésellenőrző lámpa először halványodni kezd, majd kialszik.

A mai személygépkocsikban generátorként háromfázisú generátorokat alkalmaznak, melyek feszültségét háromfázisú hídcsatlakozással egyenirányítják.

Tekintettel arra, hogy 2010-ig még igen sok 12 V-os névleges vagyis 14 V-os fedélzeti feszültségű gépkocsi lesz forgalomban, nézzük meg, hogy ezeknek a hagyományos elektromos energia előállítás- és tároló rendszereknek mik a hátrányai, milyen üzemi hibák állhatnak elő, mik a hibák okai, és mik a teendők!

A 12 V-os névleges feszültségű rendszerekben igen fontos rendszeresen a „feszültségvesztések” nyomában járunk. A „feszültségfalók”, va-

gyis átmeneti (érintkezési) ellenállások (meglazult csatlakozások) több helyen jöhetnek létre. Egy adott elektromos teljesítmény átviteléhez 12 V-os névleges feszültségű rendszerben kereken 19-szer nagyobb áramerősségre van szükség, mint a 230 V-os váltakozó áramú hálózatban. Ezért már az igen kis átmeneti ellenállás-értékek is zavarólag hatnak egy nagyobb teljesítmény-felvételű fogyasztó és az áramfejlesztő egység közötti összeköttetésben (vagyis a vezetőkben, vezeték-összeköttőkben, kapcsolókban stb.). Ezért nemcsak az akkumulátor, hanem a teljes áramellátó és nagyobb áramfelvételű egységek (generátor, indítómotor stb.) összekötő vezetékcsatlakozóit időnként tisztítsuk meg annak érdekében, hogy csökkentsük az átmeneti ellenállást! Az átmeneti ellenállást a kötőelemek meglazulása, érintkezőknél a beégés, a rugónyomás csökkenése, ill. a szennyezett korrodált felületeken való nem megfelelő érintkezés idézi elő.

Vegyük figyelembe, hogy sok esetben a tiszta akkumulátor-kivezetőkre visszahelyezett, előzőleg megtisztított és megfelelően felerősített bilincsek önmagukban is elegendőek lehetnek a teljesítménycsökkenés kivédésére! Nagyon fontos, hogy az akkumulátortól jövő testelő-vezeték jól legyen rögzítve a gépkocsivázhoz. A testelő-csavart időnként tisztítsuk meg és jól húzzuk meg! Haladjunk végig az áramellátó-egység vezetékén, ellenőrizzük és húzzuk meg az összes szorító csavarokat, ill. fogóval erősítsük meg a késes (Faston) csatlakozókat! Tisztítsuk meg a biztosítókat, azok érintkezőit (kontakt spray, ill. mechanikai tisztítás)! E tevékenységünket természetesen levett negatív akkumulátor-saru mellett kell végeznünk.

Az áramellátó rendszer üzemeltetése, vagyis járó motor mellett a hibákat a töltésellenőrző lámpa érzékelteti. A következő jelenségek mutatkoznak leggyakrabban, amikor is a hiba a felsoroltak valamelyike lehet:

a./ A töltést ellenőrző lámpa nagy fordulatszámon nem alszik el:

- laza vagy szakadt az ékszíj; a generátor vagy a feszültségszabályozó hibás (pl. egyenirányító rész hibás, csúszógyűrűk piszkosak, a gerjesztőtekerccselés vagy a hozzávezetés testzárlatos); a feszültségszabályozó biztosítója (ha egyáltalán van) kiégett,

b./ A töltést ellenőrző lámpa a gyújtás ráadásakor egyáltalán nem jelez:

- a jelzőlámpa izzója kiégett, vagy csatlakozó vezetéke elszakadt; a gyújtáskapcsoló hibás; az akkumulátor kimerült vagy meghibásodott; vezetékhiba (valamelyik csatlakozás meglazult); a generátor hibás (valamelyik pozitív dióda zárlatos, elkoptak a kefék a csúszógyűrűn vagy azok felülete piszkos, oxidált, szakadás a forgórészben),

c./ A töltést ellenőrző lámpa villogva jelez:

- laza az ékszíj; helytelenül beállított feszültségszabályozó (ma már gyárilag beállított, generátorral egybeépített egységek vannak); rezgőkapcsolós gyors szabályozó esetében (ha van!) elégett a szabályozó-ellenállás,

d./ A töltést ellenőrző lámpa akkor is ég, amikor a gyújtás nincs bekapcsolva és kialszik, amikor gyújtást adunk:

- a generátor pozitív diódái közül valamelyik meghibásodott és így záróirányban is átengedi az áramot,

e./ A töltést ellenőrző lámpa a gyújtás ráadásakor megfelelően jelez, de ha megindul a motor, akkor csak elsötétedik (nem alszik el), halványan világít:

- a gyújtáskapcsoló vagy a töltőáramkörben a laza, korrodált csatlakozás következtében megnövekedett az átmeneti ellenállás; a feszültségszabályozó meghibásodott; a generátor (álló vagy forgórész) tekerccselésének meghibásodása,

f./ A töltésellenőrző lámpa fél fényerővel világít, akár áll, akár jár a motor:

- rossz az érintkezés vagy vezeték-szakadás van a (DF) gerjesztés hozzávezetésében,

g./ Az akkumulátor nem töltődik vagy töltése nem kielégítő:

- hibás az akkumulátor; a gyújtáskapcsoló és az akkumulátor, ill. az akkumulátor töltővezetékének csatlakozása meglazult, esetleg hibás a vezeték; az akkumulátor test-vezetéke hibás vagy hibás (korrodált) valamelyik csatlakozása; valamelyik egyenirányító dióda meghibásodott; a csúszógyűrűkre piszkos és szénpor kenődött; a szabályozó meghibásodott; az ékszíj laza

és csak a megnövekedett töltőáramnál (nagy terhelőáramnál) csúszk meg, így a töltőáram lecsökken.

h./ Az akkumulátor túltöltődik, teje savas, a desztillált vizet gyakran kell utántölteni:

- az akkumulátor elhasználódott, vagy valamelyik cellája zártatos; a feszültség szabályozó meghibásodott és így 14,4 V-nál nagyobb feszültség kerül az akkumulátorra (régebbi különálló egységű típusoknál helytelen annak beállítása),

i./ A töltést ellenőrző lámpa kigyulad és égve marad, ha a járműmotort tartósan nagy fordulatszámon járattuk (pl. hegymenet):

- a jelenség természetes, az nem hibát hanem az akkumulátor túltöltésének megakadályozását jelzi. A jelenség nagyobb teljesítményű fogyasztó (pl. világítás stb.) bekapcsolásával megszüntethető.

## A jövő gépjárműveinek elektromos teljesítmény-igénye

A mai korszerű, középkategóriájú gépkocsinál a városi forgalomban mintegy 1 kW-nyi átlagos elektromos teljesítménnyel számolhatunk, ami 1,5...1,7 l/100 km üzemanyagfogyasztást jelent.

A személygépkocsik közeljövőbeli átlagos teljesítményigénye: 1; 1,5; 2 kW-ban határozható meg a kis-, közép- és a csúcsmoდეllek vonatkozásában. A 2010-es években e három kategóriában várhatóan 1,5; 2,8; 3,5 kW-os vagy még ennél is nagyobb teljesítményigények kielégítésére lesz igény. Kérdés, hogy miért is szükséges ennyire megnövelni a gépjárművek energiaellátó egységeinek a teljesítményét. A válasz egyszerű. A korszerű gépkocsikban az elektromechanikus és elektronikus egységek aránya egyre nagyobb. Gyakorlatilag nem az elektronikus-, hanem az elektromechanikus vezérlésű egységek növekvő száma jelent egyre nagyobb teljesítményigényt. Itt említhetők a teljesség igénye nélkül pl. a teljesen szabályozott kerékelfüggesztés, az elektromechanikus szervokormány (mellyel a jobb és bal oldali vezetőlülés problémája is egyszerűen megoldható), a sebességfüggő elektromágneses szelepvezérlés, az elektromotoros víz- és olajszivattyú, az elektromos működtetésű komp-

resszor stb. Itt most nem soroljuk fel a jelenlegi és jövőbeni hihetetlen nagyszámú egyéb elektronikus fogyasztókat, mert ezek összteljesítmény-igénye a végrehajtó teljesítményegységekhez viszonyítva aránylag elenyésző, kivéve az extrém eseteket (pl. igen nagy teljesítményű utólagosan beépített audiorendszerek stb.).

A motor-meghajtás vezérlőegységeihez sorolhatjuk többek között a „végfokozat-nélküli” elektronikus elosztó nélküli gyújtásrendszert, a mikrokomputeres motorszabályozást, az elektronikus négykerék-meghajtó egységet, az elektronikus sebességfokozat szabályozót, az önműködő blokkolásgátlót stb.

A karosszéria elektronikai egységei (kommunikáció, kényelem) első sorban a vezetőt tehermentesítik, informálják (pl. fedélzeti processzor, GPS-es navigációs rendszer stb.). Nem feledkezhetünk meg a biztonsági elektronikai egységekről sem (riasztók, indításgátlók, kettős zárfunkciók, biztonsági légszák vezérlő, biztonságiöv automatika stb.).

A tendenciákat figyelve elmondható, hogy a gépkocsi egyre inkább elektromos-, és elektronikus terméké válik. Már az 5 kW-os energiaigényt is reálisnak tartják az egyes kutatók és fejlesztők. Az elektromos energia döntő része ugyanis nem az elektronikákat, hanem az elektromechanikus teljesítményegységeket működteti. Tény, hogy az újabb és újabb elektronikus, főleg motorelektronikai egységek még nagyon sok meglepetést fognak okozni a kissé gépész beállítottaságú autósoknak.

Ma már teljesen elfogadottá vált az elektronikus vezérlésű befecskendezés, a karburátorok elektronikus vezérlése (az alapjárat fordulatszám szabályozása, a tolóüzemi szabályozás, az üzemi fordulatszám szabályozása, a keverék-összetétel szabályozása stb.), a villamos működtetésű hűtőventilátor, ahol a hűtőventilátort már nem ékszíj hajtja a motor főtengelyéről stb.

## A 42 V-os elektromos hálózat szükségessége

A gépkocsival szemben támasztott gazdasági és környezetvédelmi követelmények egyre szigorúbbá válnak. A ma és a jövő autójának biztonságosnak, kényelmesnek és komfortosnak kell lennie.

A gépjárműveknél az üzemanyagfogyasztást, a vételárat, a kibocsátott szennyezőanyag mennyiségét és azok javítási költségeit kell csökkenteni. Ezek a célok a 42 V-os elektromos hálózat esetében könnyebben megvalósíthatók. Az új rendszer logói az 1. ábrán láthatók. A fejlesztők szerint az elektromos működtetés várható arányainak megnövelésével közel 1,5 l/100 km (5...13%) üzemanyagmegtakarítás és 10...15% szennyezőanyag-kibocsátás csökkenés érhető el. Ahhoz, hogy a beépítésre kerülő végrehajtó elektromos egységeket és az azokat vezérlő elektronikákat gazdaságosan és stabilan el lehessen látni elektromos energiával, meg kell növelni a tápfeszültséget.

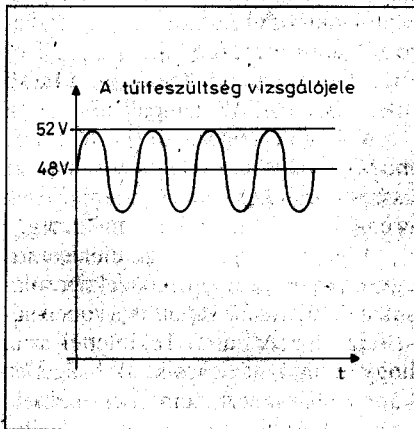
A 42 V-os, háromszorosára nőtt üzemi-, ill. fedélzeti feszültség, (amely 3 db sorosan kapcsolt, 12 V-os névleges feszültségű akkumulátor feszültségnek felel meg) előnyei a következők:

- a 42 V-os hálózat esetében az azonos elektromos teljesítmény átvitele esetén a szükséges áram 1/3 részére csökken, és ez tetemes vezeték keresztmetszet- csökkenést, vagyis súly- és árcsökkenést jelent,
- a 42 V esetében csökkennek a 12 V-os névleges hálózati feszültségnél fellépő állandó, érintkezési problémákból adódó feszültségvesztések. Mivel az áram 1/3 arányban csökken, 1/9 arányban lesznek kisebbek a veszteségek. Ez további vezeték keresztmetszet-csökkentésére és kisebb méretű csatlakozók, kapcsolók használatára ad lehetőséget,
- gyakorlatilag szükségtelenné válik a feszültségvesztés relével történő kiküszöbölése (pl. kürtrelé stb.). A jelenleg gyártott kapcsolóérintkezők az 1/3 áramot könnyebben elviselik,
- mivel a megháromszorozott feszültséggel az azonos elektromos teljesítmény harmadakkora árammal érhető el, a vezetőtömegcsökkenés egyben üzemanyagmegtakarításhoz is vezet,
- a 42 V az a legmagasabb feszültségérték, ahol a nemzetközi egyezmények szerint még nincs szükség érintésvédelmi intézkedések megtételére,
- a 42 V-os feszültség hosszú távon megoldja a gépjárművek által igényelt energiaellátás problémáját. A

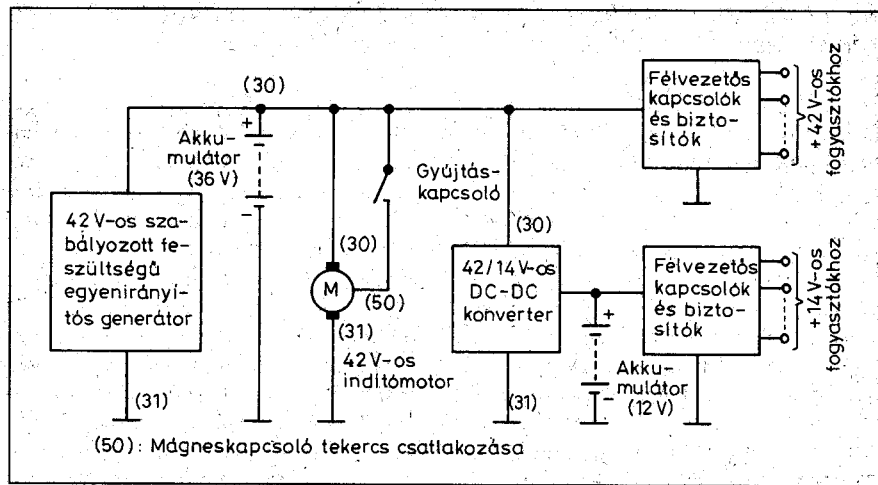
12 V-os névleges feszültségű rendszerekben a 200 A-es generátoráramot tekintik gyakorlati határnak (kb. 3 kW). A 42 V-os elektromos hálózatban a 200 A már 9 kW energiát tenne lehetővé, de a távlati igények szerint 5 kW teljesítményű generátor is elegendő lesz, tekintettel arra, hogy az elektronikus egységek nagyteljesítményű félvezetőin vezetô állapotban 1 V körüli feszültség esik, ezért is ajánlatos az elektromos hálózat feszültségének megnövelése. Így további elektronikus megoldások is gazdaságosan is megoldhatók (pl. multiplex kábelrendszer (lásd később!), további elektronikai bővítésre ad lehetőséget, hogy a teljesítménykapcsoló FET-ek 40...50 V közötti feszültségtartományban (azonos teljesítményigény mellett) minimális szilíciumlapka méretet igényelnek, tehát áruk e feszültségtartományban a legkedvezőbb.

A 42 V-os rendszer időleges hátránya, hogy az áttérés során minden alkatelem megváltozik, az izzólámpától kezdve a felhasznált integrált áramkörös egységekig, a csatlakozóktól s a vezetékektől a multiplex kábelrendszerig.

A 14 V-os fedélzeti feszültségről a 42 V-ra az áttérés fokozatosan fog megvalósulni. Valószínűleg lesznek – rövid ideig – kettős fedélzeti feszültséget használó gépkocsit gyártók is. A 2. ábra szerint a 14 V-os egységeket egy DC-DC konverteren keresztül látják majd el tápfeszültséggel. A fogyasztókat nem relék, hanem elektronikus kapcsolók működtetik.



3. ábra



2. ábra

### Az elektromos működtetés fő irányzatai

A nemzetközi összefogással folyó kutatási-fejlesztési munkálatok jelentős részét jelenleg a 42 V-os fedélzeti feszültségű megoldások kötik le. Az európai gyártók a kiskocsiknál 4,6 l/100 km üzemanyag-fogyasztási értéket céloztak meg. A 2005...2010 időszakokban az évente gyártásra kerülő személygépkocsik várható darabszámait 1; 3; 4,5; 7; 10; 13 millió darabban határozták meg (Standard & Poor's). A tisztán 42 V-os személygépkocsik hamarabb jelennek meg a piacon, mint ahogy azt az autótéchnikában járatos szakemberek is feltételezik.

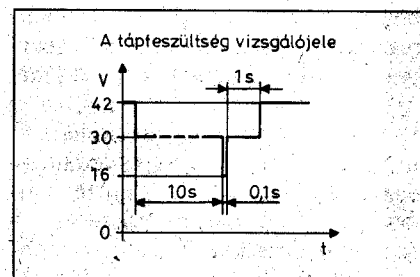
Az üzemanyagfogyasztás az elektromos vízpumpa beépítésével várhatóan 2,2 %-kal csökkenthető. Az elektromechanikus szervokormány becslült üzemanyag-megtakarítása mintegy 8%. Az elektromágneses szelepvezérlés várhatóan 14%-nyi üzemanyag-megtakarítást eredményezhet. Az egyesített generátor és indítómotor, amely egyben a lendkerék szerepét is ellátja, várhatóan 15%-nyi üzemanyag-megtakarítást eredményezhet. A motorindítás szinte teljesen hangtalan lesz, s a másodperc törtrésze alatt megy majd végbe. Ez lehetővé teszi, hogy a legrövidebb megálláskor is leállíthassuk a motort, s így tovább csökkenjen az üzemanyag-fogyasztás.

A jelenlegi mechanikai és hidraulikai megoldásoknak szinte mindegyike kiváltható elektromechanikai egységekkel. Ezeknél minden egység csak akkor fogyaszt áramot, ha éppen működik. A mechanikus és hidraulikus készülékeket mindig a legnagyobb igény-

bevételre kell méretezni, míg az elektromos egységek a pillanatnyi igényekhez igazíthatók. Az elektromos elemeknél az irányítás sokkal egyszerűbb, mint a mechanikus vagy hidraulikus egységeknél. Így jelentős fogyasztásmegtakarítás érhető el.

Az elektromechanikus működtetések számának a növelése egyszerűsíti az autó szerelését. Az egyes egységek a központi számítógép irányításával működhetnek. Így a revízió, hibakeresés és a tesztelés is egyszerűsödik majd.

Az elektromechanikus megoldások térhódításával a mechanikus kapcsolatok (ékszíjak, vezérműláncok) eltűnése, a hidraulikus egységek elmaradása jelentős helyet szabadít fel, s így szelössé, hozzáférhetővé válhat a jelenlegi szűkös motortér. A mechanikus kapcsolatok szükségtelensége jelentős sűrűdési veszteség csökkenést is eredményez. Az elektromechanikus szervokormány-rendszer az utastérben jelentős helyet szabadít fel. Továbbá, mivel nincs mechanikai kapcsolat a motor és utastér között, egyben csendesebbé is válik a kocsi, a motorzaj kevésbé jut be a utastérbe.



4. ábra

## Az új 42 V-os rendszer szabványosítása

A 42 V-os rendszerben minden paramétert, követelményt következetesen újra, és újra át kellett gondolni. Jelenleg még csak Ízáratlan szabványrendszerek vannak, de ezek már lehetővé teszik a kifejlesztésre kerülő alkatelemek, egységek stb. tökéletes illeszkedését az új rendszerhez. Az új szabvány-terveket folyamatosan illesztik a DIN- és az ISO rendszerekhez.

Néhány adat: pl. a környezeti hőmérséklet  $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , névleges generátorfeszültség: 42 V. A tápellátási előírásoknál L, M, illetve N kategóriákat különítették el melyek az elektromos és az elektronikus egység működési feltételeire utalnak. Az L kódú egységeknek pl. 21 V-nál is tudniuk kell működni (pl. önindítózás közben). Ilyenek pl. az indítóelektronika, a fedélzeti számítógép, a biztonsági berendezések. Az M kódú egységeknél a minimális működőtő tápfeszültség 30 V lehet. Az ilyen egységeknek tartósan leállított motor esetén is üzembiztosan kell működniük. Az N kód azokat az egységeket jelöli, amelyeknek csak járó motor esetén kell üzembiztosan működniük. A 42 V-os fedélzeti feszültségek esetében a nagyobb áramfelvételű egységek kikapcsolásakor létrejövő feszültségelőkés (feszültségimpulzus) értékét 58 V-ban határozták meg. E túlfeszültségek limitálását egy központi védőegységgel (LDP: Load Dump Protection) kívánják megoldani.

A legnagyobb feszültség-csúcsértéket a **3. ábrán** láthatóan a szabványban 52 V-ban állapították meg (48 V-os egyenfeszültség és 8 V csúcsból-csúcsig szinuszos jel összege, 50 Hz...20 kHz között végigsöpörve, 60 szekundumonként).

A rövid időtartamú tápfeszültség-esések vizsgálójelét a **4. ábrán** látjuk, melyet 30 V-os csökkentett feszültségről induló 16 V-ig eső rövid impulzusként definiálnak. A negatív impulzus szélessége 0,1 s (pl. alkalmazható az olvadó biztosító jellegű görbék meghatározásához).

## Az elektromos energia előállítása és tárolása a 42 V-os rendszerek esetében

A 14 V-os váltakozó áramú generátorok gyakorlatilag egyszerűen elkészíthetők 42 V-os változatban is. A mint-

egy 4 kW teljesítmény felett az ékszíj-meghajtás azonban már nem alkalmazható.

A fejlesztők egyértelműen az egyesített generátor és indítómotor alkalmazását tartják célravezetőnek. Az egyetlen egységként kivitelezett generátor/önindító a jelenlegi lendítőkerék helyére nyerne beépítést az erőátviteli rendszerben. Nincs új a nap alatt! A jó öreg *Steyer Puch*-nál ugyanis már az ötvenes években a dinamó és az önindító egy és ugyanaz az egység volt. Napjainkban szinte már minden generátorgyártó cégnek van egy-egy prototípusa az ilyen összetett egységekből. A teljesítmény elérheti a 12 kW-ot is 42 V-os feszültség esetén. Ezekhez a generátorokhoz megfelelő, kapcsolóüzemben működő elektronikákat is kifejlesztettek már. Működtetésüket egy számítógép a mindenkori fordulatszámhoz és terheléshez illeszti. Mivel ennél a megoldásnál a motortérből eltűnik az önindító és az ékszíjjal hajtott generátor, további hely szabadul fel. Eltűnik a lendítőkerék a fogaskoszorúval együtt. Így csökken a zaj, nincs főtörés, önindítómotor beszorulás, -leégés stb. (A szerkesztő küssé szkeptikus megjegyzése: hanyagabb tervezésű szerkezetnél lesz majd mindezek helyett nyák-szakadás, félvezető elmelegedés, processzor-lefagyás, esetleg közele, erős villámláskor „maguktól” elinduló autók – gondolva a „maguktól” elinduló riasztókra...)

Az egyesített önindító/generátor egyszerűen lehetővé teszi a Start-Stop üzemet, mellyel az üzemanyag-fogyasztás és a károsanyag-kibocsátás csökkenthető. A fékezési energia rekuperációval gyorstöltés üzemmódban az akkumulátorba visszatáplálható. A hagyományos gépjárműindító savas ólomakkumulátorok teljesítményét és tárolóképeségét egyaránt növelni kellene, de ez már gyakorlatilag nem megoldható. A jövő autóiba két 36 V névleges feszültségű akkumulátort terveznek a fejlesztők. Az egyik az indító akkumulátor, mely igen kis belsőellenállású, de tárolóképesége csekély. Ezek a kondenzátorokhoz hasonlóan tekercselt csikokból állnak és a szeparátoruk savas gélt tartalmaz. A másik 36 V-os akkumulátor kisebb terhelőáramot elvisel, de nagy tárolóképeségű típus lesz.

A gépkocsiban az egyetlen energia-tároló alkatelem az akkumulátor, amelyről az *1996-os évkönyvünk*

236...248. oldalain részletes tájékoztatást adtunk. Itt, ezzel ezért most nem foglalkozunk (lásd ott!). A legújabb akkumulátorok intelligens akkumulátorkezelő, -felügyelő egységgel rendelkeznek. Ezek fűteni is képesek az indító akkumulátort és a savkoncentrációt is változtatni tudják. Az ehhez szükséges elektronikát ezeknél a típusoknál már az akkumulátorba integrálták be (aktív akkumulátorok). Már a 36 V-os típusok első példányai is elkészültek az „aktív” indító akkumulátoroknak.

## Az elektromos hálózat felépítése

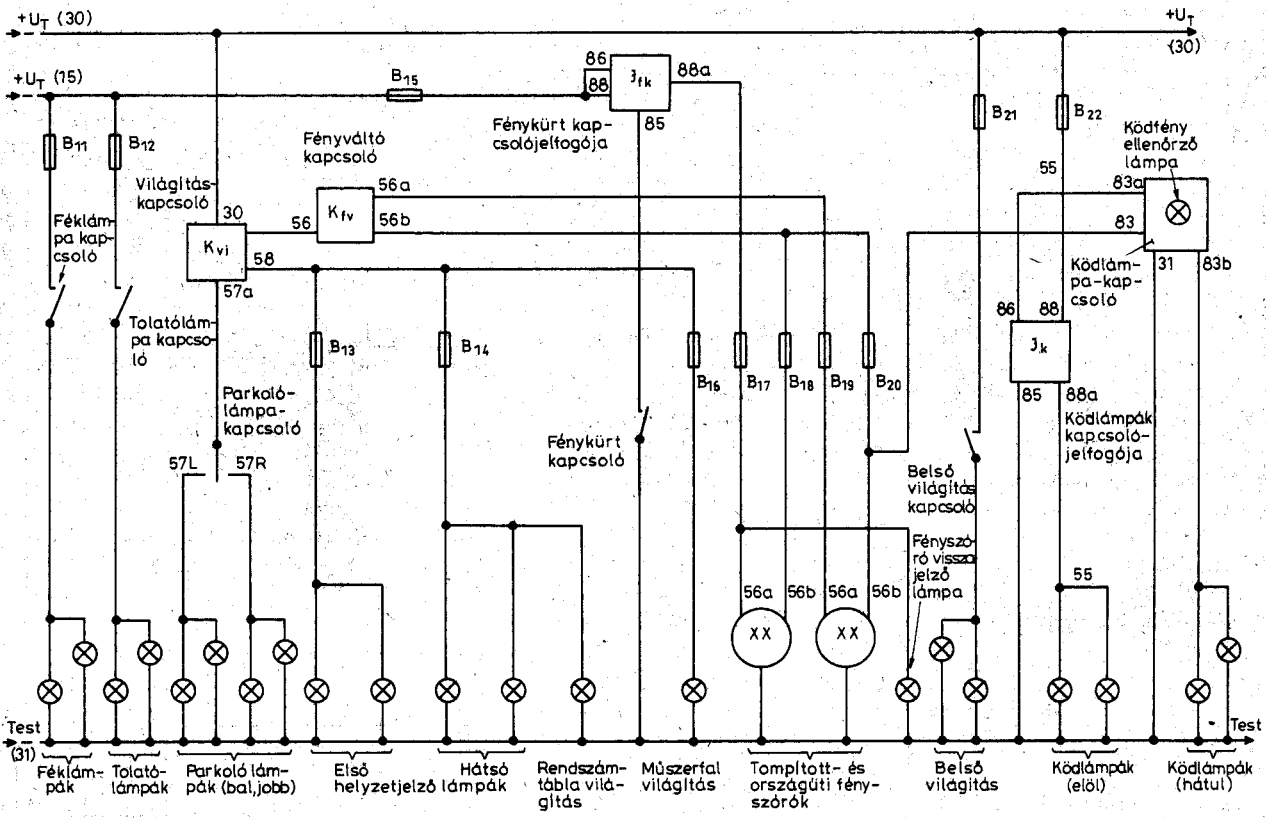
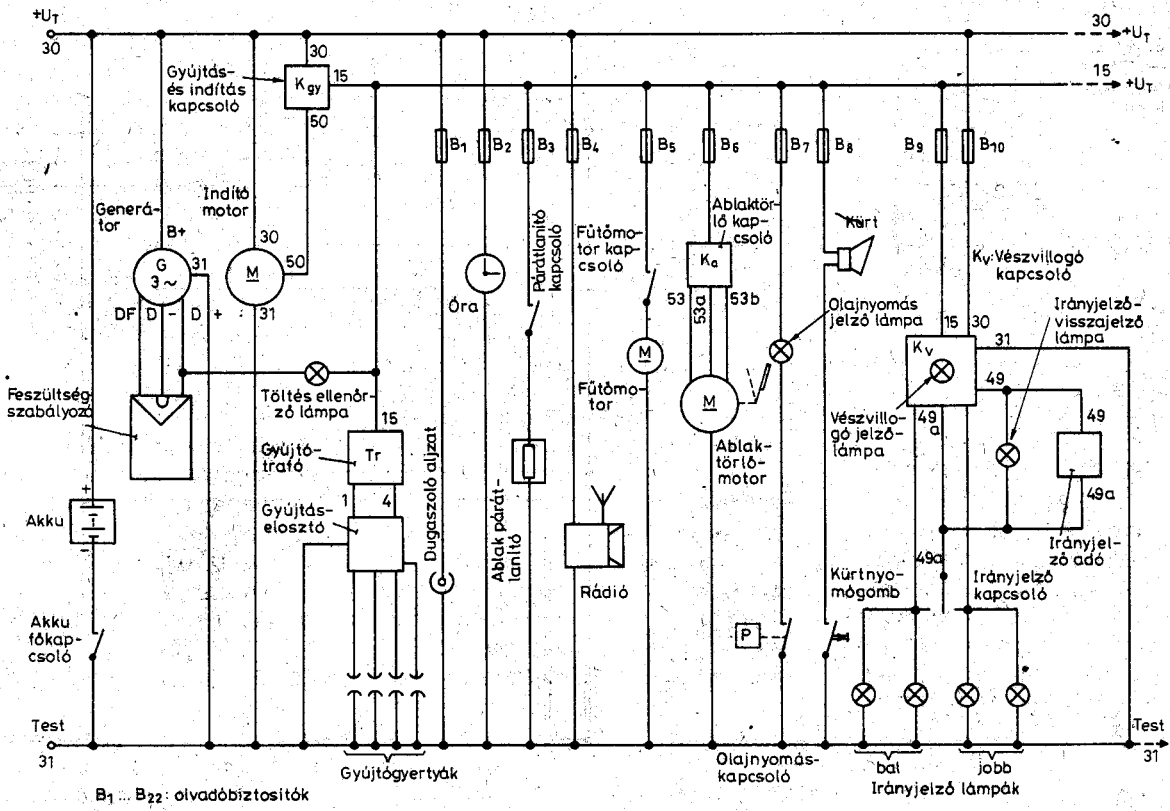
A mai gépjárművekben ún. egyvezetékes rendszert alkalmaznak. Ez azt jelenti, hogy az áramot külön vezetékeken (kapcsolókon, biztosítón, relén stb. keresztül) vezetik az egyes fogyasztókhoz, míg a visszavezetés a fémkarosszérián (a testen) át történik. Hazánkban jelenleg gyakorlatilag csak negatív testelésű gépjárművek vannak forgalomban.

A gépkocsikban alkalmazott elektromos és elektronikus egységek jellege, azok mennyisége nagy mértékben változik a gépkocsi típusától, kategóriájától, valamint rendeltetésétől függően. Az **5. ábrán** egy kis kategóriájú gépkocsi villamos hálózatának kapcsolási vázlatát tüntettük fel. A zárlati áramok elleni védelemre az egyes fogyasztók (vagy fogyasztócsoportok) áramkörét olvadó-biztosítókkal látják el. Nincs biztosító az indítómotor fő áramkörében, biztonsági okokból a gyújtóberendezés és egyéb biztonsági berendezések áramköreiben.

A fogyasztók bizonyos csoportja csak a gyújtáskapcsolóval (15-ös pont) hozható működésbe, másik részük ettől függetlenül működtethető. Csak bekapcsolt gyújtás mellett működnek, pl. a jelzőműszerek, a különböző visszajelző lámpák stb. A gyújtáskapcsolótól függetlenül működtethető, pl. a belső világítás, a parkoló-lámpák stb.

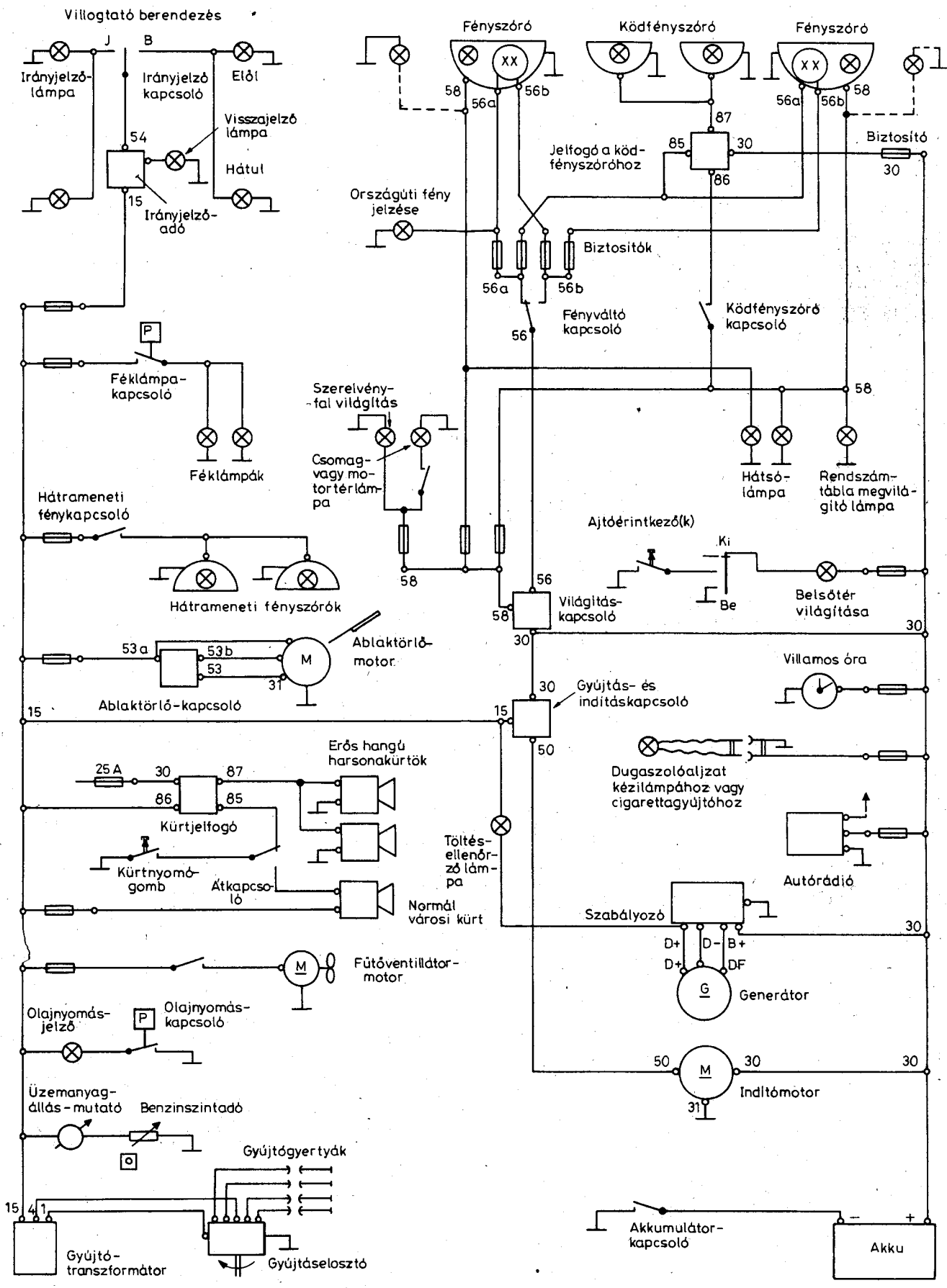
A gyakorlatban a Bosch-féle számozási rendszer a legismertebb, az összes ábráinkon látható számjelzések is ennek a rendszernek felelnek meg.

A gépjárművekben az elektromos egységek helye adott. Összekapcsolásukat, mint már bemutattuk a kapcsolási rajz reprezentálja. Tekintettel arra, hogy a mai gépkocsik többségéhez kapcsolási rajzot nem mellékelnek, ezért a **6. ábrán** egy további személygépkocsi vezetéktervet ill. általános

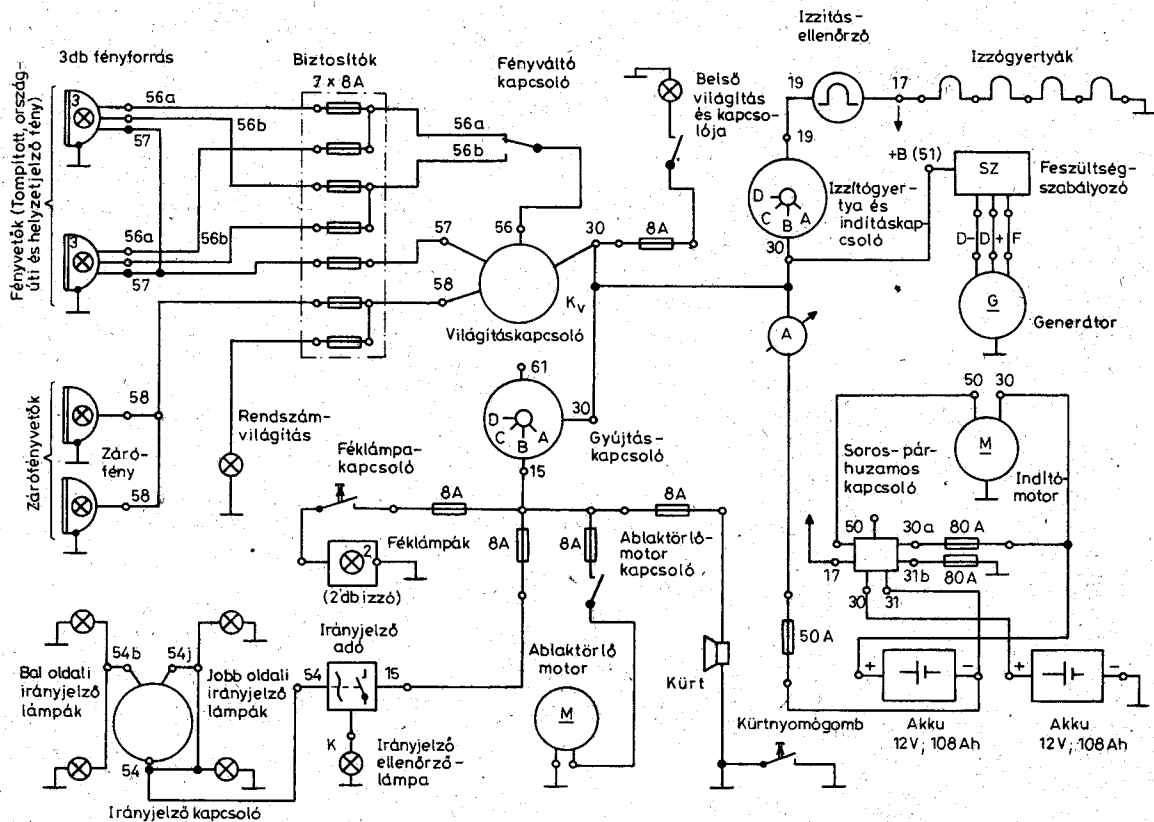


5. ábra

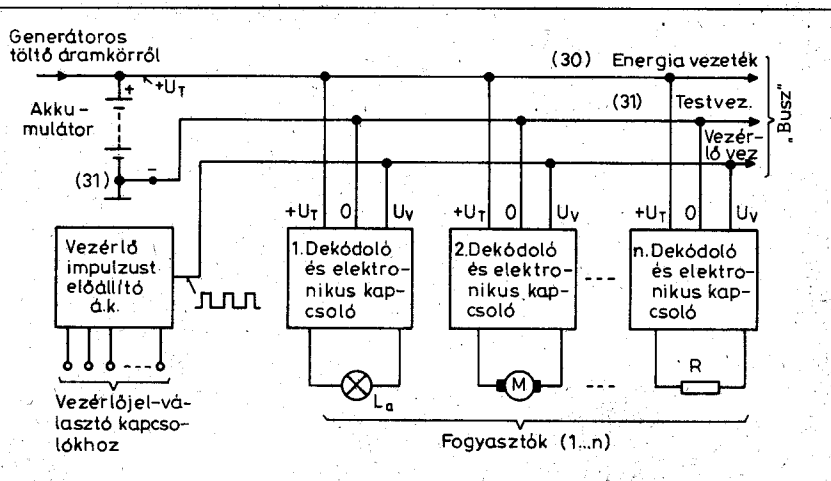




6. ábra



7. ábra



8. ábra

A multiplex kábelrendszerben egy tartósan a tápfeszültségre kötött vezeték-pár továbbítja az elektromos energiát. Egy további, a vezérlő vezetéken soros (egymást követő) vezérlőimpulzusok eljutnak az összes fogyasztó helyére, de csak az lép működésbe, amely felismeri saját kódját. Az egyes fogyasztók egy dekódoló- és egy elektronikus kapcsolóegységen át működtethetők. A közös „átviteli sínre” (a pozitív tápfeszültségvezeték, a karosszéria, mint testvezeték és a vezérlővezeték) valamennyi fogyasztó állandóan rá van kötve. A felhasználói áramkörök azonban csak a meghatározott parancsra lépnek működésbe.

kapcsolási rajzot adtunk meg, a 7. ábrán pedig egy dízel üzemű gépkocsi vázlatos vezetéktervét tüntettük fel.

*Az elektromos hálózat jövőbeni megoldása*

A nagyszámú fogyasztóhoz vezetőszerűen számtalan kábel helyett a 8. ábrán látható, egyszerűsített vázlatú, multiplex kábelrendszer segítségével ideális eset-

ben három (ill. a hagyományos testelési rendszert megtartva kettő) vezeték elegendő lesz, ami igen jelentős anyag- és költségmegtakarítást fog eredményezni.

Ma egy márkásabb autóban közel kétezer vezetékszakasz és kb. négyezer kontaktus (és legalább 20 jelfogó) található. Az elektromos vezetékek hossza eléri a kb. 3 km-t, a tömege a 40...45 kg-ot.

**Szerkesztőségünk  
postacíme:**

**1374 Bp., Pf. 603.**

# Gépjárműmotor-menedzsment

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, gsipos@elender.hu

## Bevezetés

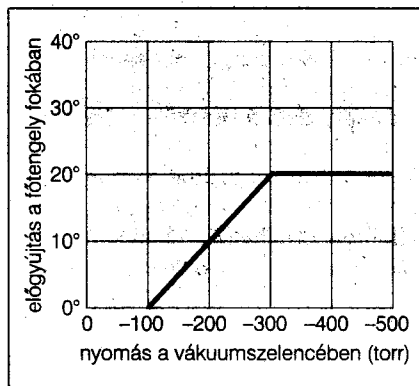
Az elmúlt XX. század közlekedési lehetőségeit, a motorizáció fejlődését futtában áttekintve elégedettek is lehetünk, meg nem is. A belsőégésű (benzinüzemű-, Otto-) motor és az általa hajtott gépjármű alapvető szerkezeti megoldásait a század első két évtizedében már jórészt kidolgozták, és a személyautókat futószalagon, sorozatban is gyártották. A kezdeti időszakot követő évtizedekben tapasztalt fejlődés már nem igazán lenyűgöző. Különösen akkor nem, ha figyelembe vesszük, hogy néhány, manapság igen korszerűnek kikiáltott műszaki megoldás már a legkorábbi járművekben is megtalálható volt.

Ha vizsgálatainkat valamivel későbbi időszakra is kiterjesztjük, igen jól tanulmányozható a fontolva haladás – mondjuk például – a Fiat eredetű Zsiguli 1200-as személyautó segítségével. A korabeli sajtó reklámszövegei szerint 1966-ban a Fiat 124-es nyerte el a világ 50 autós újságírójának a javaslata alapján az „Év autója” elismerő címet. Ebből arra a – valójában téves – következtetésre juthatunk, hogy a szerkezet akkoriban igen korszerűnek számított. A Fiat 124-ből az olasz-szovjet kooperációban módosított/továbbfejlesztett Zsiguli VAZ-2101 típusú járművet 1970 augusztusában már sorozatban gyártották a néhai Szovjetunióban. Miután a szerző a szóban forgó műtárgy több példányával sajátkezű, komplett motor-, erőátvitel- és futóműgenerál,

tuning stb. szintjén kívül-belül alaposan megismerkedett, nem annyira hobbitól, mint inkább a korabeli hazai javítóipar diktálta sajátos kényszerűségből, az ún. fejlődésről különvéleménye van.

Például az egyik, jó okkal felvetett kérdés az, hogy mikor, miért és egyáltalán, hogyan maradt ki a konstrukcióból a nagy nemzetközi kooperáció közepette az akkoriban már évtizedek óta ismert és a hazai KRESZ műszaki vizsga sarkalatos kérdését képező *vákuumos előgyújtás-szabályozás?*

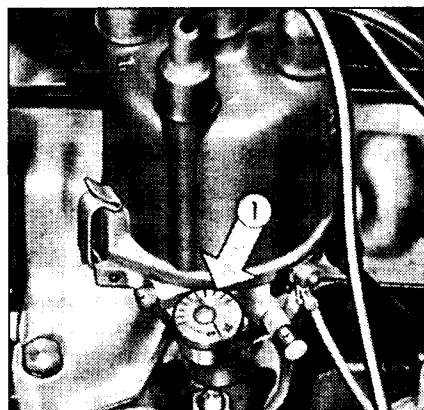
Ha valaki hazánkban – például a 60-as években – jogosítványt óhajtott megszerezni, ennek tanulmányai során, műszaki ismeretekből is vizsgát kellett tennie. Ennek egyik tételeként – alapvető, fontos műszaki szerkezeti elemként – ismernie kellett a vákuumos előgyújtásszabályozót akkor is, ha nem volt az „Év autójának” autókonstruktőre, aki azt megtervezte és/vagy áttervezte azt. Ezen tárgy létezésének és



2. ábra

szerepének alapfokú ismerete hiányában ugyanis már akkoriban is meg lehetett bukni a KRESZ-vizsgán. Tananyagként Surányi Endre „Az autó (Gépkocsi vizsgaismeretek)” című tankönyv szolgált, amelyet – mint kötelező vizsgaanyagot – a KPM Autóközlekedési Tanintézete állította össze, még 1959-ben.

Az 1. ábrán jól látható, hogy az első szériás Lada 1200 elosztófeje környékén nyoma sincs a vákuumos előgyújtásszabályozónál nélkülözhetetlen vákuumszelencének (1970)...



1. ábra

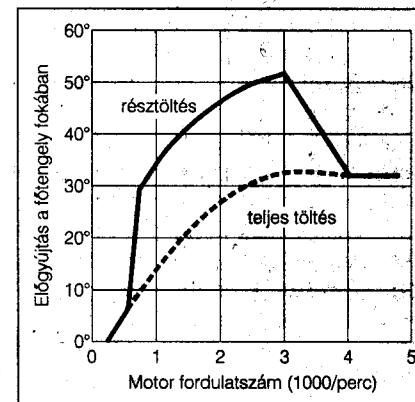
A 2. ábrán látható egy tipikus vákuumszelencés előgyújtás-szabályozó üzemi tartománya. A szabályozás első sorban a motor részterhelésénél (ún. „közepes gáz”-nál) igen hatásos, éppen ott, ahova a motor/jármű mindennapjai során a leginkább használt üzemi tartomány esik, különös tekintettel a jármű üzemanyagfogyasztására és gyorsulására...

A 3. ábrán egy tipikus, vákuumszelencével kiegészített röpsúlyos előgyújtás-szabályozó üzemi tartományát láthatjuk. A folyamatos vonal a teljes szabályozási tartományt mutatja, míg a szaggatott vonal a vákuumszelence nélküli, a röpsúlyos rész jóval szegényesebb szabályozási lehetőségét jelzi (pl. első szériás Zsiga).

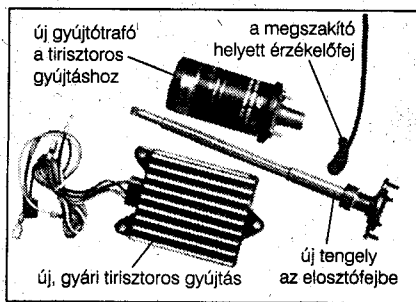
## Nem véletlen, hogy...

Egyáltalán nem véletlen, hogy pontosan ezt a problémát, ezt a műszaki alkotóelemet emeltük ki a számos konstrukciós lehetőség, üzemeltetési körülmény és tapasztalat közül. Egyrészt ez az alkatrész a motor (egyik) Achilles-sarka, s ha valamit az idők során igazán módosítani kellett, ez valóban az volt.

Másrészt az említett jelenség tipikus és egyáltalán *nem köthető műszaki színvonalhoz, évjárathoz, országhoz vagy földrészekhez*, mint ahogy ez rosszhiszeműen feltételezhetné bárki. Ugyanis sokan és szorgalmasan dolgoznak azon, hogy bármely kontinens és bármely ország piacán mindig legyen valamely *méretezetten, tervezetten* silány termék. Legyen szó mákda



3. ábra



4. ábra

rálóról, autóról, egyedülállóan zseniális operációs rendszerről vagy éppen séggel saját – nem publikus – szoftverből, „internetes célokra” önmagát sűrűn és véletlenszerűen megszakító, leontott digitális telefonvonalról („kapcsolásidő-generátor”, áfával).

A terméket persze „szorgos kutatómunka” árán, pl. két szendvics elfogyasztása közben, tíz perc alatt bármikor tovább lehet fejleszteni, netán a beiktatott „konstrukciós féket” egy gombnyomással ki lehet engedni/iktatni és később, új verzióként, új szolgáltatásként, drágábban el lehet adni.

## Spanyolviaszkok

Így hamarosan megjelentek a Zsigához is a spanyolviaszkok: a vákuumos előgyújtás-szabályozóval szerelt, komplett elosztótengely-szerelvény, amelyet némi költségek és munka árán be lehetett szerelni a korábbi elosztótengely-szerelvény helyére, s a régít pl. íróasztalunkon levélnehezéknek használhatuk. De így jártunk a még újabb Hall-generátoros elosztófejjel is, aztán a gyári elektronikus feszültség-szabályozóval, -gyújtással is, s lettek újabb íróasztal-díszceink (4. ábra, a Lada készlet). Így aztán a Nagy Autóelosztó Vállalatnál sorbanállással töltött és kamatmentes, néhány éves pénzvárakoztatás után beszerzett/kiérdemelt vadonatúj autó egyes részeit rendre kétszer is megvásárol(hat)tuk.

S közben pedig a világ számos pontján készültek és ma is készülnek (és hazánk útjain futnak is) a Zsigánál sokkal korszerűtlenebb, vadonatúj személyautók is. Kérdés, hogy mindezek után a motorizáció „ügynevezett” fejlődését miként is értelmezhetjük?

## Vajúdnak a hegyek...

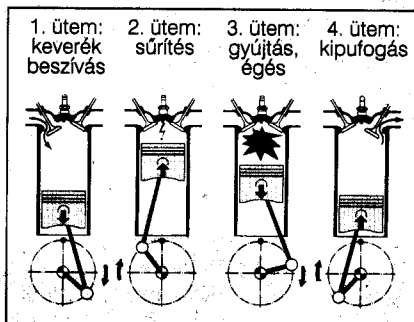
Úgy tűnik, hogy a rossz hírek – véges olajkészlet, ózonlyuk stb. – eljutottak

az autógyárakhoz is és mintha valami megmozdulni látszana, igaz, amolyan „vajúdnak a hegyek és szülnek egy egeret” módon. Voltaképp a belsőégésű motor *tényleges, lényegi* továbbfejlesztése helyett napjainkban egy elektronikai tuningnak lehetünk a tanúi, épenséggel valahol a (néhai?) *karburátor, a vákuumos előgyújtás-szabályozó és tágabb környezete* táján. A fejlesztés a valódi főirány helyett – egy költség-hatékony oldalcsapás mentén haladva – az elektronikát hívta segítségül ahhoz, hogy a lényegében fél-háromnegyed évszázada az alapjaiban szinte teljesen változatlan belsőégésű motor tulajdonságai javuljanak anélkül, hogy magához az Otto-motorhoz *ténylegesen hozzányúltak volna.*

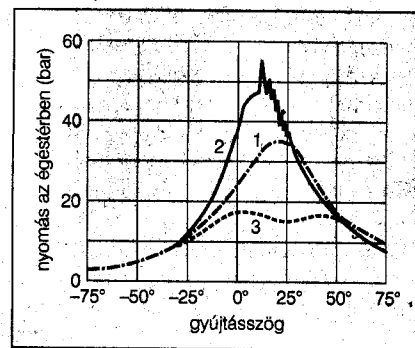
Ez az a pont, ahol kapcsolódunk a „Zsiga” vákuumos „előgyújtás-szabályozó ügyéhez”. A belsőégésű motor kulcsproblémája ugyanis a *motor üzemének optimalizálása* a hihetetlenül változatos, de alapjában véve jól ismert *külső körülményekhez.* Az üzemenyagban (benzinben, gázolajban) rejlő kémiai energiát akkor vagyunk képesek a lehető legjobban hasznosítani, ha azt az égési/robbanási folyamatot, amely a motor hengerében lezajlik, egy adott, konstrukciós költség- és intelligenciaszinten a lehető legjobban hozzáidomítjuk a környezeti körülményekhez.

## Néhány szó a benzinmotorról

Vizsgálatainkat ezúttal a világ gépkocsi-állományának túlnyomó részében alkalmazott, benzinüzemű, négyütemű, alapfelépítésű motorra vonatkozóan végezzük. A négyütemű Otto-motor 5. ábra szerinti üzemállapotai a motorizáció iránt érdeklődő, illetve jogosítvánnyal rendelkező olvasóink túlnyomó része számára ismert. A főtengely két teljes fordulata során valósul meg a négy ütem. Az első munkafázisban, ill.



5. ábra



6. ábra

félfordulat (180°) során a motor dugattyúja beszívja a benzin-levegő keveréket, majd a második ütem során – befejezve az első teljes fordulatot (360°) – a keverék 1:5–1:12 arányú sűrítése történik meg. Még a második ütem vége táján, a dugattyú felső holtpontja (az újabb fordulat 0°-a) *előtt* vilamos szikra segítségével meggyújtjuk a keveréket. Ezt a kissé korai gyújtási helyzetet, az ún. előgyújtást az égés kialakulásához, kiterjedéséhez szükséges idő miatt alkalmazzák.

A jelzett időpont (a 0°) előtti gyújtás, vagyis az előgyújtás pontos időpontja hallatlanul fontos, mondhatni *közel a legfontosabb tényező* a motor üzemvitele szempontjából. Az indokoltnál korábbi előgyújtás azt eredményezheti, hogy még a sűrítés során, túl korán robban a keverék és a sűrítés, azaz a dugattyú haladása ellenében azt visszafelé igyekszik lökni. A helytelen időpontban keletkező erő a haladási iránnyal ellentétes irányú ütést mér a dugattyúra (és az egyéb alkatrészekre), s a motort pillanatnyilag visszafelé forgatni igyekszik. Ezt az üzemállapotot a jól hallgató, kemény, éles, kopogó/kalapáló hangról lehet felismerni. A jelenség, a kopogásos égés a valóságban sokkal bonyolultabb, jellemzője például a mikrorobbanások, lökés hullámok sorozata, de ennek részleteit most mellőzzük. Ezen hang mikrofonos detektálásának és analizálásának *döntő szerepe van a legmodernebb elektronikus motorszabályozások esetében.*

Ha a gyújtás túl késői időpontban következik be, a motor teljesítménye – a szöghiba mértékében – rohamosan csökken. Az előgyújtás időpontja tehát kulcsfontosságú a benzinmotor üzemvitelében és ráadásul a helyes időpont *hengerről hengerre is és időben is változó* lehet, továbbá számos belső és külső körülmény függvénye! Az elő-

gyújtás szabályozására alkalmazott hagyományos, mechanikus eszközök messze nem teszik lehetővé a legjobb motorhatásfok elérését, ez csak intelligens szabályozással lehetséges.

A 6. ábra 1. görbéje a helyesen megválasztott előgyújtási időpontra, a 2. görbe a mikrobbanásokkal is terhelt, túl nagy előgyújtásra, a 3. görbe a túl kis előgyújtásra jellemző égéstérnyomás időbeli lefutását mutatja.

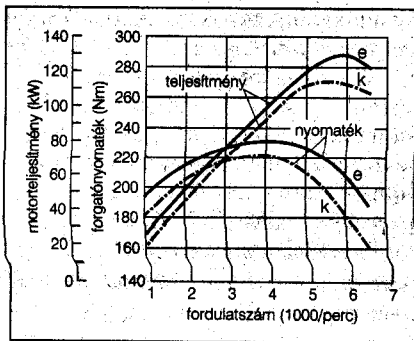
A motor második tengelyfordulatára eső robbanási/munkavégzési 3., továbbá a kipufogási 4. ütem mérsékelt fontosságú a számunkra. Belátható, hogy az 1. (szívó-) ütemre eső időtartományban jó keverékképzéssel, a 2. ütemben a sűrítési szakasz végére eső alkalmas gyújtási (előgyújtási) időponttal lehetséges a motor üzemének optimalizálása. Elmondható, hogy a konstruktőrök az elektronikus motor-menedzsment nélküli autók esetében lényegében elhanyagolták, megkerülték vagy durván leegyszerűsítették éppen a legfontosabb üzemviteli problémákat.

## A teljesítmény optimalizálása

Mindenkor az üzemanyag lehető legtehetősebb és jól definiált, robbanás-szerű elégetése a cél. Ehhez akkor optimálisak a feltételek, ha az üzemanyag-levegő keverék pillanatnyi összetétele, valamint a gyújtás pontos időpontja alkalmazkodik egyrészt a motor, másrészt a környezet (a beszívott levegő) aktuális hőmérsékletéhez, a külső atmoszférikus légnyomáshoz, a motor pillanatnyi fajlagos terheléséhez, a pillanatnyi fordulatszámhoz, az üzemanyag kémiai (oktánszám, adalékolások) és fizikai (pl. hőmérsékleti) jellemzőihez, továbbá még néhány kevésbé jelentős tényezőhöz (pl. kenés, hűtés stb.).

A hagyományos Otto-motornál ezen számos tényező figyelembe vételéhez mindössze két eszközt használnak. Egyrészt az üzemanyag adagolását – minimális intelligenciával rendelkező – és kopásra, elállítódásra hajlamos, félautomatikus mechanikai szerkezet, a porlasztó végzi, továbbá az üzemanyag gyújtási pillanatát, vagyis az előgyújtás értékét félautomatikus – fordulatszám- és terhelés- (vákuum-) függő – mechanikai szerkezet (szabályozó...) állapítja meg.

Ha az említettek közül akár csak egyetlen tényezőt is elmulasztunk figyelembe venni, például a gyújtás idő-



7. ábra

pontjának – a vákuumos előgyújtás-szabályozó által végzett – terhelésfüggő korrekcióját, akkor ez a hatásfok drasztikus romlásában, a motor fogyasztásának megnövekedésében, erejének csökkenésében, illetve jelentős, ma már elfogadhatatlan környezet-szennyezésben, károsanyag-kibocsátásban nyilvánul meg.

A valóságban az összes szabályozást nagy mértékben módosítja, úgy mond felülírja a gépjármű vezetője azáltal, hogy a külső körülmények függvényében az üzemanyag adagolását a gázpedál segítségével, a motortól szinte függetlenül, jól vagy kevésbé rátermetten végzi. És ekkor még nem is szoltunk a házilagos, hozzáértés nélkül végzett motor- és karburátorbütykölésekről, a sufni-tuningról...

A legnagyobb tévedések, hibák például az ún. kézi szívató használata során jöhetnek létre. Itt szó lehet a helytelen használat úgyszólván összes lehetőségéről, például indításkísérletek hideg időben a szívató nélkül, vagy éppen ellenkezőleg, annak túlzott használatával. De lehet kánikulában, kihúzott szívatóval, agyondúsított keverékkel akár egész nap – nehézségek árán – autózni is. A termosztáttal ellátott, ún. automata szívatók működése is megbízhatatlan, a legtrikább esetben teszik lehetővé az optimális levegő-benzin keverék létrehozását.

A motor különféle működési állapotaiban mindig van valamely optimális gyújtási időpont, amelynél a robbanás által kifejtett erő a legjobb időpontban, a legjobb hatásfokkal jelentkezik. A gyújtási időpont – pontosabban a szöghelyzet – erősen függ a fordulatszámától, mivel az égés lefolyása és a motor ciklusideje egymáshoz közelálló időtartamok, vagyis nagyobb fordulatszám esetén kissé korábban kell a keveréket meggyújtani ahhoz, hogy a robbanás optimális időpontban követ-

kezzen be. A legnagyobb motorteljesítményt a lehető legnagyobb előgyújtásszög mellett, vagyis a kopogás megjelenésének határhelyzetében kapjuk, ugyanez a kopogás a motor károsodást okozza. A cél a határhelyzet minél jobb megközelítése, a tényleges kopogás kialakulásának elkerülése mellett. Ez ma már nem célkitűzés, hanem napi gyakorlat.

Másrészről a motor ereje meghatározott határok között – arányos a hengerbe jutó üzemanyag mennyiségével, de ezen közben az optimális égési folyamathoz az üzemanyag-levegő keverék tömegarányát szűk határok között kell tartani. Viszont az égési folyamat a különféle jellemző hőmérsékletek (beszívott levegő, motortömb/hűtővíz, üzemanyag) jelentősen befolyásolják és ez visszahat a keverék összetételére, például hideg időben, hideg motor indítása esetében sokkal dúsabb keverékre van szükség, mint bármely egyéb körülmények közepette. Ilyenkor a hideg fémkatrészekre, hengerfalra kicsapódott üzemanyagfilm következtében a keverék elszegényedik és az indítás meghiúsulhat.

Zavarok keletkezhetnek a motor üzemében akkor is, ha a külső légnymás kisebb az átlagosnál, például egy magashegyi úton. Ekkor az a szabályozás, amely az üzemanyag-levegő keverék kialakításánál nem a beszívott ritkább levegő tömegét, hanem térfogatát veszi figyelembe, helytelen keverékarányt állít be, a motor hatásfoka, ereje csökken, miközben üzemanyag-fogyasztása ugrásszerűen megnő. Belátható, hogy sem a levegő tömegének mérése, sem a kopogás észlelése nem oldható meg mechanikai alkatrészekkel, az így fellépő szabályozási igény pedig végképp nem elégíthető ki elektronikus megoldások nélkül. Ha az összes lehetséges üzemi körülményeket összevetjük, kiderül, hogy a motor üzemeltetése során nagyon sok tényező figyelembe vétele mellett, nagyon finoman és kellő intelligenciával kell azt szabályoznunk a mindenkori jó hatásfok érdekében. Ennek eszköze természetesen a számítógép, vagyis az elektronikus motor-menedzsment.

Az 7. ábrán a Bécsi Műszaki Egyetemen végzett kísérlet eredményeit láthatjuk. Egy sorozatgyártású porlasztós autóval (k) egy meghatározott tesztprogramot hajtottak végre, majd a tesztprogramot megismételték egy Bosch benzinfecskendezéses motor-

menedzsment beépítése után (e). A kísérleti program jól megközelítette a valós körülményeket: sűrű városi forgalomban, országúton és autópályán, sok száz kilométeren keresztül tartott. A teljesítmény javulása mellett 11...16% üzemanyag-megtakarítást is mértek.

Az 1. táblázatban – szándékosan – két régebbi autótípust hasonlítottunk össze. A két kombi jármű mérete, tömege, motorjának lökettérfogata, felhasználási köre közel azonos. A több, mint figyelemre méltó különbségeket kiemeltük (gyári adatok!).

1. táblázat

Típus	Volvo 850T5	Volga 31022
Tömeg	1450 kg	1560 kg
Motor	turbó	előkamrás
Lökettérfogat	2319 cm <sup>3</sup>	2445 cm <sup>3</sup>
Teljesítmény	225 LE	100 LE
Gyorsulás	7,4 s	22 s
Végsebesség	240 km/h	147 km/h
Fogyasztás	9,4 l (91-es)	13,3 l (98-as)

Az 1994-es évjáratú Volvo 850 T5 luxuskombi és az 1994-es évjáratú Volga 31022 kombi összevethető műszaki paraméterei tükrözik azt a különbséget, amely egyrészt egy hagyományos karburátoros, másrészt egy benzinbefecskendezéses, turbófeltöltős, elektronikus menedzsmenttel ellátott, modern jármű technikai színvonalá között tapasztalható. Más szóval: hogyan is lehet ugyanakkora motorból – kisebb, mintegy 70 százaléknyi fogyasztás mellett – két és félszer nagyobb teljesítményt kicsiholni...

## A motor üzemanyag-szükséglete

A benzin- (Otto-) motor helyes üzeméhez meghatározott levegő-üzemanyag arány tartozik. Az elméletileg ideális

keverékarány 14,7:1, azaz 1 kg tömegű benzin elégetéséhez mintegy 15 kg tömegű levegő szükséges.

A gépjárműmotorokat a tervezés során az üzemidő túlnyomó részét kitevő részterheléses tartományra optimalizálják, hogy fajlagos üzemanyag-fogyasztásuk ekkor legyen a legkisebb.

Amellett, hogy kifogástalan gyújtás és égés csak valamely meghatározott, viszonylag szűk keverékarány-tartomány mellett jön létre, hidegindításnál, alapjáratban, részterhelésnél és teljes terhelésnél az elméleti aránytól jellemző mértékű, kis eltérésekre van szükség. A helyes aránytól való lényeges eltérés bármely üzemmódban hátrányosan befolyásolja a motor üzemét. A gyakorlatban a  $\lambda$  (lambda-) vagy légfeltesleg-tényező szolgál az üzemállapot leírására, ahol:

$$\lambda = \frac{\text{bevezetett légmennyiség}}{\text{szükséges légmennyiség}}$$

A szokásos üzemi tartományok a következők lehetnek:

- Ha  $\lambda = 1$ , akkor a bevezetett légmennyiség megegyezik az elméletileg szükséges légmennyiséggel (sztöchiometrikus arány).

- Ha  $\lambda < 1$ , akkor léghiány lépett fel vagy feldúlt a keverék, amely állapot a  $\lambda = 0,85...0,95$  tartományban teljesítménynövekedést és megnövekedett üzemanyagfogyasztást eredményez.

- Ha  $\lambda > 1$ , akkor légfeltesleg lépett fel vagy elszegényedett a keverék, ami a  $\lambda = 1,05...1,3$  tartományban kisebb üzemanyag-fogyasztást és csökkent motorteljesítményt eredményez.

- Ha  $\lambda > 1,3$ , akkor a keverék üzemanyagban túl szegény és többé már nem hajlamos a gyulladásra, az üzemképesség határát túlléptük. A gyakorlatban égéskimaradások jönnek létre, a motor rángat.

Valamennyi jelzett üzemállapotban más és más a kipufogógáz összetétele, valamint a motor károsanyag-kibocsátásának a mértéke. A 8. ábrán a légfeltesleg-tényezőnek a motorteljesítményre és az üzemanyag-fogyasztásra, míg a 9. ábrán a kipufogógáz károsanyag-összetételére gyakorolt hatását szemléltethetjük meg. Az ábrákból kitűnik, hogy nincs olyan üzemállapot, „ideális” légfeltesleg érték, amelynél valamennyi tényező a legkedvezőbb értékét venné fel.

Az Otto-motorok a legnagyobb teljesítményüket 5...15% levegőhiánynál

( $\lambda = 0,95...0,85$ ) érik el, viszont a legkisebb az üzemanyag-fogyasztásuk 10...20% légfelteslegnél ( $\lambda = 1,1...1,2$ ), míg kifogástalan alapjárat  $\lambda \approx 1,0$ -nél és jó átmenettulajdonságok 15...25% levegőhiánynál ( $\lambda = 0,85...0,95$ ) érhetőek el. (Az „átmenet” többnyire gyorsfást jelent.)

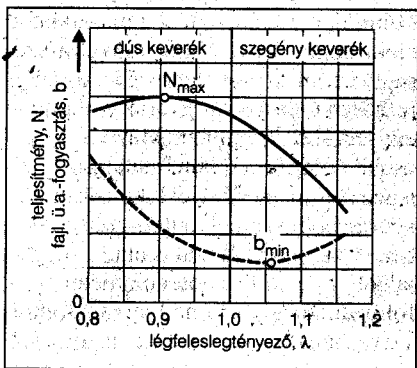
A gyakorlatban a  $\lambda = 0,9...1,1$  közötti értéktartományban üzemelő motor jellemzői eredményeznek optimális üzemet. Ha a légfeltesleg-tényező értékét szűk határok között akarjuk tartani például a gazdaságosság, a kedvező fogyasztás-teljesítmény hányados elérése céljából és/vagy környezetvédelmi okokból, akkor a beszívott légmennyiséget, pontosabban a levegő tömegét mérésrel pontosan meg kell határoznunk, és ehhez pontosan kell az üzemanyag-mennyiséget adagolnunk. Beállítható, hogy ez csak kellő intelligenciájú, szabályozott rendszerekben érhető el. Porlasztós motor esetében szóba sem kerülhetett a légmennyiség vagy légtömeg mérése.

Az elektronikának nagyon sok külső tényezőhöz kell alkalmazkodnia, miközben magának a motornak is jellemző saját üzemmódjai vannak: hidegindítás, közvetlen az indítás utáni fázis, melegedési fázis, alapjárat, részterhelés, teljes terhelés, gyorsítás, motorfék, szélsőséges hőmérsékleten és/vagy nagy tengerszintfeletti magasságban való üzemelés.

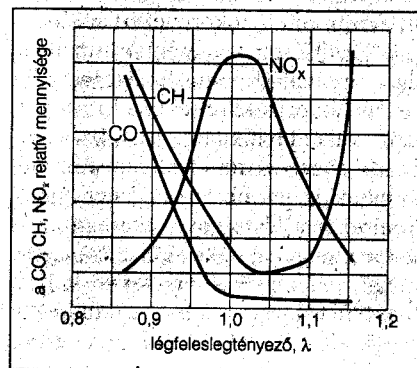
## A megoldandó feladatok

Összefoglalva a feladatokat, a következő igények léptek fel:

- a külső körülmények hangsúlyozott figyelembe vétele a fontos mennyiségek, elsősorban a beszívott levegő mennyiségének/tömegének a mérése által,



8. ábra



9. ábra



– az üzemanyag nagyon pontos mennyiségi adagolása *befecskendezés* útján,

– a *pillanatnyi motorállapot* nagyon pontos ismerete – akár hengerenként is! – a fontos jellemzők észlelése, mérése által,

– a motor üzemi tulajdonságainak minden részletre kiterjedő, előzetes felderítése a tervezés stádiumában, még a fékpadon/próbapályán, majd a mérési eredmények alapján *üzemeltési adatbázis készítése*,

– a fentiekre támaszkodva az üzemanyag adagolásának, a motor üzemének minél pontosabb menedzselése, – akár hengerről hengerre, főtengegyfordulatról fordulatra is – nagy megbízhatóságú *fedélzeti vezérlő számítógéppel, elektronikus motor-menedzsmenttel*.

A motor üzemének elektronikus szabályozását több rész megoldás egyidejű alkalmazása tette lehetővé. A legfontosabb az üzemanyag–levegő keverék mindenkor helyes arányainak a kézben tartása. Ehhez ismerni kell a beszívott *levegő tömegét*, amely közvetve annak térfogati mennyiségéből és egyéb jellemzőiből is számítható. Az üzemanyag adagolását villamosan vezérelt szeleprendszerű, nagyon pontosan szabályozható befecskendező berendezésre (injektorra) bízták és a primitív, mechanikus gyújtásszabályozó elemeket villamos üzemű, vezérelhető eszközökre cserélték.

Kiegészítették a rendszert további újfajta, a porlasztós motornál ismeretlen – villamos – érzékelőkkel is, majd az érzékelők és a beavatkozószervek feletti felügyeletet komplex elektronikus szabályozórendszer vette át. Ezáltal a motor jellemzői – akár többféle minőségi osztályban és árszinten – tovább javíthatók lettek. Az így nyert komplex rendszer már rugalmasan alkalmazkodhat a szélsőséges körülményekhez, amellet környezetbarát is.

A szélsőséges üzemi körülmények akár egy néhány napos üzleti vagy turistaút során is létre jöhetnek. Ha például valamelyik tengerpartról igyekszünk hazafelé, mindenképpen át kell kelniünk magasabb hegységeken, hágókon, ahol a légnyomás akár a fele is lehet a tengerszintéhez képest. Ugyanekkor egy magasabban fekvő helyen még aznap kifoghatunk – az induláskori +40 °C-os kánikula után egy –5 °C-os hideggel járó, váratlan nyári hóvihart. Mindezen közben elvárjuk, hogy

a motor általában úgy húzzon, mint ahogy azt megszoktuk, az úgymond normál, hétköznapi körülmények között. Nos, ez az, amelyhez már nem elegendők a korábbi szabályozó mechanikák, az átlagos körülményekhez jól-rosszul beállítható, de az üzemvitel szempontjából rugalmatlan porlasztó.

A kérdés csupán az, hogyan lehet felkészülni arra, hogy ugyanaz a motor a gázpedálra egyaránt jól reagáljon pl. nyáron Kairóban, télen Pétervárott, továbbá a tengerparton is és az Alpok vagy az Andok egyik 2...4000 méter magasan fekvő hágóján való átkelés közben is; miközben a gépkocsivezető egyaránt lehet igen rutinos és/vagy agresszív is, de teljesen tapasztalatlan, kezdő, tétovázó, fontolgtató típus is. Mind eközben pedig legyünk maximális tekintettel a környezetszennyezésre.

Abból indulhatunk ki, hogy a sorozatgyártású személygépkocsik motorjának a fejlesztése évtizedek óta úgyszólván egy helyben toporog, tehát a motor alaptulajdonságai jórészt adóttak. A segítségnek tehát kívülről kellett érkeznie. Az elektronika lehetőségei viszont akkor nyíltak meg a motorizáció irányában, amikor sikerült a tartósan üzemképes, strapabíró félvezetőket kidolgozni.

Az első lépés volt a jelentős *hőterhelési* tartósan elviselő szilícium alapanyagú teljesítményeszközök előállítása, a második – döntő – lépés pedig főleg a *megbízhatóság* kellő szintre emelése volt (kellő élettartam, zavarés túlfeszültség-védelem, rázásállóság stb.). Mindkét lépés megvalósítása elsősorban technológiai probléma volt, s elmondhatjuk, a mai gépjárműelektronikai félvezető eszközök nem képezik az autó gyenge pontját, meghibásodásuk gyakorisága nem számottevő, üzemük kellően megbízható.

### Adatbázis-készítés

A tervezők a végső konstrukció kialakítása során számtalan *próbapályás* és trópusi/sarki viszonyokat utánzó *klimakamrás* kísérlet során teljes részletességgel feltérképezik egy-egy motor és/vagy jármű viselkedését a különféle szokványos és szélsőséges körülmények között. Ennek során a prototípus-motorra és/vagy a járműre vonatkozóan *üzemeltetési adatbázisok* keletkeznek (pl. fordulatszám-, terhelés-, teljesítmény-, előgyújtás-, nyomaték-, külső/belső hőmérséklet-, kopogás- stb.

adatok és egymáshoz való viszonyaik, időbeli viselkedésük, egymásra hatásuk, különös tekintettel az átmeneti állapotokra).

A keletkezett adathalmaz szinte kottaszerűen írja le a rendszer működését az összes vizsgált körülmény, hatás közepette, például az indítás, az alapjárat, a részterhelés, a teljes terhelés és a tolóüzem (motorfék) során. Ha a vizsgálati körülményeket eléggé intelligensen/szélsőségesen sikerült kialakítani, majd a kapott eredményeket, adatsorokat gondosan súlyozni/átlagolni, feltehetőleg a sorozatgyártású járművet sem fogja tulajdonosa a vizsgáltakhoz képest jelentősen eltérő körülmény között használni. A cél tehát az, hogy a jármű soha ne jöjjön zavarba, ismerje és „tartsa fejben” azokat az üzemi körülményeket, amelyek között a példány maga ugyan még biztosan nem, viszont a prototípus a próbapályán és a klímakamrában igenis már dolgozott.

Az autógyárak elsősorban egy adott kereskedelmi cél típus érdekében végzik ezen méréseket, de például a Forma-1 edzéseken és versenyeken a mérés már a kezdetektől napi gyakorlat. Ott a pillanatnyi helyzet a döntő. Az adott órában, az adott pályán, az adott körülmények (légnyomás, hőmérséklet, páratartalom, pályafv, a pilóta lelkiállapota, „megegyezés” stb.) mellett kell a motorból az előzetes próbapadi és a korábbi futamtapasztalatok alapján a maximumot kicsikarni. Ehhez először a számítógépes korrekcióra kerül sor a depóban, majd a pilótának kell tesztelnie a motort az edzés, a próbafutam során. Így ugyanaz a motor már elektronikus módon módosított, a viszonyokhoz hangolt, átigazított beállítással üzemel és másként viselkedik, mint a megelőző mérés, a tesztfutam és a beavatkozások előtt.

Ismeretes, hogy az így megszerzett számtalan üzemeltetési tapasztalatot, elektronikai gyakorlatot idővel a szériagyártású kocsik tervezése során is felhasználják az autógyárak, valamivel egyszerűbb formában. Ma már az olcsóbb szériakocsikban is találunk intelligens motorvezérlést. A drágább, sportosabb személyautók némelyikében pedig – némi kutatás után – megtalálható az a rejtett potenciométer vagy fokozatkapcsoló, amellyel a „fontolgtatva haladó” stílusról némi fogyasztásnövekedés árán, akár több fokozatban is átválthatunk egyfajta „fickós”

2. táblázat. Az elektronikus motormenedzsment típusa, gyártója és bevezetési éve néhány autógyárban (legalább 1 autómoddellnél)

Autógyár	Modell	Év	Gyártó és típusjelzés
Alfa Romeo	33 1.7ie Sportwagon 4x4 cat	1987	Bosch LE-Jetronic 3.2
Audi	80 1.8i cat	1989	Bosch Mono-Jetronic A2.2
BMW	325i (E28) cat	1982	Bosch LE-Jetronic
Citroen	BX 19 GTi 16v 1905cc	1987	Bosch Motronic ML 4.1
Fiat	Croma 2000ie Turbo DOHC 8v	1986	Bosch LE2 Jetronic
Ford	Granada 2.8 V6 & 4x4	1985	EEC IV
Honda	Civic 1.6i-16 & CRX DOHC 16V	1987	Honda PGMFI
Hyundai	Sonata 1.8 SOHC	1989	Hyundai ECI
Isuzu	Piazza Turbo	1986	Isuzu I-Tec
Jaguar	XJ6 3.6 24v	1986	Lucas LH 9CU
Kia	Mentor 1.6 SOHC 8v	1995	Kia EGI
Lancia	Delta 1600ie DOHC	1986	Weber-Marelli IAW MPI
Land Rover	Range Rover V8i 3.9 OHV R-cat	1989	Lucas 14CUX
Mazda	323, 1600i	1985	Mazda EGI MPI (4-cyl)
Mercedes Benz	260SE 2.6 Cat	1985	Bosch KE3.1 Jetronic
Nissan	300 ZX	1984	Nissan ECCS MPI (6cyl)
Opel Vauxhall	Ascona C 1.8E	1983	Bosch LE2 Jetronic (4-cyl)
Peugeot	205 1.4i LC Cat	1988	Bosch Mono-Jetronic A2.2
Renault	25 2.2	1984	Renix MPI
Rover	Maestro-MG 2.0 EFI	1984	Lucas 11CU MPI
Saab	9000 Turbo 16	1985	Bosch LH-Jetronic 2.2
Seat	Malaga 1.5i	1985	Bosch LE2 Jetronic
Skoda	Favorit/Forman (pickup)	1993	Bosch Mono-Motronic 1.2.3
Suzuki	Swift GTi DOHC 16V	1986	Suzuki EPI-MPI
Toyota	Corolla 1.6 GT coupe OHC	1984	TCCS AFS (4-Cyl)
Volkswagen	Golf 1.8i cat	1987	VAG Digifant (45 pin)
Volvo	760 turbo	1985	Bosch Motronic 1.0

3. táblázat. Keverékminőség- és előgyújtás-szabályozó, rejtett kapcsolóval (beépített, gyári tuning-opciók)

Kapcsolópozíció	Keverék-dúsítás	Többletelőgyújtás
1	0	0
2	+2...4%	0
3	+4...7%	0
4	-2...4%	0
5	0	-2...4
6	+2...4%	-2...4
7	+4...7%	-2...4
8	-2...4%	-2...4

Megjegyzés: a gépkocsit az 1. kapcsolóállással értékesítik

amelybe legkorábban vezették be az elektronikus motormenedzsmentet. Az évszámok – számunkra – némiképp elgondolkodtatóak lehetnek...

Mint már említettük, néhány drágább autótípusba a tuning gyárilag be van építve a menedzsmentbe egy rejtett fokozatkapcsoló vagy rejtett potencióméter formájában (3. táblázat), s mi több, már hazai cégek is vállalnak motortuningot – EPROM-cserével... Számos menedzsment EPROM-tartalma az interneten hozzáférhető, frissíthető, kellő autotechnikai és programozói szakértelemmel átírható.

## Benzin-befecskendezés

Az injektoros, menedzsmenttel ellátott motor számos olyan konstrukciós megoldást tartalmaz, amelynek kifejezett elektronikai vonatkozásai vannak, ezért legalább alapfokú ismeretük nem kerülhető meg.

A sok új eszköz előállítása és beépítése az autóba – a korábbi porlasztós kivitelhez képest – jóval drágább. Az olcsóbb árkategóriában a befecskende-

stílusra, a kocsis lehetőségeinek (és a kamerás vagy helikopteres autópálya-rendőrséggel kapcsolatos „látási viszonyoknak”) a függvényében. Igaz, a jó menedzsment a pilótára is ügyel, s ilyenkor hamarosan módust vált, s fokozottan alkalmazkodik. Ugyanekkor a gyorsulásérzékelőkből, dőlésmérőkből, az ABS-ből stb. érkező „terhelő adatok”, azaz kellő ingerlés után, némi hang- és optikai üzenettel figyelmeztetheti a túl vad stílusban vezető, önmagára is veszélyes pilótát.

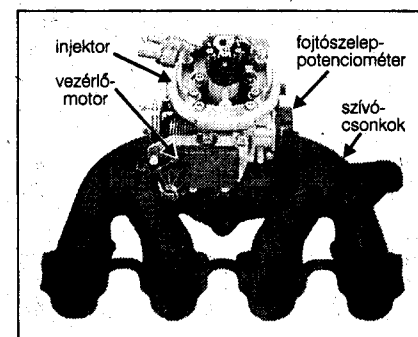
Ha ismerjük a lehetséges külső körülményeket (hőmérséklet, légnyomás) és a motor próbapadi jellemzőit, a számos előzetes mérési adat birtokában kialakítható és a motor üzemének támogatására beépíthető egy olyan intelligens „kotta”, adatbázis (EPROM), amely szinte minden várható eseményre vonatkozó üzemi és vésztartalék-adatot ismer, tartalmaz.

A környezeti adatokat és a motor üzemi jellemzőit speciális érzékelőkkel (pl. termisztorok, induktív jeladók,

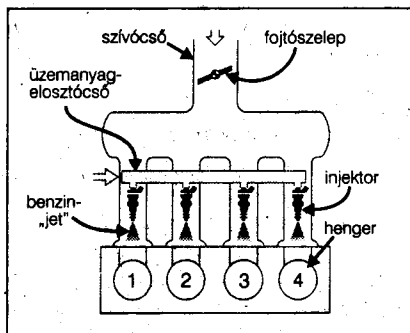
testmikrofonok, áramlásmérők, lambda-szonda) kell mérni. A beépített intelligencia, a motormenedzsment pedig önálló, komplex elektronikus egység, azaz számítógép. A különféle érzékelőkből beérkező pillanatnyi külső és belső adatok, valamint a próbapályán/klímakamrában korábban megszerzett és itt egy EPROM-ban tárolt üzemi adatok birtokában tartja kézben az erőforrást. Központi egység (CPU) és illesztő- (interfész-) áramkörök és beavatkozási eszközök (vezérelt szelepek, kismotorok stb.) serege útján képes arra, hogy a vezető óhaja szerinti módon vezérelje a motor pillanatnyi teljesítményét, fordulatszámát.

Az injektoros és menedzsmenttel ellátott gépkocsi teljesítménye nagyobb, dinamikája jobb, üzemanyagfogyasztása kisebb, mint ugyan annak a modellnek (vagy hasonló társának) a karburátoros és menedzsment nélküli változata (lásd 5. ábra és 1. táblázat).

A 2. táblázatban néhány olyan idősebb gépkocsimodell található,



10. ábra



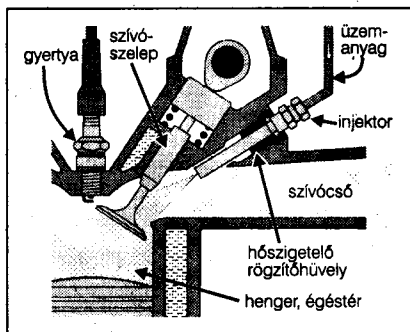
11. ábra

zés és a vezérlés némi egyszerűsítésével megtakarítás érhető el.

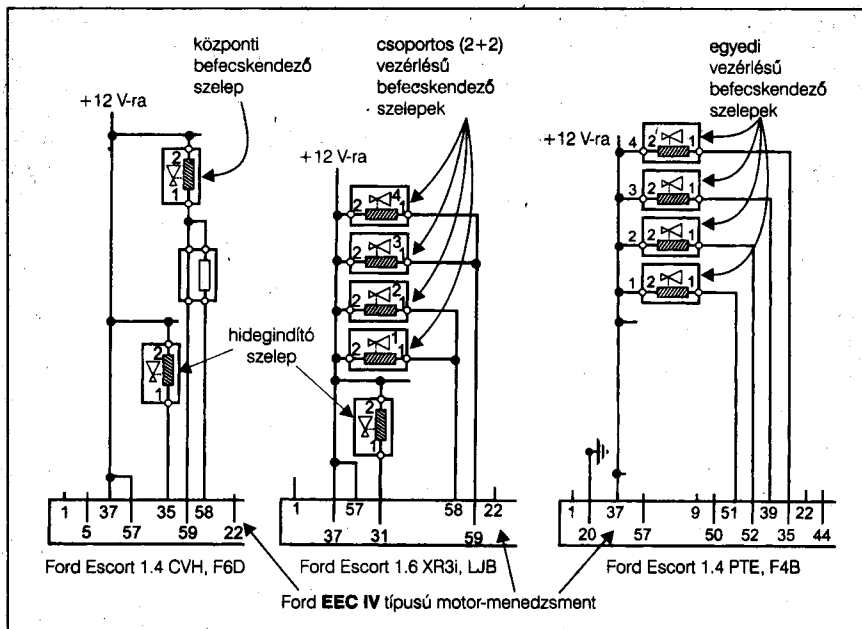
A kiinduló megoldás volt a porlasztó közel 1:1-ben történő helyettesítése az egyetlen félvezetős végfokozattal vezérelt központi befecskendező szerkezettel. A fojtószelepet esetenként *kismotor* mozgathatja, helyzetéről *potenciométeres távadó* tájékoztat. Ezen olcsóbb megoldást főleg a modern kis-kocsikban alkalmazzák (10. ábra).

Az egyetlen injektorhoz így a porlasztóknál szokásos és hasonlóan bonyolult, elosztó szívócső tartozik. A többszörösen megtört, elágazó csőrendszer nem jól optimalizálható, így egyes hengerek jobb hatásfokkal működhetnek, mint társaik. Hátrányos még, hogy az üzemanyag az átmeneti üzemállapotokban lecsapódik a terjedelmes, nagy tömegű cső- és hengerfalakra, ezáltal a motor kedvezőtlen hidegindítási és átmeneti tulajdonságai jórészt megegyeznek a porlasztós kivitelével.

Sokkal jobb megoldást ad a hengerenkénti befecskendezés (11. ábra), mert így azonos és optimális befecskendező tér képezhető ki a szívócső, a henger és az injektor együttese számára. Az injektor közvetlenül a szívószelep elé fecskendezi az üzemanyagot (12. ábra), és így az sokkal kevésbé képes lecsapódni a hengerfalra.



12. ábra



13. ábra

Némi engedmény árán a vezérlést sem kell megváltoztatni, vagyis például egy négyhengeres motor így már négy injektorral rendelkezhet, noha ezek vezérlése – párhuzamos kapcsolatban – összesen egy darab végfokozattal, egyszerre történik. Ezáltal elkerülhető az egyes hengerek működésének külön-külön kiértékelése. Olcsóbb érzékelőrendszerrel és egyszerűbb menedzsmenttel teljesíthető a feladat. Noha ez a megoldás ugyan költségkímélő, de korántsem eredményezi a legjobb hatásfokot.

Javítható a motorhatásfok, ha jobban igazodunk mind a mérésekkel/érzékelőkkel, azok darabszámával és típusával, mind pedig az injektorok egyedi vezérlésével a valós (egyedi) körülményekhez. Ennek első lépcsőjeként bevezették az injektorok – részleges – csoportra bontását, vagyis például egy négyhengeres motornál 2–2 injektor kapott egy-egy végfokozatot, vagyis egyedi vezérlést, de találkozhatunk nagyobb motoroknál 3–3 vagy 4–4 stb. injektor közös vezérlésével. Még tizenkéthengeres nagymotornál is elfordul a csoportos vezérlés.

Ez a vezérlési módozat a középkategóriás személygépkocsikban napjainkban tipikusnak tekinthető. A felosztás úgy kell történnen, hogy az egyszerre működő injektorok ne zavarják meg a motor üzemét. Ugyanis mindig lesz olyan injektor, amelyik feleslegesen szállít üzemanyagot (pl. a kipufogó-ütemben). Belátható, hogy a csoportos

vezérlés sem eredményezi a legjobb hatásfokot.

A legtokéletesebb megoldást a hengerek üzemállapotának *egyedi figyelése* (kopogás!) és a hengerenkénti befecskendezés *egyedi vezérlése* adja, de így bonyolult, összehangolt szabályozókörökre és négy végfokozatra van szükség. Ez a meglehetősen intelligens rendszer egyúttal a lehető legköltségsébb kivitel is jelenti, vagyis alkalmazása többnyire a drágább, pl. luxuskivitelű gépkocsikra jellemző.

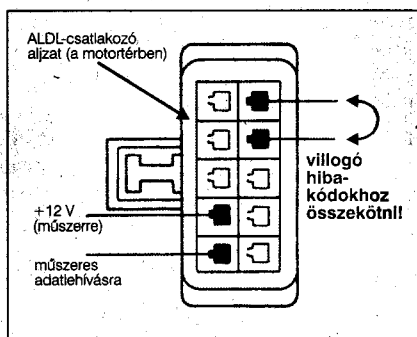
Gyakori, hogy egy-egy autógyár gyártmánypalettájának vagy gépkocsi-típuscsaládjainak egyes – különböző árszintű – tagjai nem csupán a motor lökettérfogatában különböznek egymástól, hanem a befecskendezés és a motormenedzsment műszaki színvonalában is, a korábban vázolt elvi megoldások szerint (pl. Opel Astra, Vectra). A 13. ábrán három különböző Ford Escort modellben alkalmazott megoldást láthatunk. A kapcsolási rajz jellemző részlete arról is árulkodik, hogy noha az injektor-rendszer és az autók kategóriája, árszínvonala különböző, a kocsikban látszólag azonos típusú vezérlőegységet alkalmaznak. Eltérés ugyanakkor mégiscsak van, csupán közvetlenül nem érzékelhető módon, mert az a menedzsment háttérmemóriájában (EPROM-jában) tárolt aktuális vezérlőprogramok és adatbázisok között tapasztalható! *Ezáltal az azonos típusú vezérlők mégsem csere-szabatosak egymással.*

## Az autószervez dilemmája

Az a sokk, amely jó egy-másfél évtizede a hazai elektronikai szervizipart a videotechnika és a digitális tévék megjelenése idején érte, az autószervezeket sem kerülte el. Az autójavítás történetében egy eddig ismeretlen, új fejezet nyílt. A modern motormenedzsment hibafelderítése a szervizben már nem „szaki” módszerrel, kalapáccsal, villáskulccsal, hanem – kapcsolási rajz alapján – csakis elektronikai eszközökkel, pl. oszcilloszkóppal vagy célműszerrel lehetséges. Kiderülhet, hogy manapság nem csupán csapágyat, tengelyt, fogaskereket vagy bordásszíjat, hanem potenciometert, termisztort, RAM-ot, CPU-t kell cserélni. Így adódhat az is, hogy valamely gyújtás-hiba esetén nem a megszakító-érintkezőket kell megcsiszolni, beállítani, mert ilyen ma már nincs is a modern autóban, hanem pl. EPROM-tartalmat kell frissíteni...

### Diagnosztikai csatlakozó

A javítás megkönnyítésére az újabb gépkocsik hasznos segédeszközöket tartalmaznak. A menedzsment üzem közben nem csupán a motort vezérli, hanem a jármű számos részéből érkező, a helyi érzékelők által szolgáltatott jeleket is felügyeli, és az adatok egy részét rövidebb-hosszabb ideig tárolja is. Ezen felül a beérkező adatok jellemző részét összehasonlítja a tárolt – azonos jellegű – adatokkal és eltérés esetén hibakódot képez. Bármely hibakód keletkezése egyrészt a műszerfalon speciális figyelmeztető jelzést eredményez, másrészt a menedzsment a hibakódot a vezérlő a javításig vagy a törlésig (az akku tartós lekapcsolásáig) megőrzi. Sőt, akkucseré után, továbbra is fennálló hiba esetén a hibakód újra generálódik, viszont automatikusan törlődik



14. ábra

akkor, ha a hiba adott számú, például egymás után hússzori indítás során már nem észlelhető. A hiba tartós megléte esetén a menedzsment a továbbiakban időről időre figyelmezteti a vezetőt, villogtatja a műszerfalon a hibajelző (Check Engine) lámpát.

A hibakódot a motor diagnosztikai csatlakozója (ALDL = Assembly Line Diagnostic Link) segítségével lehet kiolvasni (14. ábra). Ezen sokpólusú csatlakozó – különféle módokon – hozzáférhetővé teszi a menedzsment egy eldugott szegletét, amelyben a hibásnak talált üzemi jellemzőket tárolja a rendszer.

Megfelelő mérőprogram és mérőkészülék (intelligens diagnosztikai állomás) esetében nem csupán a hibákról kapunk információkat, hanem esetenként különféle *üzemi jellemzők* is kiolvashatók a központi egységből.

Amennyiben ismerjük az ALDL-csatlakozó helyét (általában a motortérben, a szélvédőhöz közeli, védettebb helyen található), az ún. *lassú vagy tartós hibakódot* akár egy kis drótdarab segítségével mi is kiolvashatjuk.

A jármű szervizkönyvében a kódtáblázat mellett megtaláljuk a diagnosztikai (anya-) csatlakozó rajzát is és azt is, hogy melyik érintkezőpárt kell a kiolvasáshoz rövidre zárnunk (a 14. ábrán az Opel típusok csatlakozója látható). Ehhez általában egy 2–3 cm hosszú huzaldarabka is megfelel, bár a szervizekben egy átkötést tartalmazó (apa-) csatlakozót használnak erre a célra. Rövidre záras után ráadjuk a gyújtást és megfigyeljük a műszerfalon – kimerít ütemben – felvillanó figyelmeztető lámpát. A menedzsment ilyenkor kódsorozatot generál, amelynek rövid és hosszú felvillanásai két- vagy háromjegyű számokat jeleznek. A sorozat elején arról kapunk jelzést, hogy a berendezés működik-e, a kód kiolvasása egyáltalán lehetséges-e, majd pedig a hibakód ismételt felvillan. A jelentését a szervizkönyv többnyire tartalmazza. A jelzésekben a nagy autóelektronikai cégek jórészt egységére jutottak, így a leggyakoribb hibakódok gyakorta egyeznek, néha a típustól függetlenül is.

Ha például a figyelmeztető lámpa egyszer, majd azonnal utána kétszer villan fel és ezt (általában) háromszor ismételi, az a 12-es kódot jelenti, vagyis (általában) azt, hogy *a diagnosztika jól működik és következik a hibakód kijelzése*. Ha a következőket olvassuk

ki: 12, 12, 12, 13, 13, 13, akkor a diagnosztikai áramkör jó, működik, és a 13-as hibával állunk szemben, vagyis autónkban a lambda-szonda hibás.

A lassú hibakódok kiolvasása az ALDL-csatlakozóra dugaszolt, speciális kéziműszerrel (ún. hibaszkennerrel) is történhet (15. ábra), amikor is a műszer a kódokat a kijelzőjén elolvasható (pl. angol, magyar nyelvű) rövid szöveges üzenetre fordítja le. Hasolóképpen olvasható ki a hibakód a gépjárműdiagnosztikai munkállomás számítógépével is, ahol a szöveges kijelzés pl. a tulajdonos által is látható, nagy diagnosztikai képernyőn történhet.

Csakis gyors, digitális jelfeldolgozással, diagnosztikai állomáson mérhető az ún. *gyors, átmeneti hibakódok*, amelyeket a menedzsment csak nagyon rövid időtartamokra generál.

Kis, nem túl tökéletes szervizben gondot okozhat a hibakeresésnél a digitális jelfeldolgozás (a méregdrága munkaállomás) elérhetőségének, a kódok jelentésének a hiánya (ezeket nem tudtuk beszerezni...), továbbá az, ha maga a motormenedzsment, a kódképző/kiolvasó áramkör is meghibásodott. Ha teljesen rossz a menedzsment, akkor azt sem tudja megmondani, hogy mi a baja...

### Az előgyújtásról

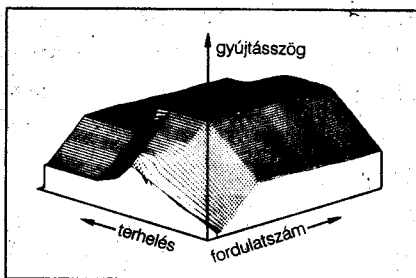
A korábbiakban szó esett a gyújtási időpont meghatározásának fontosságáról, illetve arról, hogy ez döntő módon határozza meg az adott motor teljesítményét. Egy hagyományos felépítésű autómotor esetében (pl. régebbi Zsiga, Skoda stb.) a szokásos eljárás az előgyújtás beállítására a csavarhúzó + „kihegyezett fül” módszere. A motort



15. ábra

alapjában üzemeltetve meglazítjuk az elosztófejet rögzítő csavart, majd – az elosztófejet finoman elforgatva – fülünk. Ha a megfelelő irányba, a növekvő előgyújtás felé forgatjuk el a szerkezetet, a fordulatszám előbb kissé emelkedik, majd további elfordításra a motorból ijesztő, a kovácsolásra hasonlító hangok érkezik: a motor kopog (angolul: pinging, pinking). Ha most kissé visszaállítjuk az előgyújtást, a kopogás megszűnik és a motor *kis fordulatszám*on optimális előgyújtással rendelkezik. Igen ám, de a motort *közepes vagy nagyobb fordulatszám*on járátva a helyesnek tűnő beállítás már kissé *máshova kívánkozik*. Akkor hova is állítsuk az előgyújtást? Ráadásul a beállítás számtalan külső körülménytől is függ, más eredményt kapunk télen és mást nyáron, mást a Balaton partján és mást a Kékestetőn. Aztán megtekintve a gyári előgyújtásszabályozók üzemi tartományát, nem egy görbét, hanem a súrlódások, kotyogások, gyári alkatrész-szórások, kopások/fáradások stb. miatt egy bizonytalan, széles tartományt látunk, s nem lettünk okosabbak.

Összevetve a jelzett primitív – vákuumszelencével is ellátott – előgyújtás-szabályozó lehetőségeit valamely tényleges, a próbapályán kimért igényvel, annak sokszínűségével és komplexitásával, a különbség szinte drámai. A 16. ábrán a vákuumos előgyújtás-korrektcióval is kiegészített, hagyományos, mechanikus (röpsúlyos, a 3. ábra szerinti alapkarakterisztikájú) előgyújtásvezérlő eredő üzemi tartományát, az abból levezetett térgörbéjét látjuk. A kapott szabályozás több, mint szegényes. Amennyiben adatbázist képeznénk az így kapott – néhány síkból álló, egyszerű – felület leírására, az igen csekély számú adatot tartalmazna. Egy benzinbefecskendezéses, gondosan szabályozott motor számára viszont sokkal fontosabb, úgyszólván minden helyzetre kiterjedő és sokkal több be-



16. ábra

avatkozási lehetőséget biztosító előgyújtás-adatbázis szükséges. A 17. ábrán látható egy modern menedzsment előgyújtás-tartománya. Ennek EPROM-adatbázisa legkevesebb 1000, a közép/felső kategória esetében akár 4000 darab, egyenként lehívható előgyújtásszöget tartalmaz! Ezáltal lehetőség van bármely terhelés, üzemmódot során a legkedvezőbb teljesítmény, a legkevesebb károsanyag-kibocsátást eredményező munkapont elérésére.

Jól érzékelhető, hogy üzem közben a szükséges előgyújtásszög mértéke valamely síkbeli görbével semmiképpen nem írható le, így a modern motormenedzsment *térgörbe-szabályozású előgyújtásvezérléssel* (17. ábra) működik. A szükséges adathalmazt típusonként a gyári előzetes próbapályás és klímakamrás mérések során kapják meg. A változatos térgörbék arról is tanúskodnak, hogy fülre vagy műszerrel voltaképp lehetetlen jól beállítani egy hagyományos gépkocsimotor hagyományos kivitelű előgyújtását, mert mindig lesz olyan külső körülmény, üzemmódot, amely miatt az jelentősen eltérő, új beállítást igényelne. A porlasztós motor tehát szinte soha nem üzemel optimális üzemmódban. Végül is ez az oka annak, hogy jelentős különbség adódik mind a motorteljesítményben, mind a fajlagos fogyasztásban ugyanazon motor porlasztós, illetve elektronikusan menedzselt befecskendezéses üzemanyagellátása során (7. ábra).

A domborzati térképre emlékeztető 17. ábra, a menedzsment adatbázisának grafikus megjelenítése – összevetve a 16. ábra képével – nehezen illeszthető eddigi, főképp a porlasztókkal kapcsolatos, autós ismereteink mellé. Különösen akkor okozhat ez számunkra meglepetést, ha figyelembe vesszük, hogy a menedzsment az adatbázisában egyidejűleg több hasonló „domborzati térkép” is tárolhat, a különféle üzemmódokra és alkalmakra, helyzetekre és vészhelyzetekre...

### Motormenedzsment

Az elmúlt időszakban a környezetvédelmi szabványok szigorodása következtében az autógyárak egy új, különféle határidőkhöz kötött, kormányzati követelményrendszerrel szembesültek. Csakis ezek teljesítése esetén állíthatók elő és tarthatók forgalomban a különféle újabb (és régebbi) típusok. A szab-

ványok földrészenként, országonként különböző, de nagyjából azonos előírásokat tartalmaznak, betartva egyfajta időbeli fokozatosságot a bevezetésre. A legfontosabbak a következők.

1. a megbízhatatlan és pontatlan porlasztó (karburátor) helyett a pontosan működő, *befecskendezéses üzemanyagellátás* általános bevezetése az összes gépjármű-kategóriában, és

2. a motorok felszerelése *elektronikus motormenedzsmenttel*, mint alapkövetelmény, továbbá

3. károsanyag-emisszió korlátozás *katalizátorok* beépítésével (a szabályozás nélkül; b. oxigénérzékelővel ellátott, hármashatású, szabályozott),

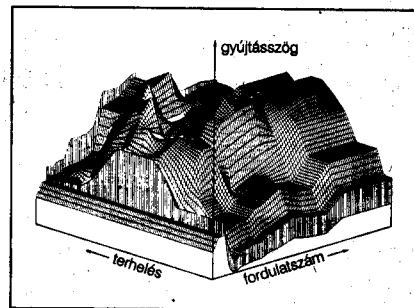
4. PCV = Positive Crankcase Ventilation, *szabályozott forgattyúházszellőzés*, vagyis az előbbihez hasonló okból a kartergázok kötelező visszavezetése a szívócsőbe,

5. a *kipufogógázok* meghatározott, csekély részének *visszavezetése* a szívási rendszerbe az égési csúcshőmérséklet és az NO<sub>x</sub>-emisszió csökkentése érdekében.

A motorok közötti konstrukciós különbségek a vizsgálataink, illetve a menedzsment szempontjából lényegében érdektelenek, így ezekre részleteiben nem térünk ki. Jóval jelentősebb eltéréseket találunk ugyanis az egyes autótípusok/motorok között azáltal, hogy azok tervezői mely minőségi és biztonsági szinten kívánják a motort kiszolgálni.

Tárgyalásunk alapjául egy tipikus szériamotort tekintünk, áttekintve annak különféle szinten megoldható befecskendezéses üzemanyagellátását, megemlítve a hozzá mindenkor tartozó, tipikus vezérlőelektronika jellegzetességeit.

A menedzsmenttel ellátott Ottomotor számos olyan, eddig nem ismeretes (villamos) alkatrészt, szerkezeti elemet, érzékelőt, beavatkozási eszközt tartalmaz, amely például a korábbi Zsi-



17. ábra

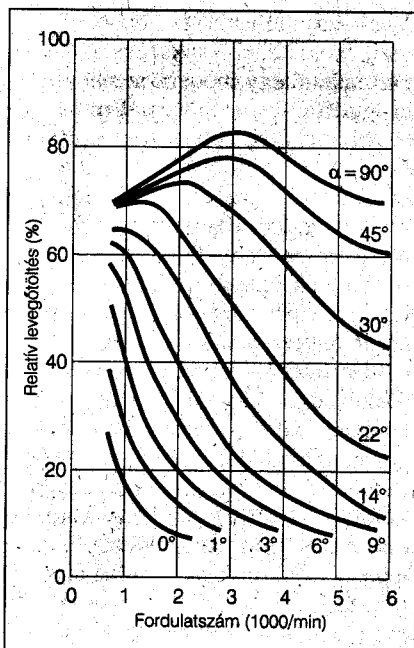
ga/Lada-kategóriájú és évjáratú autótípusokat alaposan ismerők számára alapvető újdonságot jelenthet. Ráadásul ezen alkatrész konstrukciója többé-kevésbé függ a motor minőségi mutatóitól, azaz a gépkocsi árszínvonalától is. Egy-egy új típusú alkatrész lehet általánosan használt is, de tartozhat egy meghatározott, szűkebb konstrukciós színvonalhoz is. Egy-egy alkatrész az idők során gyakran váltanak fel intelligensebb vagy pontosabb eszközzel (pl. a levegőt mérő eszközök esetében is).

## A levegőt mérő eszközök

### Közvetett levegőtöltés-mérés

A korábbi évtizedek gyakorlatától eltérően, a meghatározott, pontos üzemanyag-levegő arány eléréséhez a motor által beszívott levegőtömeget (légtöltést) érzékelni, mérni kell. Az olcsóbb árkategóriánál kielégítő megoldást ad az, ha indirekt eljárást alkalmaznak, a fojtószelep-szög ( $\alpha$ ) és a motorfordulatszám ( $n$ ) egymáshoz rendelésével. Ez a módszer igen egyszerű ugyan, de nagy gyártási pontosságot, szűk tűrést követel a fojtószelep-karakterisztika vonatkozásában, főleg a kis fojtószelep-szögek („kis gáz”) tartományában.

A fojtószelepet a vezető a gázpedállal vezérli, a szelep voltaképpen szögállásáról pedig a közös tengelyre épített fojtószelep-potenciométer tájé-



19. ábra

koztatja a menedzsmentet (18. ábra). A fojtószelep jellemzőit a konstrukció kialakítása során próbapadon határozzák meg. Az 19. ábrán egy tipikus motorkarakterisztika látható. A függőleges tengelyen a relatív levegőtöltés szerepel, a fojtószelep-szög és a motor fordulatszáma függvényében. A megkívánt levegő/üzemanyag arányt akkor lehet biztosan tartani, ha az érzékelt levegőtöltéssel arányos befecskendezési időt biztosítunk, ugyanis a befecskendezett üzemanyag mennyisége ezáltal szabályozható. A befecskendezési idő közvetlenül  $\alpha$ -hoz és  $n$ -hez rendelhető, a hozzárendelés pedig például a lambda-szonda segítségével elvégezhető. Figyeljük meg, hogy a közel teljesen nyitott fojtószelep esetében  $\alpha$  értéke kevésbé változik!

Ebben az egyszerű rendszerben a levegő hőmérsékletének és egyéb hatásoknak a figyelembe vétele a vezérlőegységben korrekciós tényezők (EPROM-ban tárolt karakterisztikák) segítségével történik.

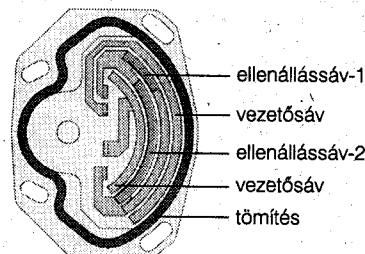
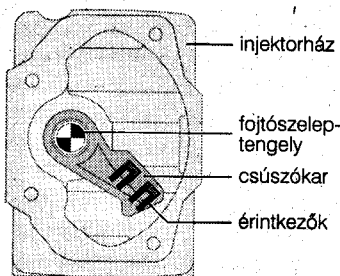
Az előzőkből következik, hogy a fojtószelep szögállását potenciométeres jeladóval érzékeljük (18. ábra). Az érzékelés finomsága, szögfelbontása azonban nem azonos a teljes szögtartományban. Először is a menedzsment a fojtószelep-kapcsoló útján érzékeli a szelep zárt állapotát (alapijárat). A szelep nyitása során a szögálláson kívül a szögsebesség is fontos üzemi tényező (pl. gázfröccs). Ahhoz, hogy mind a

menet-, mind a kipufogógáz-tulajdonságok kedvezőek legyenek, a szögfelbontásnak olyan finomnak kell lennie, hogy elérhető legyen – a porlasztónál elképzelhetetlen – 2% pontosságú levegő-üzemanyag arány. A 19. ábra karakterisztikaseregéből következően a fojtószelep leolvasási érzékenységét a kis szögállásoknál és a kis fordulatszámok esetében nagy szögfelbontásra kellett tervezni, míg e tartományon kívül a szögváltozások hatása majdnem elhanyagolható.

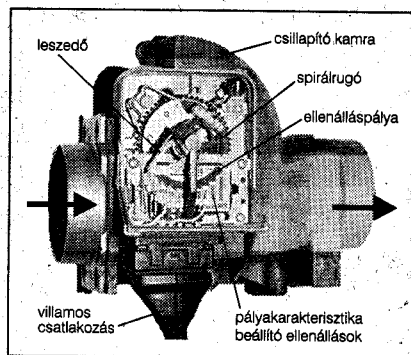
A feszültségosztó kapcsolásban üzemelő fojtószelep-potenciométer vastagréteg integrált áramkörös kivitelű (18. ábra). A megkívánt kellő szögfelbontás miatt két ellenálláspályát használnak, egy-egy vezetősávval és saját leszedővel. Az első vezetősáv a 0°...24° közötti gázpedál-szögtartományt ( $\alpha$ ) öleli fel, míg a második a 18°...90° közöttit. A kapott két szögjel feldolgozásáról A/D átalakító segítségével a központi egység (mikrokontroller) gondoskodik (Bosch Mono-Jetronic befecskendezési rendszer). A mért szögértéket nem befolyásolja sem a potenciométer öregedése, sem a hőmérsékletfüggés, a hosszú idejű stabilitás kiválóan tekinthető.

### Légmennyiség-mérő

Az indirekt eljárásnál lényegesen pontosabb és megbízhatóbb, ha a légmennyiséget egyéb tapasztalati és mért adatokból nem jósoljuk, hanem megmérjük. A korszerűbb/drágább konstrukcióban a motor által beszívott teljes légmennyiség a *légmennyiségmérőn* áramlik át, amelyet a fojtószelep elé építenek be. Első példányait 1968 körül kezdték alkalmazni. A levegőt est-ely alapján működik. Kezdetben kúptölcséres, majd 1974 óta már négyoszög keresztmetszetű, íves, a levegő haladá-



18. ábra



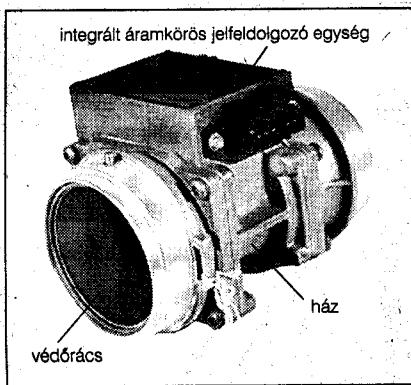
20. ábra



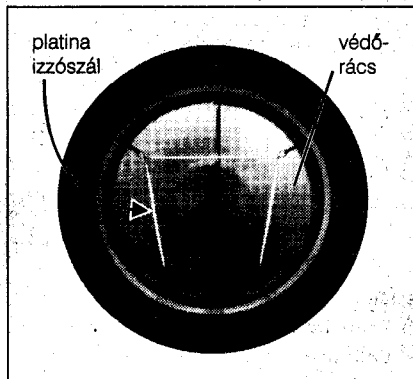
si irányában bővülő keresztmetszetű cső, amely torlótárcsát/lemezt/billenőlapot tartalmaz (20. ábra).

A torlóidomot az áramló levegő spiálrugó ellenében nyitni igyekszik, növelve az áramlási keresztmetszetet. A torlóidom tengelye egy ellenálláslánc módosított karakterisztikájú, integrált vékonyréteg-potenciométer csúszkáját mozgatja (21. ábra). A potenciométerről nyerhető leosztott feszültség nagysága arányos az átáramló légmennyiség értékével. A torlóidom részét képezi egy vele együtt mozgó, második (csillapító) lemez is, de ez a szerkezet belső részében, egy félig zárt kamrában, elrejtve mozog. Ezen második lemez dugattyúként működik, szerepe a torlóidom mozgásának, kiterésének pneumatikus csillapítása. Gázadáskor a torlóidom a szívás hatására nyitja a beszívótorkot és a menedzsment a potenciométerről nyert feszültség alapján számítja ki az adott térfogatú levegőhöz tartozó üzemanyag-mennyiséget. Az alapjáratú légmennyiség egy szűk megkerülővezetéken keresztül halad tovább, és a torlóidom ekkor zárt. Ebben a munkaponti helyzetben a menedzsment az alapjáratához tartozó üzemanyag-mennyiséget szállítja, a kipufogógáz összetétele alapján korrigálva azt.

Hirtelen gázadáskor a torlóidom (billenőlap) a pneumatikus csillapítás ellenére kissé túllendül, ami kedvezően hat a gyorsításra. A keverék ugyanis az



22. ábra



23. ábra

átmenetileg magasabb potenciométer-feszültség folytán rövid időre feldúsul, majd ezt követően természetesen beáll a szabályozott üzemi helyzet. A jelenség egyrészt teljesen analóg a mutató műszereknél ismert mutató-túllendüléssel, másrészt ez a hatás pótolja a porlasztóknál alkalmazott gyorsító-szerkezetet (-dugattyút és -fúvókát).

Még a korai, tisztán mechanikus kivitelű légmennyiségmérők (Bosch K-Jetronic) működésének optimalizálása során kiderült, hogy a különféle üzemi állapotok egymástól eltérő üzemi karakterisztikákat igényelnének. Így az egyszerű, egyenes tölcser alakú mérőcsövek helyett a teljes lökettartományt részre osztották és a tölcsertest oldalmeredekségét lépcsőzetesre változtatták. A szabályozás meredekségét egyrésztől az alapjárat, másrésztől a teljes terhelés tartományában megnövelték.

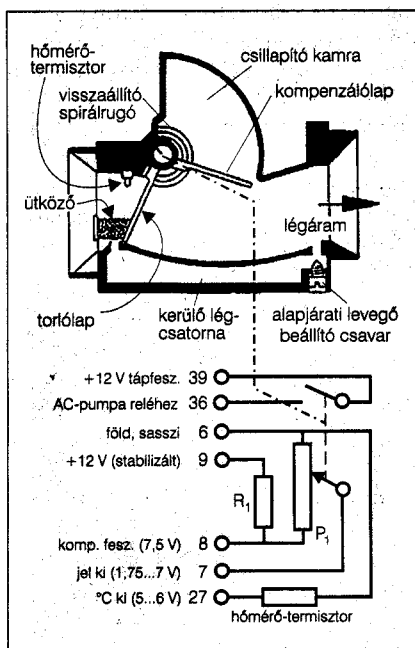
Az elektronikus letapogatású, íves kialakítású, lineáris csőrendszerű légmennyiségmérők (20–21. ábra) esetében a jellemző karakterisztika akár motortípusonként is, vagy tuning során tetszés szerinti módon alakítható. Az ellenálláspálya több megcsapolására külső – ugyanerre az lapkára integrált – jusztfrozó ellenállások csatlakoznak,

törtvonalas, a szögelfordulással nemlineáris összefüggésű feszültségosztást eredményezve. Egy szétszedett Bosch légmennyiségmérőben láttunk, hogy a a potenciométert  $50 \times 25$  mm-es vékonyréteg-IC kerámialapkára készítették. Az ellenálláspálya tíz megcsapolására integrált ellenállásháló csatlakozott, s ennek segítségével állították be a – lineáris karakterisztikájú – vékonyréteg potenciométer eredő, törtvonalas nemlineáris karakterisztikáját. Megfigyelhető továbbá az is, hogy az öntött mérőház (vél pályája sem minden esetben tisztán íves, az gyakorta töréssel is rendelkezik).

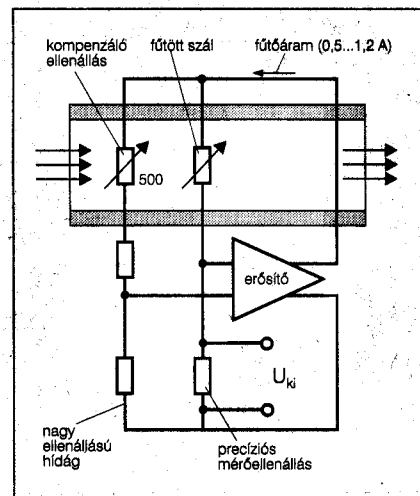
Ezen felül a légmennyiségmérő tartalmazza a beszívott levegő hőmérsékletét mérő, a légútba felül benyúló érzékelőt (pl. gyöngytermisztort) is, amely az alkalmazások túlnyomó részében NTC, kis részben pedig PTC típusú (18. ábra).

### Légtömeg-mérő

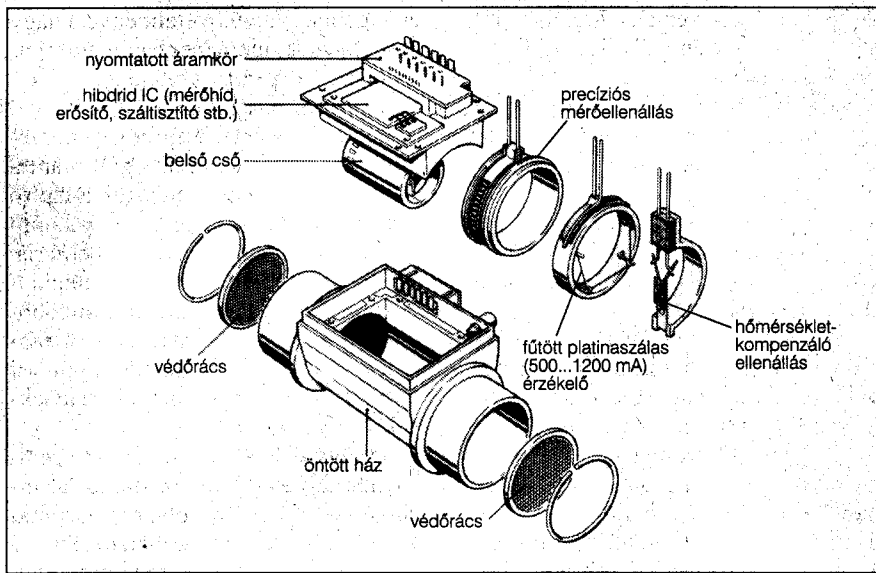
A mérési pontosság fokozható. Miután az üzemanyag-levegő keverék számunkra lényeges tulajdonsága – a kémiai reakció jellegzetességei szerint – az égisben résztvevő anyagok tömegére vonatkozik, kézenfekvő, hogy a beszívott levegő térfogati mennyisége helyett annak tömegét kell mérnünk. A légtömegmérő felépítése jóval korszerűbb, mint a légmennyiségmérőé. Nem tartalmaz mozgó, előregedő, idővel elhasználódó, esetenként kontakthibát okozó alkatrészeket. Az Európában használatos légtömeg-mérők leginkább hődrótos/hőfilmes kivitelűek (22. ábra). Ebben egy kb.  $100^\circ\text{C}$ -ra



21. ábra



24. ábra



25. ábra

fűtött, 70  $\mu\text{m}$  átmérőjű platinahuzal (Bosch) képezi az érzékelőelemet (23. ábra). Az ellenállás egy Wheatstone-híd részét képezi és a kapcsolatos elektronika a fűtés változtatásával mindenkor a híd kiegyenlített állapotát igyekszik beállítani. A fűtóáram – egy precíziós ellenálláson – a légtömegárammal arányos feszültséget képez és nagyjából 2 másodpercen belül reagál a beszívott légtömeg mennyiségi változására. A szabályozó kimeneti jele a típusától függően lehet analóg vagy digitális.

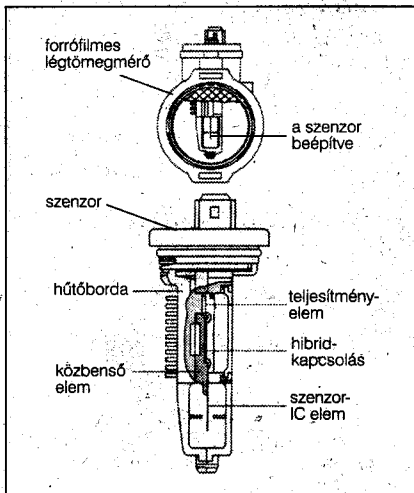
Az analóg mérőkapcsolás vázlatos felépítését a 24. ábra mutatja, míg a légtömegmérő robbantott rajzát a 25. ábrán szemlélhetjük meg. A légtömegmérőben a levegő hőmérsékletváltozásának kompenzálásához a beépített hőfokérzékelő jele szolgál. A plati-

naszálra ráakódó szennyeződések okozta mérési hibák kiküszöbölése céljából a szálát a motor leállítását után egy másodpercre magas hőmérsékletre hevítik. Ekkor a lerakódott szennyeződések leválik vagy elgőzölg.

A forrófilmes légtömegmérő esetében (26. ábra) a fűtött elem egy platinafilm-ellenállás (a „fűtő”), amelyet a hídkapcsolás többi elemével együtt egy kerámia szubsztrátra szereltek (27. ábra). A „fűtő” hőmérsékletét egy hőfokfüggő ellenállás („áramlásmennyiségmérő”) méri. A fűtőt és a levegő hőfokérzékelőjét természetesen bordaágy választja el egymástól. A „fűtőn” megjelenő feszültség arányos a légtömegárammal, amely jelet a légtömegmérőbe épített (analóg vagy digitális) elektronika dolgozza fel. A szenzor ilyen kivitele nem kényes a szennyeződésre.

A japán konstruktőrök gyakran alkalmazzák légtömegmérésre a Kármán-Vortex típusú örvényszondát. Ezen szonda esetében a mérőszelencében mesterségesen létrehozott Kármán-féle örvények frekvenciája képezi az érzékelés alapját. Az örvényfrekvenciát egy fémtűkőr vibrációja segítségével érzékelik. Optikai detektálás és megfelelő jelátalakítás után vezetik a jelet a menedzsmenethez.

(Az örvények frekvenciája és az áramló közeg mennyisége közötti összefüggéseket hazánkban Kármán Tódor vizsgálta és írta le néhány évtizede a hangsebesség körüli és az annál gyorsabb repülés problémáinak tanulmányozása során. A mindennapi életben jól megfigyelhető a Kármán-féle



26. ábra

leváló örvénysorozat például a hídpil-léreknél!)

## Szívócsőnyomás-érzékelő

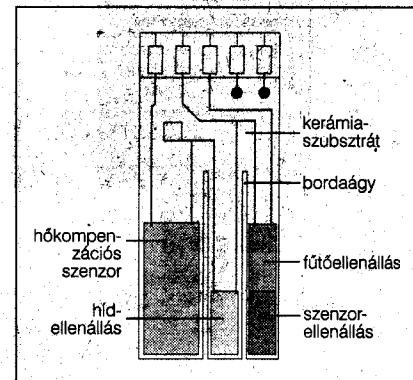
Speciális szenzor, amely pneumatikusan összeköttetésben van a szívócsővel és az ott levő abszolút nyomást érzékeli. Kivitele szerint lehet a vezérlőegység dobozába beépített, vagy a szívócsőre, annak közelében rögzített vagy magába a szívócsőbe beépített típus. Amennyiben a szívócsőtől függetlenül építik be, a szívócső légtéréhez vákuomtömélővel csatlakoztatják, s így a menedzsmenethez nem csupán villamos csatlakozás vezethet, hanem a vákuomtömélő is. A 28. ábra felső részén a menedzsmenethez beépíthető típusú szenzor látható.

Az érzékelő szerkezetileg két kamrára oszlik. Az egyik kamra, amelynek képe a 28. ábra alsó részén látható, maga a rugalmas nyomáscella, membránnal és azon két piezorezisztív szenzorelemmel, a másik kamra pedig a kapcsolatos elektronika elhelyezésére szolgál.

A harang alakú vastagréteg-membrán szenzorelem adott nyomású referenciakamrát foglal magában. A szívócsőnyomás nagyságától függően a membrán különböző mértékben domborodik, tér ki. A piezo szenzorelemek vezetőképessége a mechanikai feszültség hatására megváltozik. A szenzorelemlenállások hídkapcsolást alkotnak, amely híd kimeneti feszültsége összefüggésben van a szívócsőnyomással. A kapcsolatos elektronika pedig elvégzi a CPU számára szükséges jelátalakítást.

## Hőmérsékletmérők

A motor hőmérsékletét egy félvezető NTC ellenállást tartalmazó, menetes



27. ábra

patron segítségével méri, amelyet a motor hőmérsékletére jellemző helyen kialakított furatban rögzítenek.

A beszívott levegő hőmérsékletét hasonlóképpen NTC félvezetővel méri, tipikusan a légmennyiségmérőben, ahol a gyors reagálásra a sebes légáramlatba helyezett, gyöngy kivitelű eszköz gondoskodik (18. ábra).

Mindkét változó ellenállást – jellemzően feszültségosztó kapcsolásban – a központi egység méri, általában A/D átalakítók segítségével.

Ezek az eszközök többnyire nem azonosak az utazási komfortot növelő, gyakorta fedélzeti komputernek is nevezett, „utazási adatok számítógépe” külső és belső hőmérsékletmérő, *kénelmi* tartozékaival.

## Üzemanyag-ellátás

A befecskendezéses üzemanyag-ellátás sarkalatos problémája a tápnyomás előrt és állandó értéke. Az injektorok által szállított mennyiség szabályozása kizárólag a befecskendezési idő segítségével lehetséges, így a *kezdeti*, a *stabil* és a *nyomáslengésektől mentes*, konstans tápnyomás létfontosságú.

## Üzemanyag-szivattyú

Kompakt egység, amelyet kezdetben az üzemanyagtartály és az üzemanyag-szűrő között, az üzemanyag-vezeték-

ben („inline”) helyezték el, rendszerint a gépkocsiszekrény alsó részén. Az utóbbi években az üzemanyag-szivattyút már az üzemanyag-tartályba („intank”) építik be, egy speciális tartó segítségével. Ez tartalmazza a szívóoldali üzemanyagszűrőt, a szintjelzőt, egy kisebb edényt a tartalék üzemanyag számára, továbbá a csatlakozásokat (üzemanyag ki- és visszafolyó cső, kábeldugaszok).

Szerepe az üzemanyag felszívása és továbbítása a fínomszűrőn keresztül az üzemanyagellátó (befecskendező) egységhez. Az üzemanyag-rendszerben az állandó nyomásról a *nyomás-szabályozó* és a *nyomástároló* gondoskodik. A szivattyú a gyújtás rákapcsolása után azonnal indul. Biztonsági áramkör gondoskodik arról, hogy bekapcsolt gyújtással, de álló motornál (pl. balesetnél) a szivattyú áramot ne kapjon.

Az üzemanyag-szivattyú voltaképp két fő részből áll. Az üzemanyag továbbításáról pl. görgős–cellás (29. ábra), illetve egy- vagy kétfokozatú oldalcsatornás, kerületi csatornás, belső fogazású fogaskerék-, vagy lapátkoszorús stb. *szivattyú* gondoskodik, amelyet a vele egybeépített állandómágneses gerjesztésű, kommutátoros forgórészű *vilamos motor* hajt.

A motor hűtéséről maga az *üzemanyag(!)* gondoskodik, ugyanis a benzin átáramlik magán a motoron is. Robbanásveszély azért nem áll fenn, mert a szivattyúházban nincs gyúlékony keverék.

A *görgőcellás* szivattyú (29.b ábra) esetén a szivattyúházban excentrikusan elhelyezett forgótárcsa kerületén levő hornyokban fémgörgők vannak, amelyeket a centrifugális erő a szivattyúház falához szorít. Ezek a görgők szolgáltatják a tömítést. Az üzemanyagot a görgők által határolt üregek szállítják. A túl nagy nyomás kialakulását határolószelep, a visszaráramlást visszacsapószelep akadályozza meg.

A különféle szivattyúk fejlesztése állandóan napirenden van.

## Nyomásszabályozó, -tároló

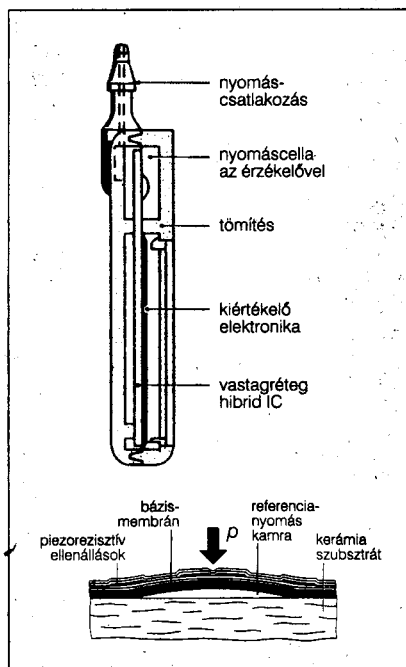
A tápszivattyú fölös mennyiségben szállít üzemanyagot a befecskendező rendszer számára. Az így kialakuló nyomásviszonyok egyrészt a tápszivattyú jellemzőitől, másrészt a környezeti (pl. légköri) nyomásviszonyoktól függenek. A befecskendezéses üzem-

anyagellátás alapkövetelménye a nagy mértékben állandó, meghatározott (jellemzően 100 kPa) értékű tápnyomás.

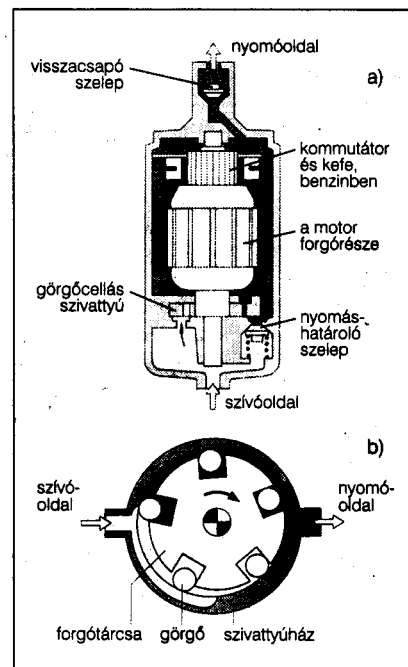
A nyomásszabályozó két kamráját egy rugóterhelésű gumiszövet-membrán két részre osztja: az egyik kamra szellőzőnyílásokon keresztül a külső térhez csatlakozik, míg a másik kamra üzemanyaggal töltődik fel. A membrán a nyomás függvényében egy szeleplapka útján a szivattyú által szállított többlet mennyiséget visszaengedi a táprendszerbe, ezáltal állandó nyomást tartva fenn a befecskendező szelepeknél.

A motor leállítása során az üzemanyagszállítás is befejeződik, de az ellátó rendszerbe több helyen is beépített visszacsapószelepek következtében a rendszerben a nyomás még egy adott ideig fennmarad. Ez meggátolja, hogy a felmelegedett motor által leadott hő következtében a rendszerben buborékok képződjenek. Ezáltal a *meleg motor is jól indítható* lesz, elkerülve a korábbi évjáratoknál jól ismert, a kánikulai időszakban fellépő nehézségeket.

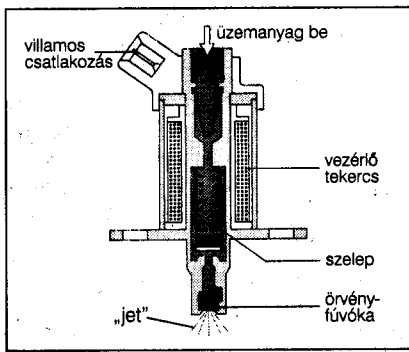
A befecskendezőszelepek ütemes kódése és egyes üzemanyag-szivattyúknál az üzemanyag ütemes kilökdése az üzemanyag-nyomás lengéseit okozza. Ez zajt kelt, amely átadódhat a karosszériának is. Ezen lengések csökkentésére a nyomásszabályozóhoz hasonló felépítésű *nyomáslengés-csillapító* is gyakorta beépítenek a benzinel-



28. ábra



29. ábra



30. ábra

lító rendszerbe. Miután az eszköz a motor leállítását követően is tárolja a rendszernyomást, ismertebb neve: *nyomástároló*.

### Hidegindító szelep

A motor hőmérsékletétől függetlenül, a motorindítás alatt – korlátozott időtartamra – kiegészítő üzemanyag mennyiséget fecskendez a motorba (szívócsőbe). A szelep bekapcsolási idejét a *hő-idejű kapcsoló* korlátozza, a motor hőmérsékletének függvényében.

A szelep elektromágneses működtetésű (30. ábra). A szelep zárótestét nyugalmi állapotban rugó szorítja a tömítéshez. Ha az elektromágneset gerjesztjük, a szeleptest felemelkedik és szabaddá teszi az üzemanyag áramlását. Az üzemanyag így a fúvókarészbe jut, ahol megperdül és igen finomra porlaszva kerül a szívócsőbe. A keverék tehát átmenetileg dúsul, a hidegindítás könnyebb lesz. A legmodernebb menedzsmentek ezt az üzemiállapotot *programból* képesek kezelni, így a hidegindító-szelepet újabb konstrukciókban már nem alkalmazzák.

### Befecskendező-szelep

Hasonlatos a hidegindító szelephez, de szerepe és elhelyezése attól lényegesen eltérő. Konstrukciója igen változatos. Feladata az üzemanyag bejuttatása a motorba. Közös keverékszatornába vagy közvetlenül a hengerekbe irányítja a fecskendező üzemanyagot.

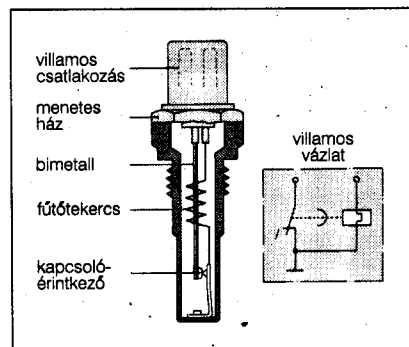
A befecskendezés rendszere lehet állandó (pl. *Bosch K-Jetronic*), vagy hengerenként külön-külön vezérelt (pl. *Bosch Motronic M2.10.3*), továbbá csoportosan vezérelt (Banked, simultaneous injection, pl. *Bosch Motronic M1.7*). Ez utóbbi esetben számos variációt ismerünk (13. ábra).

A hengerenkénti befecskendezés esetében is több megoldás létezik. A *szimultán befecskendezés* esetén valamennyi injektor vagy azok egy-egy csoportja az adott henger dugattyúállásától függetlenül, *egyidejűleg* nyílik és záródik (általában minden 180°-os forgattyústengely-elfordulást követően). Ennek megfelelően az egyes injektorok vezérlőtekercsei párhuzamos kapcsolatban csatlakoznak a vezérlőelektronikára.

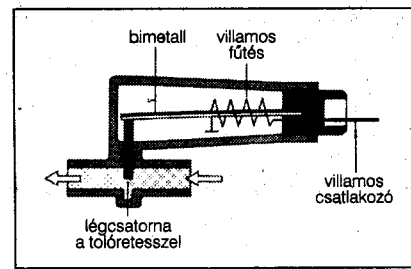
A *szekvenciális befecskendezés* során az egyes injektorok nyitása-zárása az adott henger dugattyúmozgásához igazodik. A nyitási idő a szívási ütemet megelőző pillanatokra esik. Azonosító jeladóként az elosztófejben vagy a vezérműtengelynél elhelyezett Hall-generátort vagy induktív jeladót alkalmaznak.

A szelepvezérlés megoldása kétféle lehet. A *hagyományos* (standard injection) megoldás során a szelep a vezérlőjel hatására nyit, ennek hiányában zár. Az *áramszabályozott* vagy *impulzusmodulált* típusú vezérlés során a szelep speciális, folyamatos vezérlőjelsorozatot kap. A szelep nyitása egy, az átlagosnál erősebb, kb. 1 ms hosszúságú áramimpulzusra történik meg, majd a szelep nyitva tartásához a továbbiakban már egy kisebb kitöltési tényezőjű áramimpulzus-sorozat is elegendő. Ennek erőssége akkora, hogy két impulzus között a szelep még épp nem tud bezáródni, de az ennek során szükséges áram jóval kevesebb, mint ami a szelep nyitásához volt szükséges.

Számos konstrukciós megoldás létezik. A befecskendezőszelep általában házból és szelepcsoportból áll. A szelepház tartalmazza a mágnesetekercset és az elektromos csatlakozót. A szelepcsoport szeleptestből, a benne elhelyezkedő szeleptütből és ráhelyezett mágneses mozgórészéből áll. Ha a te-



31. ábra



32. ábra

kercsben nem folyik áram, akkor egy spirálrugó a rendszernyomás segítségével a szeleptütből a szeleptütre nyomja. Ha a tekercset gerjesztik, akkor a tű – a szelep kivitelétől függően – kb. 0,06 mm-re felemelkedik az üléről. Ekkor az üzemanyag egy gyűrűs hézagon keresztül ki tud lövellni. A szeleptü elülső végén található porlasztócsap gondoskodik az üzemanyag kiváló porlasztásáról.

Az injektor statikus és dinamikus befecskendezési mennyiségei között valamelyes eltérés tapasztalható. Az eltérés a szeleprugótól, a szeleptü tömegétől, a mágneskörtől és a vezérlő végfokozat villamos adataitól függ. Ettől eltekintve a befecskendezett üzemanyag mennyisége kizárólag a befecskendezési időtartamtól függ. Az injektor tehetetlenségének kicsinek, válaszidejének nagyon rövidnek kell lennie. Ennek érdekében a mágneskört nagy gondjal optimalizálják és a mágneses mozgórészt, valamint a szeleptüben igen csekély tömegűre készítik, hogy a meghúzási és elengedési idők 1 ezredmásodperc alattiakra adódjanak. Ily módon még a legkisebb mennyiségű üzemanyag adagolása is kellő pontosságú lesz.

### Hő-idejű kapcsoló

Amint a neve is mutatja, egy olyan villamos fűtésű bimetall kapcsoló, amely a hőmérséklettől függően egy kapcsolót nyit vagy zár. A bimetall egy üreges csavarban van elhelyezve (31. ábra), amelyet a motor hőmérsékletére jellemző helyen rögzítettek. Szerepe a hidegindító szelep bekapcsolási időtartamának meghatározása.

Mivel a bimetall saját villamos fűtéssel rendelkezik, a kapcsolási időtartam függ egyrészt a felfűtési időtől. Másrészt viszont a motor is melegíti a bimetallt, tehát a kapcsolási idő függ a környezeti-, azaz motorhőmérséklettől is. Hidegindításnál a kapcsolási időtar-

tam elsősorban a saját fűtéstől függ, például  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletnél tipikusan 8 másodperc után kapcsol ki. Üzemmeleg motornál a motorra rögzített bimetal annyira fel van melegedve, hogy ez állandóan nyitva tartja a kapcsolót, tehát meleg motornál nem történik többletüzemanyag-adagolás.

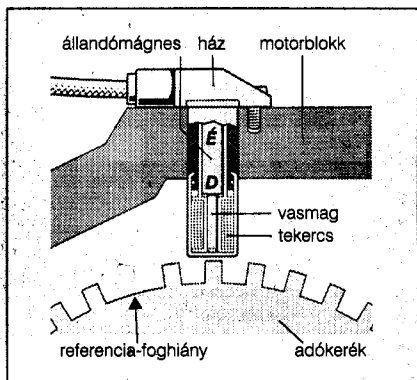
### Pótlevegő-retesz

A motor indítása után, a felmelegedése során a kenőolaj még hideg, a súrlódási ellenállások nagyobbak, így alapjáratban ezeket járulékos megoldással le kell győzni. Erre a célra szolgált kezdetben a pótlevegő-retesz (32. ábra), amelyet a fojtószelepet megkerülő vezetékbe iktatnak. A megkerülő vezeték keresztül a hideg motor alapjáratban kissé több levegőt kap, amelyet a légmennyiségmérő belemér az eredeti értéke és a menedzsment az üzemanyag-adagolás kiszámításánál figyelembe is veszi.

A pótlevegő-retesz egy kis felületű áramlási keresztmetszetet szabályoz, amelyet egy fűtött bimetal működtet a megkerülő-vezetékben. Felszerelési helye olyan, hogy átveszi a motor hőmérsékletét. Átbocsátó keresztmetszete hideg állapotban a legnagyobb, majd egyrészt a villamos fűtés, másrészt a motorhőmérséklet emelkedése folytán fokozatosan zár. Meleg motornál a pótlevegő-retesz már nem lép működésbe. A korszerűbb menedzsmenteknél alapjárat-állító szelepet (ún. alapjárat motort) alkalmaznak.

### Forgattyúszög-jeladó

Induktív jeladó, amely a forgattyústengely szöghelyzetéről tájékoztatja a menedzsmentet. Beépítési helye általában a lendkerék vagy a forgattyús tengely



32. ábra

közvetlen közelében van. Felépítését tekintve egy jelentős menetszámú tekercs, erős állandómágnes maggal, a környezeti hatások (pl. olaj, üzemanyag stb.) ellen védelmet adó tokozással, hőálló kivitelben (33. ábra).

A mozgó/forgó alkatrészen (pl. lendkeréken) a körben kiálló lágyvas elemek (általában csapok, ritkábban fogak, hornyok) elhaladnak az érzékelő homlokfelülete mellett, és annak mágneses terét megváltoztatva periodikus, jelentős nagyságú (néhány V-os) jelet generálnak a tekercselésben.

A mozgó/forgó alkatrészen szokásos a csapok (jellemző kiálló elemek) egymástól 10 szögfokra való elhelyezése, így 1 fordulat alatt 36 csap halad el a jeladó előtt. A pontos tengelyhelyzet érzékelését a felső vagy alsó holtpontnál kihagyott vagy ritmusban, távolságban eltolt csapok teszik lehetővé. Ez minden egyes fordulaton belül jellemző ritmusváltozást okoz, így fordulatszám-jeladóként is használható a szögadó, megfelelő elektronikai háttér mellett. Korábban még két érzékelőt használtak, az egyik a forgattyústengely pillanatnyi szöghelyzetének, a másik a tengely fordulatszámának az azonosítására szolgált.

Az újabb szabályozási rendszerek a korábrinál pontosabb szögérzékelést igényelnek. Ilyen megoldás során a forgattyústengelyen ferromágneses kerék található, például 60 foghellyel, amelyekből kettőt kihagynak. A szenzor működése azonos a már tárgyalttal. A központi egység a kapott jelből négy-szögjel szekvenciát állít elő, mert a gyújtásszöveget a vezérlés során jóval kisebb lépcsőkben kell kiadni. Így a két fogközhöz tartozó időtartamot – frekvenciátöbbszörözéssel – négy részre alásztja. A foghiányt pedig az 1. henger meghatározott forgattyústengelyhelyzeteként (dugattyúhelyzeteként) azonosítja. A kapott megoldás lehetővé teszi, hogy a gyújtásszöveget rendkívül finoman, 0,75 fokoskénti lépcsőkben lehessen beállítani.

### Vezérműtengely-helyzet jeladó

A vezérműtengely (bütyköstengely) vezérli a motor szívó és kipufogószelepeit. Fordulatszáma a forgattyústengelyének pontosan a fele. Ha a motor hagyományos kivitelű gyújtáselosztóval (elosztófejjel) rendelkezik, az elosztó gondoskodik a szikra megfelelő hengerbe juttatásáról. Az elosztófej

tengelye általában mechanikus kapcsolatban van a vezérműtengellyel, így ugyanakkora fordulatszámmal forog.

Az újabb menedzsmentek már önmagukban tartalmazzák az elektronikus gyújtáselosztást, amelyhez gyakorta társul a gyertyánkénti külön gyújtótrafó, így a teljes elosztófej konstrukció – összes szerepét elveszítvén – egyszerűen elmarad! A vezérműtengely helyzetének azonosítására viszont szükség van azért, hogy a megfelelő gyertya gyújtótrafójára jusson a gyújtószikra. Ennek érdekében a vezérműtengely forgó blendét tartalmaz, amely Hall-érzékelőt vezérel a tengelyhelyzet azonosítása céljából.

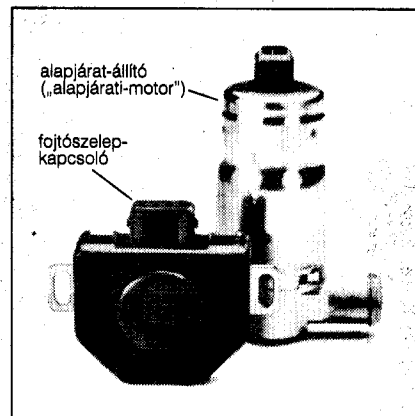
### Fojtószelep-kapcsoló

A fojtószelep két véghelyzetéről (alapjárat, ill. teljes gáz) ad tájékoztatást a menedzsment számára a fojtószeleppel közösített tengelyű, tokozott, védett kapcsoló (34. ábra).

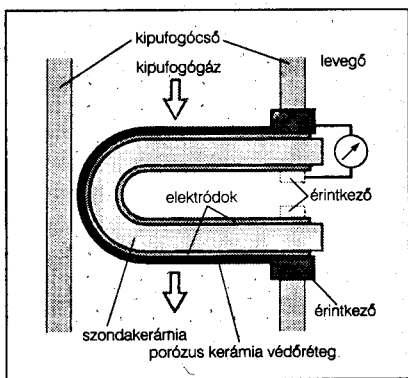
### Alapjárat-motor (-szelep)

Ismeretes, hogy a motor alapjáratát számtalan külső/belső körülmény befolyásolhatja. Ennek olyan következménye is lehet, hogy a motor ismételtlen leáll, különösen hideg időben, az indítást követően. Az alapjáratot ezért a konstruktőrök különféle módszerekkel szabályozni igyekeznek.

Az egyik megoldás a kartergázok alapjárat-állítóval szabályozott visszavezetésén alapszik. Ennek során a szívótorokba az ún. „alapjárat-motorral” (34. ábra), egy szabályozott szelepen keresztül visszajuttatják a mindig valamelyes túlnyomással rendelkező kartergázok egy hányadát. A beavatkozószerv egy állandómágnes terében –



34. ábra



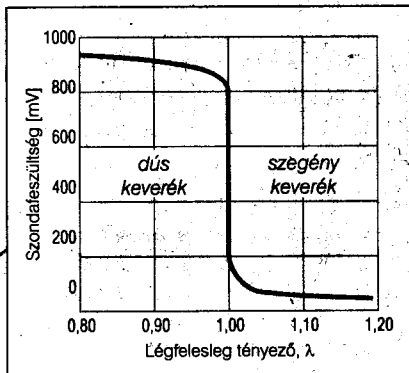
35. ábra

erős spirálrugó ellenében, nagyjából negyedfordulatnyit – elfordul 12 V-os tekercs. Ennek a tengelyére rögzítettek – szelep-zárótestként – egy elforduló hengerpalást-szegmest, amelyet a „motor” a vezérlőfeszültség mértékében nyit–zár.

A másik szokásos megoldásnál léptetőmotort használnak, s ezzel nem a kartergázokat szabályozzák, hanem a fojtószelep finomvezérlése, csekély mozgatása, nyitása–zárása történik, az alapjárat körüli üzemi állapotban. Ezáltal elkerülhetők az alapjárat-motor kartergáz-eredetű beszennyeződése okozta problémák.

### Lambda-szonda

Oxigén-érzékelő, amely tájékoztató jelet ad a vezérlőegység számára a kipufogógáz pillanatnyi összetételéről. Lényege egy kúpos, speciális – többnyire cirkónium-oxid alapú – kerámiatest (35. ábra), amelynek a felülete gázáteresztő platinaelektródokkal van ellátva. A működése azon alapul, hogy a kerámia porózus anyaga 350 °C felett – szilárd elektrolitként – lehetővé teszi a levegő oxigénjének diffúzióját, tovább-

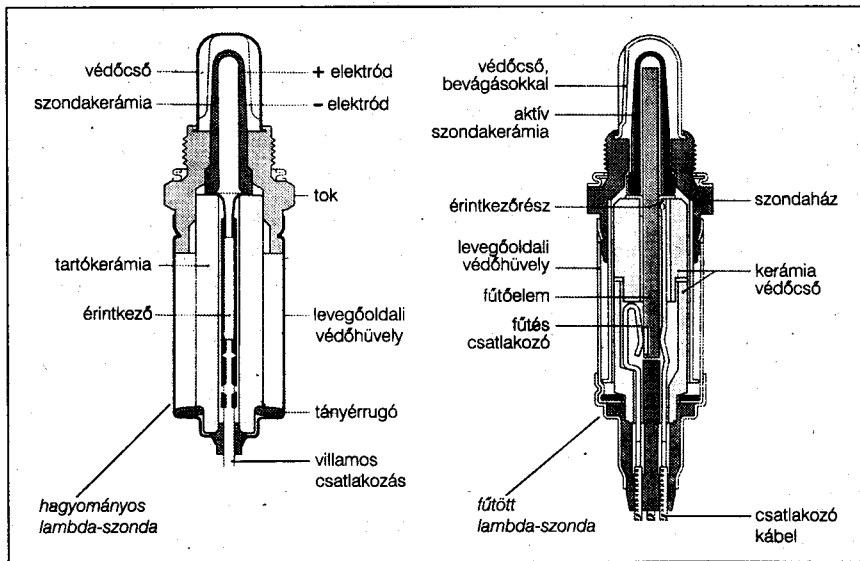


36. ábra

bá villamosan vezetővé válik. Ha az oxigéntartalom az elektród két oldalán különböző, akkor az elektródon villamos feszültség lép fel. Optimális (sztöchiometrikus) levegő–üzemanyag keverék esetén,  $\lambda = 1$  értéknél, vagyis amikor a kipufogógázban a légfesleg miatt a maradék oxigén már megjelenik, ugrásfüggvény adódik (36. ábra), s ez a feszültség képezi a mérőjelet.

A hagyományos kivételnél a szondakerámiát egy becsavarható tok tartalmazza, és védőcsővel, valamint villamos csatlakozókkal készül (37. ábra). A kerámia felületén mikroporózus platinaréteg van, amely egyrészt katalitikus hatása által a karakterisztikát döntően befolyásolja, másrészt érintkezőként is szolgál. A kipufogógáz felőli oldalon – a platinaréteg felett – egy szilárdan tapadó, nagy porozitású kerámiaréteg védi az elektródát az égéstermékek eróziós hatásától. Az érzékelő benyúlik a kipufogógáz-áramba úgy, hogy az elektród külső oldalát a gáz körülöblíti. Az érzékelő belső oldala a külső levegővel van összeköttetésben a levegőoldali, szellőzőfurattal ellátott, fém védőhüvelyen keresztül. A kipufogógáz felőli oldal a védőcsőve többszörösén részelt és így alaposan átszellőzik, megakadályozva az égésgázok és a lebegő szilárd részecskék lecsapódását.

A fűtött lambda-szonda előnye az, hogy alacsonyabb kipufogógáz-hőmérsékletnél is biztosan működik a keverékszabályozás, például alapjáratban is, továbbá kisebb a működés függése a kipufogógáz-hőmérséklet ingadozásától.



37. ábra

A szonda jelfeszültsége és belső ellenállása a hőmérséklettől függ. Biztos szabályozás csak magasabb hőmérsékleten lehetséges, így a szondát ma már egyre gyakrabban fűtik. Fűtetlen szondánál csak 350 °C felett, míg fűtött szondánál már 200 °C felett lehetséges a megfelelő szabályozás, a szonda ezen érték felett ad kiértékelhető jelet. Az aktív szondakerámiát belülről egy kerámiás fűtőelem fűti úgy, hogy az a kipufogógáz hőmérsékletétől függetlenül a 350 °C működési határérték felett maradjon.

A fűtött szonda felépítése (37. ábra) messzemenően hasonlít a fűtetlenre, az eltérést a kerámiás fűtőelem (és csatlakoztatása) jelenti. Ezen felül a fűtött szondában található egy csökkentett átteresztőnyílású védőcső is, amely megakadályozza a szonda lehűlését a hideg kipufogógáz esetén.

A lambda-szonda és alkalmas szabályozókör segítségével kiváló lehetőség nyílt egy meghatározott levegő–üzemanyag keverékarány felismerésére és javítására, a kipufogógázban levő maradék oxigéntartalom mérése által. Ez ugyanis a motorba bevezetett levegő–üzemanyag keverék minőségére utaló egyik érték. A szonda jele alapján a keverékelőkészítés, adagolás folyamata szabályozható úgy, hogy a levegő–üzemanyag arány mindenkor  $\lambda = 1,00$ -nek megfelelő legyen. A szonda-feszültség tehát egyfajta korrigáló jelként szerepel.

A jól működő szabályozás arról ismerhető fel, hogy a szonda feszültsége állandóan változik a minimális és a ma-

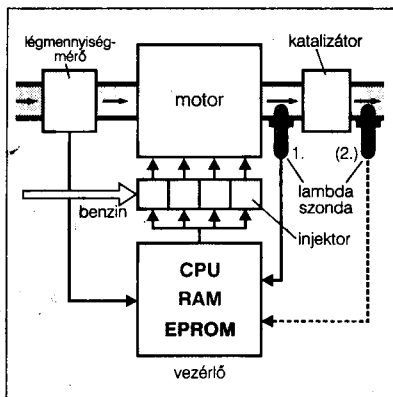


ximális értéke között, azaz közel szimmetrikus négyszögjel alakú. A keletkező feszültség kb. 1 Hz frekvenciájú, a 0,1 V-os és a 1,0 V-os szint között változik.

A lambda-szonda segítségével olyan pontosan szabályozható a motor üze, az üzemanyag-adagolás, hogy a terheléstől és a fordulatszámától függően minden üzemiállapotban a levegő-üzemanyag arány optimális lesz, sőt, ebben a motor gyártási pontossága és öregedése sem játszik semmiféle szerepet. Ez a folyamat és csaknem késedelemmentes motorerékbeállítás a feltétele annak, hogy a szonda után a kipufogócsőbe illesztett katalizátor a káros anyagokat jó hatásfokkal utókezelhesse. A lambda-szonda idővel előregszik és cserélni szorul.

Amíg a +350 °C szondahőmérsékletet el nem érjük, a szabályozás nem működik. A menedzsment ezért az indításhoz közeli időtartományban egy közepes  $\lambda$  értéket állít be és a hidegindító szerkezettel vagy programból(!) gondoskodik a keverék dúsításáról.

Gyorsításnál és teljes terhelésnél szükség lehet a  $\lambda = 1,00$  értéktől eltérő levegő-üzemanyag keverék beállítására. A menedzsment alapállapota a zárt szabályozási hurok, amely a lambda-szonda segítségével volt létrehozható. Ettől a zárt szabályozási huroktól eltérő üzemiállapotok is fellépnek a motor üzemvitelében. Mind a gyorsítás, mind a teljes terhelés mellett a menedzsment a keveréket dúsítja, az üzemanyag-adagolást az ellenőrzött szabályozásról vezérlésre átkapcsolva (nyílt szabályozási hurok!). A gyorsítási vagy teljes terhelési szakasz után a vezérlésről a menedzsment visszakapcsol a szonda által ellenőrzött szabályozásra. A jelzett két üzemiállapotról



38. ábra

érzékelők adnak jelzést a menedzsment számára.

A szabályozás nem működik a beemelegítés során sem, továbbá a normál működés helyettesítő szükség-üzem-mód (LOS) során sem. Ezen üzemiállapotok során a menedzsment a szükségesnél/optimalisnál dúsabb keveréket állít be, megelőzve motor tétovázását, legyengülését, lefulladását.

A központi egység a lambda-szonda segítségével képes a különböző tengerszint feletti magasság-eltérések, azaz légnyomásváltozások kezelésére, a lambda-érték  $\pm 1\%$  pontosságú tartására. Ugyanekkor a menedzsment folyamatosan ellenőrzi is a szondát és megakadályozza, hogy a szabályozás – meghibásodás miatt – huzamosabb ideig valamelyik határhelyzetben maradjon. Ilyen esetben a rendszer szabályozásról vezérlésre kapcsol át és a motor – az EPROM-ból kiolvasott – közepes lambda-értékkel és egyéb segédadatokkal fog üzemelni.

A lambda-szabályozás – jellegeből következően – mindig már csak utólag képes beavatkozni, hiszen a kipufogógáz minőségéből következik a helyes levegő-üzemanyag arányra. Így a szabályozás mindig tartalmazni fogja a kipufogógáz átfutási idejével arányos időkést. Ezért a szabályozórendszerben tervezett („jósolt”) *elővezérlést* alkalmaznak, amelyet a tervezés és a próbapadi üzem alapján állapítanak meg. Az értékeket az EPROM tárolja. A jármű üzemideje alatt azonban felléphetnek olyan változások, amelyek a tárolt-hoz képest más elővezérlési időket kívánának. Ilyen akkor fordulhat elő, ha például más típusú üzemanyagot tankolunk, mint amire a szabályozás eleve fel volt készítve. Az elővezérlés szabályozója azonban felismeri és idővel megjegyzi, hogy állandóan korrigálnia kell a tárolt elővezérlési értéket, továbbá ismét és ismét ugyanazt a korrekciót kell végrehajtania. A korrigált értékeket a CPU beírja a RAM-ba is, amelynek áramellátása álló motornál is folyamatos. Így a következő indításnál már a korrigált elővezérlési értékkel, optimális lambda-tényezővel indulhat a motor.

Újabban a katalizátor után is beépítenek – egy második számú – lambda-szondát. Ez a szonda sokkal inkább védett a kipufogógázban levő szennyeződésektől, továbbá ez a szabályozási lehetőség szuperponálható az első szonda által nyújtott szabályozásra.

Pontosabb és időben stabilabb szabályozást kapunk.

A 38. ábrán a lambda-szabályozás egyszerűsített tömbvázlatát láthatjuk. A központi egység (a CPU) – elsődlegesen az EPROM adataira támaszkodva – a szívócsőben elhelyezett légmennyiségmérő egyenfeszültsége (vagy digitális adatai) alapján szelepevezérlő impulzusidőket állapít meg, amelyet a kipufogócsőben elhelyezett egy vagy két lambda-szonda feszültsége alapján korrigál. A végeredmény: optimális motor-hatásfok és minimalizált károsanyag-kibocsátás.

### Katalizátor

Valamely motor tulajdonságait három helyen lehet befolyásolni. Az első beavatkozási lehetőség a motor előtt, a keverékképzésnél, a második a motorral kapcsolatos intézkedéseknél (például optimális alakú égéstér kialakításával), a harmadik a motor kipufogójánál, a kipufogógáz utókezelésénél adódik.

A motor kipufogógázai között a nitrogén, a víz és a széndioxid mellett – a tökéletlen és későbbiekben – a környezetre kifejezetten káros összetevők is találhatók. A legnagyobb gondot a következő összetevők jelentik: szén-monoxid (CO), nitrogén-oxidok (főként NO és NO<sub>2</sub>), továbbá különféle rákkeltő szén-hidrogének (CH).

Katalizátoros utókezelés segítségével lehetőség van a káros összetevők katalitikus oxidálására. 1975-től az USA-ban már előírták az ún. *egyelemes oxidációs katalizátor* használatát, amely *légfelesleggel* működik és égés útján *vízgőzzé* alakítja a szénhidrogéneket és a szén-monoxidot. A nitrogén-oxid mennyisége ezen a módon nem csökkenthető.

A *kételelemes katalizátor* két darab, egymás után kapcsolt katalizátorból áll. Alkalmazása esetén a motort *dús keverékkel* kell üzemeltetni. A kipufogógáz először a redukciós, majd az oxidációs katalizátoron áramlik át. A két tag között levegőt fúvatnak be. Az első tagban a nitrogén-oxidok, a másodikban a szénhidrogének és a szén-monoxid alakul át. Előnye, hogy bármiféle szabályozás nélkül működik, hátránya, hogy a nitrogén-oxidok redukciója során ammónia (NH<sub>3</sub>) is keletkezik. Ezt a kivettelt főleg csak az USA-ban építik be, gyakorta lambda-szabályozással együtt.

A *háromcélú (háromutas) katalizátor* mind a három káros anyagot egy-

idejűleg lebontja. Felépítésére nézve kipufogódob jellegű konstrukció, amely a belsejében kerámia monolitot (csőköteget) tartalmaz. A csőköteg nemesfém-, leginkább platina- és ródium-bevonata gyorsítja a káros anyagok kémiai lebontását. A katalizátor helyes működésének alapfeltétele, hogy az üzemanyag-levegő keverék összetétele optimális,  $\lambda = 1,00$  legyen. Csak ennél a keverékképzésnél működik a katalizátor jó, mintegy 95%-os hatásfokkal, noha ez az érték a motor gyakorlati (forgalmi) üzeme szempontjából nem pontosan egyezik meg az optimálissal. Egy katalizátorban mintegy 2–3 gramm nemesfém van.

Legfontosabb tanulságként belátható, hogy a keverékképzés semmiféle vezérléssel nem tartható a megkívánt szűk határok között, mert ehhez közel tehetetlenségmentes, pontos szabályozásra van szükség. Ennek az az oka, hogy noha a keverékvezérlés a szükséges üzemanyag-mennyiséget számítja ki és adagolja, de nem ellenőrzi az eredményt! A keverékszabályozás viszont a lambda-szonda segítségével méri a kipufogógáz összetételét és a mérés eredményét felhasználja a számított üzemanyag-mennyiség korrigálásához. A károsanyag-kibocsátás pedig a szabályozás segítségével elhanyagolható mértékű lesz.

A háromutas katalizátor szabályozás nélkül a káros anyagok kibocsátását csupán mintegy a felére képes csökkenteni.

## Központi egység

A gyakorlatban csak néhány, jó hírű igen komoly hagyományokkal rendelkező autóelektronikai cégről derült ki, hogy valóban képes hosszú távon is kifogástalan módon üzemelő menedzsmentet, motorvezérlő számítógépet előállítani. A probléma ugyanis nagyon összetett, és a fejlesztőknek úgyszólván valamennyi, az elektronikában előforduló nehézséggel szembe kellett nézniük. Ezáltal az elektronika csak fokozatosan hódított teret az autóban. Néhány jellemző megoldás bemutatása segítségével áttekinthetjük azt az utat, amelyet a konstruktőröknek meg kellett tenniük.

## Mechanikus rendszer

A legkorábbi megoldásokban maga a komplett befecskendező rendszer tiszt-

tán mechanikai elemekből épült fel és az elektronika szerepe elsősorban a szükséges biztonságtechnikára korlátozódott. Jellegzetes, igen korai alaptípusa ennek a Bosch *K-Jetronic* benzinfecskendező rendszer.

A torlólemez légmennyiségmérő közvetlenül, mechanikai áttétel, emeltyű útján vezérli a befecskendező szelepet. A benzinelátó rendszer már tartalmazza a legfontosabb új elemeket: az elektromos üzemanyagszivattyút, a villamos hőmérsékletérzékelőket, a fűtött bimetallos pótlevegőreteszt stb. A fojtószelep állapotát az elektronika a fojtószelep-kapcsoló útján érzékeli (két végálláskapcsoló: „alapjárat” és „teljes gáz”). Noha a hidegindító szelep már villamos működtetésű, az 1 darab injektor vezérlése még nem, így a kipufogógáz szabályozott katalizátoros kezelése még nem lehetséges. A fedélzeti számítógép is csupán a legelemibb feladatok ellátására képes.

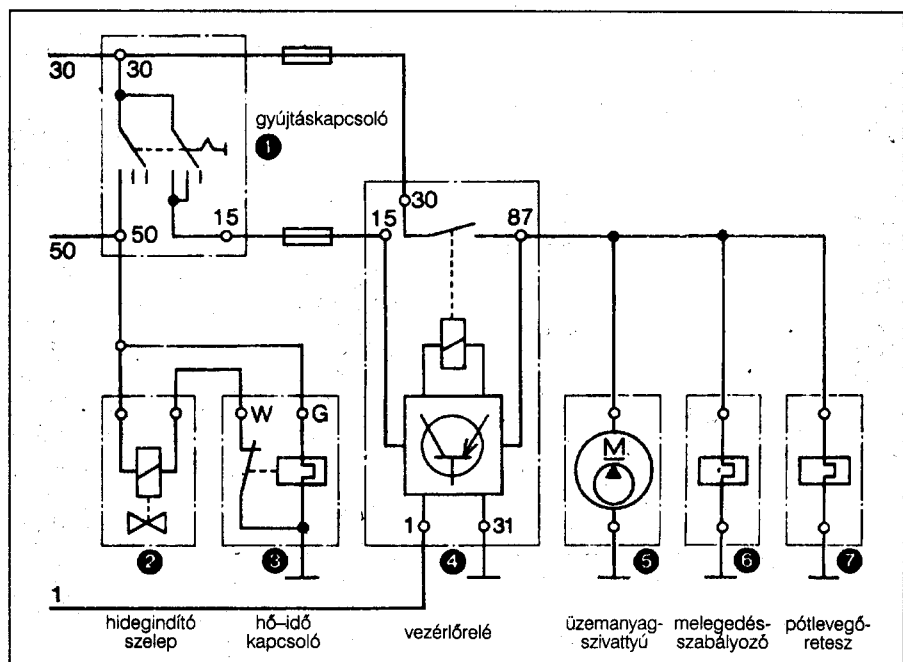
A legfontosabb biztonsági funkciót a vezérlőrelé útján látja el (39. ábra). Nyugalmi helyzetben a rendszer nem kap áramot. A gyújtás rákapcsolása (és indítózás) után a motor feltehetőleg megindul. Ha mégsem, a hő-ido kapcsoló 8...15 s után kikapcsolja a hidegindító injektort, hogy a motor ne szívja meg magát. Ha a motor már eleve melegebb 35 °C-nál, a hidegindító egyáltalán nem kap áramot. A hideg motor sikeres megindítása után (tartósan) bekapcsol a vezérlőrelé és mind-

addig bekapcsolva marad, amíg a motor jár. Ha a motor forogni kezd, a gyújtókeres „1” pontjára a menedzsmentből vezérlőimpulzusok érkeznek. Az impulzusokat a vezérlőrelé elektronikája kiértékeli, és az első impulzus után a relé bekapcsol, ezáltal a hidegindító-injektor, a hő-ido kapcsoló, az üzemanyagszivattyú és a melegedésszabályozó áram alá kerül. A vezérlőrelé mindaddig bekapcsolva marad, amíg a gyújtás be van kapcsolva és a motor jár.

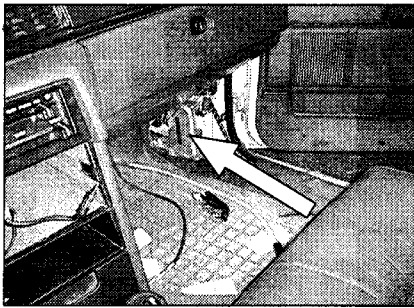
Normál üzemi helyzetben a pótlevegő-retesz és a melegedésszabályozó is áram alatt van. Ha a motor váratlanul, pl. baleset miatt leáll, de a gyújtás még be van kapcsolva, a gyújtókeres „1” pontja nem kap vezérlőimpulzust. A vezérlőrelé az utolsó impulzus után kb. 1 másodperccel kikapcsol, s ezáltal leáll az üzemanyagszivattyú is. A rendszer alapszintű felügyeletét egy meglehetősen egyszerű, túlnyomó részt analóg félvezető eszközöket tartalmazó menedzsment látja el.

## Mechanikus-elektronikus rendszer

Fejlettebb az a rendszer, ahol egyrészt a motorról jóval több adat áll rendelkezésre, továbbá ezek függvényében a befecskendező rendszert, az üzemanyag-mennyiséget elektromágneses szeleppel már villamos úton szabályozzák. Ez teszi lehetővé azt is, hogy a rendszert lambda-szondával kiegészít-



39. ábra



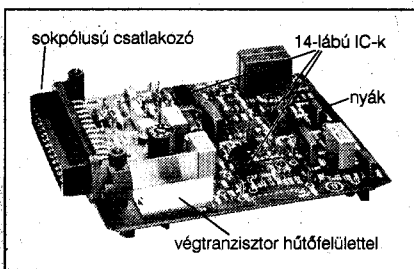
40. ábra

ve, szabályozott katalizátoros üzem jö-hessen létre. Tipikus példa erre a Bosch gyártmányú *KE-Jetronic* rendszer, amelynek mérsékelt integrált elekt-ronikája a szonda kezelésének eszkö-zeivel is kiegészült. A 40. ábrán a ve-zérlőmodul tipikus beépítési helye, a 41. ábrán a kidobozolt vezérlőmodul, míg a 42. ábrán az egyszerű áramköri elemekből felépített menedzsment tömbvázlata látható.

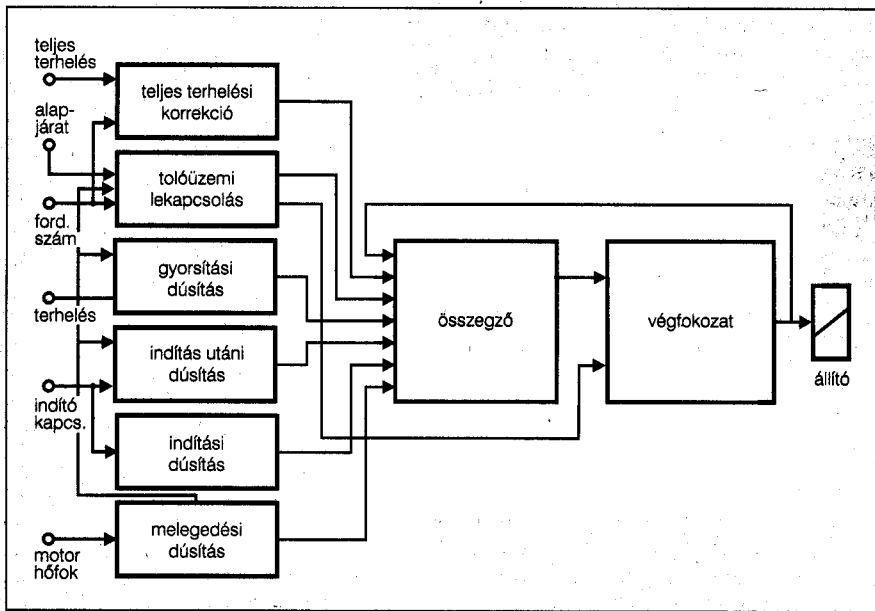
Ilyen menedzsmentet találunk pél-dául a közismert Opel (Astra, Kadett, Omega, Senator) vagy a BMW (318, 320, 323, 520, 525) stb. személyautók legkorábbi változataiban, jórészt már az 1982-es modellévtől kezdve!

### Elektronikus rendszer

A korszerűsítés következő állomása a villamos vezérlésű injektor(ok) alkalmazása, ami nagyon pontos adagolást tesz lehetővé, és itt már általánosan alkalmazott megoldás a hengerenkénti befecskendezés is. A torlótárcsás lég-mennyiségmérőben a mechanikus áttét-tel helyett már potenciométeres fe-szültségosztó tájékoztatja a vezérlő-elektronikát. A fordulatszám érzékelé-se a megszakítóvezérlésű gyújtással rendelkező típusoknál az elosztófejben történik, induktív vagy Hall-generáto-ros jeladóval. A vezérlőelektronika je-lentősen finomodott, és alkalmas a szo-kásos üzemállapot-illesztéseken felül további finomillesztések, kisebb kor-



41. ábra



42. ábra

rekciók elvégzésére is. A kritikus átme-neti tartományban (gyorsításnál és mo-torfék-üzemben) a jellemzők így to-vább javultak, s lehetőség nyílt a fordulatszám korlátozására is.

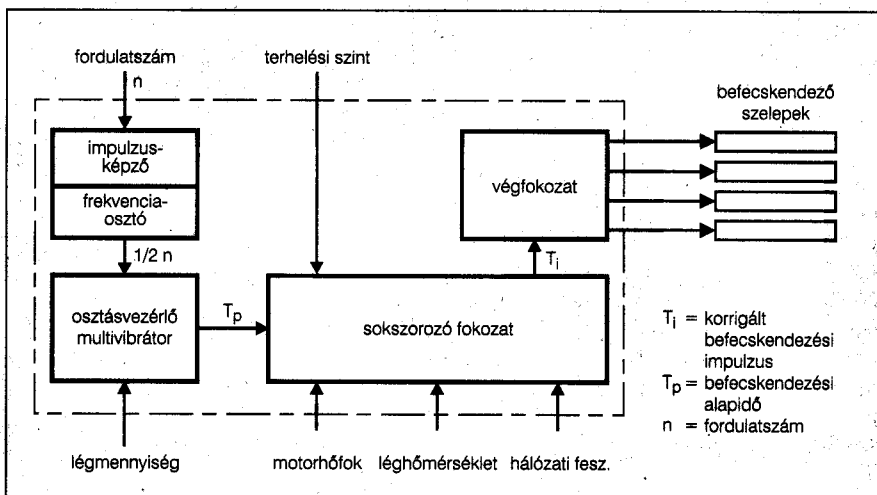
Jellegzetes típusa ennek a kategóri-ának a Bosch gyártmányú *L-Jetronic* motor-menedzsment, amelynek tömb-vázlata a 43. ábrán látható.

Az elektronika egyaránt tartalmaz diszkrét alkatrészeket, integrált áram-köröket, valamint hibrid elemeket. A nagy teljesítményű végfokozatok al-katrészei (végtranzisztorok, huzalel-lenállások) az elektronika fémházára vannak erősítve a jó hőelvezetés céljából. Valamennyi bemenet zárlat- és pó-lusbiztos kialakítású, többszörösen is védett.

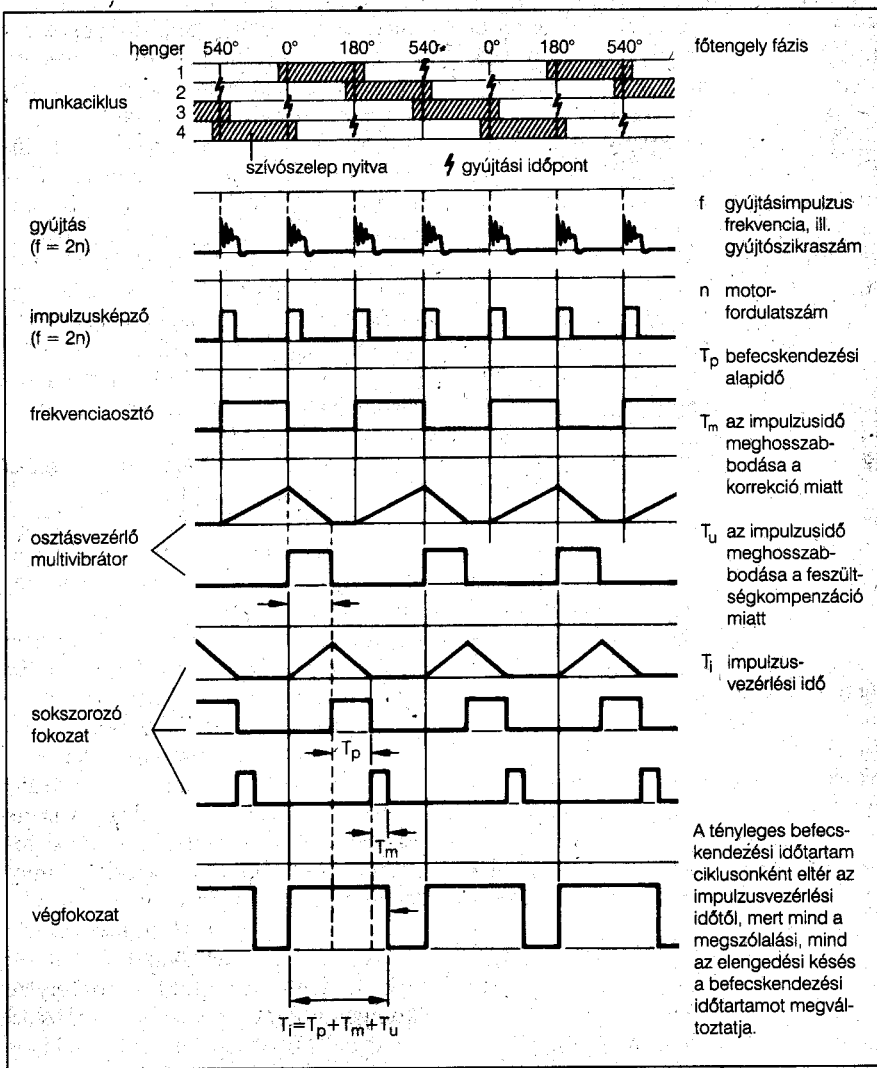
A menedzsment jellegzetes pontja-in jelentkező jelalakokat és időzítése-ket egy négyhengeres motor esetére a 44. ábrán láthatjuk.

### Kombinált menedzsmentek

Az idők során az elektronikai egységek megbízhatósága olyan nagy mértékben növekedett, hogy egyre több feladatot mertek a konstruktőrök a fedélzeti szá-mítógépre bízni. Hamarosan célszerű-nek mutatkozott a gyújtásrendszer tel-jes átalakítása is, amely több lépcsőben következett be. Legelőször a nagy megbízhatóságú elektronikus gyújtás-vezérlő áramkörök kidolgozása jelen-tett nagy kihívást a konstruktőrök szá-mára. Az első pillantásra egyszerűnek



43. ábra



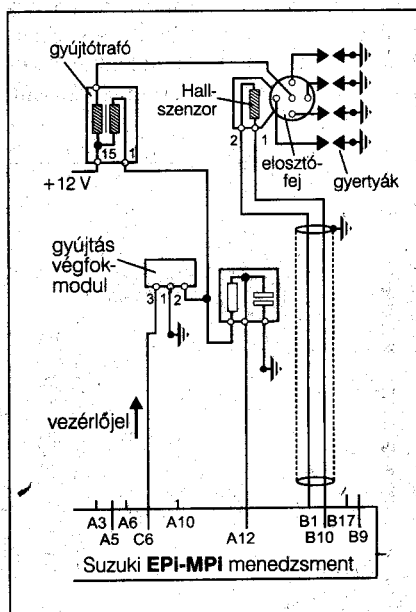
44. ábra

tűnő feladatról kiderült, hogy a valóban jól működő, intelligens áramkör kidolgozása sokkal bonyolultabb és nehezebb feladat, mint azt gondolni lehetett volna.

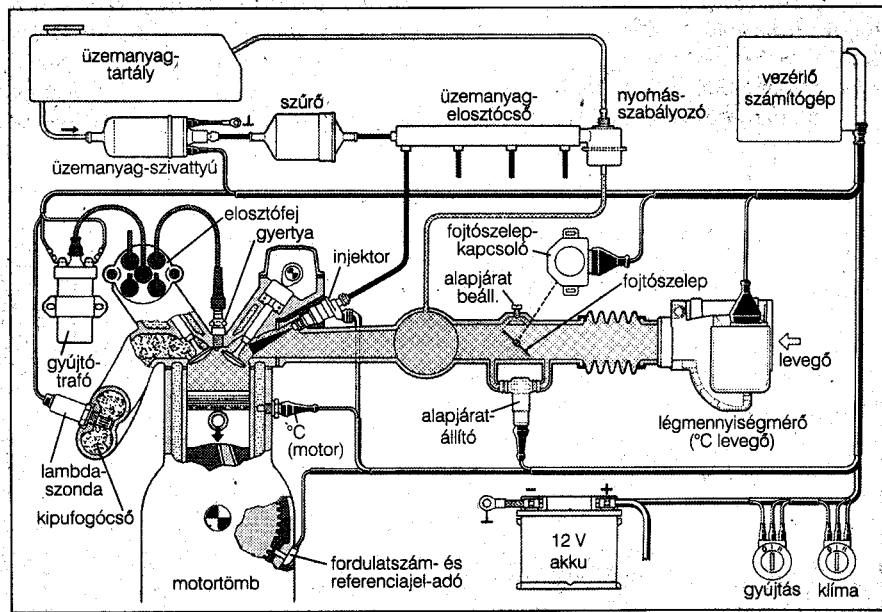
A különféle gyártmányú és évjáratú járművekben számos példát láthatunk a megvalósítás különféle állomásaira. Az egyik legelterjedtebb megoldás a feladatok részleges különválasztása. A pontos időzítésű, kritikus vezérlőjelet a menedzsment állítja elő, míg a meghibásodásra leginkább hajlamos végfokozat (gyakorlatilag egy Darlington-pár), a kapcsolatos aktív és passzív teljesítményeszközök külön kiegészítő áramkört (Ignition Amplifier Module) képeznek. Ezt a megoldással számtalan gyártmányban találkozunk, például a közismert Suzuki Swift autótípusokban is (45. ábra).

A tapasztalatok szerint a legjobb eredményt akkor érhetjük el, ha a befecskendezést és a gyújtást együtt, egymáshoz nagyon szorosan illesztve ellenőrizzük és szabályozzuk. Ez egyrészt a motor pillanatnyi forgásállapotának nagyon pontos ismeretét tételezi fel, másrészt a cél érdekében nagyon pontos gyújtásszög szabályozást igényel, jelentős számítástechnikai háttérrel.

A fejlődés során a gyújtásvezérlést egybeintegrálták a bezinbefecskendező rendszerrel, ugyanekkor a digitális technika a korábinál jóval nagyobb szerephez jutott. Mindez fokozta a motor megbízhatóságát, az alkatrészöregeedés és kopás okozta hatások szinte



45. ábra



46. ábra

észrevehetetlené válását, közel a motor végső élettartamáig! Egyre több alkatlem vonatkozásában térnek át a gyárak a villamos kivitelű alkatrészekre, például a gázrudazatot/gázbowdent felváltja a gázpedál-potenciométer, s így a fojtószelepet már léptetőmotor mozgatja. A gyújtási szöveget pedig – hallatlanul sok háttérinformáció birtokában – már mikroszámítógép számítja ki.

A kombinált menedzsmentek jellemző, a legszélesebb körben alkalmazott típuscsaládja a Bosch gyártmányú **Motronic**, amelynek egyedülállóan széles választékából már jutott a legújabb Lada típusokba is.

### A Motronic

A 46. ábrán a Bosch *Motronic* vezérlővel felépített menedzsment vázlatát láthatjuk, mint a napjainkban a legszélesebb körben alkalmazott rendszerek (egyik) alapváltozatát. A 47. ábrán a *Motronic* külső megjelenése, a 48. ábrán pedig a menedzsment szétszedett állapotban látható. Balra az analóg részt a végfokozatokkal, jobbra a szalagkábeles csatlakozású digitális részt látjuk a CPU-val (mikrovezérlővel), ROM-mal, RAM-mal stb.

A *Motronic* vezérlőnek számtalan generációja és változata létezik. Úgy szólván lehetetlen felsorolni azokat az autótípusokat, amelyekben ezt a vezérlőt találjuk. Csak példaképpen a gyártók: Alfa Romeo, Audi, BMW, Citroen, Fiat, Mercedes, Peugeot, Saab, Seat, Skoda, Opel, VW, Volvo...

### A vezérlő és a motor kapcsolata

A 46. ábrán látható alkatrészek az előzőekből már jórészt ismerősek. A *benzintartályból* (illetve tartályban!) elekt-

romos szivattyú papírszűrőn keresztül továbbítja az üzemanyagot a zárt tápáramkör *benzinelosztó*-csövébe. A tápnyomást *nyomásszabályozó* (és gyakran *nyomáslengés-csillapító* is) tartja konstans értéken. *Légmennyiségmérő* méri a fojtószelep (a gázpedál) által beállított légmennyiséget, feszültségadattá alakítja, majd a léghőmérséklet adatával együtt továbbítja a *vezérlőegységbe*. A vezérlőegység kiszámítja a szükséges impulzushosszakat, késleltetéseket stb. és vezérli az *injektorokat*, illetve a *gyújtótrafót*. A kialakult kipufogógáz-minőségről a *lambda-szonda* tájékoztatja a vezérlőt.

A *fojtószelep-kapcsoló* alapjázat, illetve teljes gáz esetén erről kontaktus zárása útján értesíti a vezérlőt. A mindenkori stabil alapjáratról a *kartergáz-visszavezetést szabályozó alapjárat* motor segítségével gondoskodik. A vezérlő a motor pillanatnyi fordulatszámáról és szöghelyzetéről a forgattyús tengely *induktív jeladója* segítségével tájékozódik.

A *Motronic* vezérlő a korábbi, a *Jetronic*-osztályú vezérlőkhöz képest mind belső felépítésében és belső intelligenciájában, mind a korábbiakhoz képest korszerűbb beavatkozó-, állítóeszközök alkalmazásában jelent előrelépést.

A megfelelő minőségű és intelligenciájú vezérlők kialakítása nem ment egyik napról a másikra. Az autóban rendelkezésre álló lehetőségek – főleg a kezdeti időszakban – csupán analóg, viszonylag nagyjellű, zavarvédett bemeneti eszközök alkalmazását tették lehetővé. A kimenetekre csatlakozó eszközök az elektronikában szokatlanul nagy fogyasztásúaknak számíta-

nak, tehát jelentős teljesítmények leadására képes, hő- és rövidzárvédett, nagy megbízhatóságú kimeneti fokozatokban kellett gondolkodni.

A számítások elvégzésére kellő intelligenciájú, feladatorientált processzorra, többnyire céges (pl. Bosch) mikrovezérlőre van szükség. Órajelnek kellő stabilitásáról általában kvarcoszcillátor gondoskodik. Számos független adathalmaz átmeneti vagy tartós tárolását kellett megoldani:

- *előzetes üzemi adatok* tartós tárolása, esetleg több készletben (jellegmezős szabályozás),

- *vészüzemi adatok* tartós tárolása („hazabicegés”),

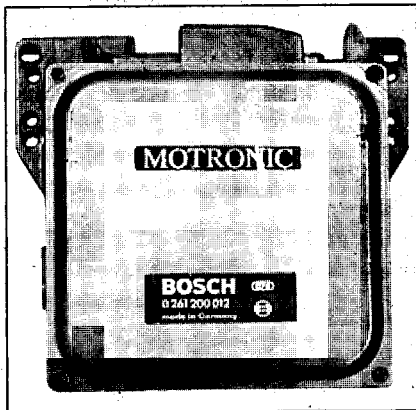
- tanult, csak *átmenetileg szükséges környezeti adatok*, írható/olvasható tárolóban (pl. külső hőmérséklet, légnyomás, egyéni vezetési stílus),

- észlelt *üzemviteli hibák feljegyzése* egy írható/olvasható/törölhető hibatárolóban, hibakód-azonosítással.

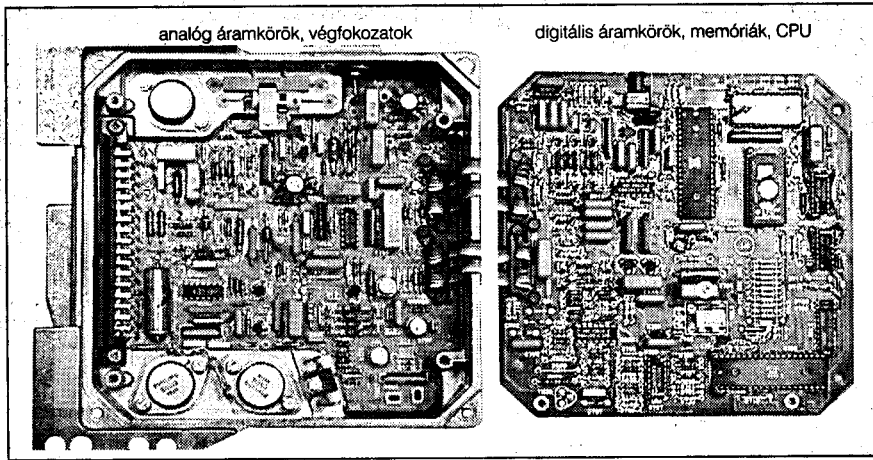
Külön vagy egyesített tárolóeszköz tartalmazhatja a *működtető szoftvert*.

Természetesen számos illesztőegységre (interfészre) is szükség van az egyes belső elektronikai modulok, továbbá a kapcsolatos külső be- és kimeneti egységek, eszközök között.

A 49. ábrán a *Motronic* vezérlő egyszerűsített tömbvázlata látható (IF = impulzusátalakító, többnyire komparátor, A/D = analóg-digitális átalakító). Ennél részletesebb általános tömbvázlat azért nem adható meg, mert az egyes *Motronic* típusok az adott gyártó és gépkocsi igényei szerint erősen változó belső felépítésűek. További jelentős, de a tömbvázlat vagy a kapcsolási rajz szintjén nem jelentkező különbség az EPROM tartalmában van.



47. ábra



48. ábra

Ezen felül számos cég kínál Motronic vezérlőt tartalmazó autótípusokhoz elektronikus tuningkészletet.

A teljes rendszerben részben az interfészek, részben egyéb eszközök útján szisztematikus és folyamatos hibafigyelés történik. Különbé, az 1–2 másodperctől a néhány perces időállandóig terjedő időtartományokban a részegységek ki- és bemeneti jellemzőit időzítések útján figyeli a menedzsment. Amennyiben valamely időzítés lejárt után megmaradó, állandó hibajel detektálható, pl. egy DC-szint vagy jelszint, frekvencia túl nagy vagy túl kicsi, netán hiányzik, a hibát a vezérlő a beépített értékelési rendszer szerint azonosítja, besorolja. A felismert, azonosított hiba kódja a hibatárolóba kerül, és ugyanekkor a műszefalon felvilágít az *Engine Check* hibajelző lámpa. A processzor a továbbiakban a hibás adat helyett a vészüzemi- (pl. átlag-) értékkel számol.

## Üzem módok és korrekciók

Az Otto-motor üzemvitele igen bonyolult, ezért egyszerű szabályozással

szinte lehetetlen valamennyi üzemmódot közvetlenül, bármiféle előzmények nélkül kézben tartani.

Az előzmények többfélék is lehetnek. Számítalan előzetes információ szerezhető a fékpadi és próbapályás mérések során; ezek – mint statikus, állandó háttér adatok – a gépjármű üzem során a rendelkezésünkre állhatnak. Azért tekinthetjük ezeket az adatokat statikusnak, mert előzetes mérések átlagaira vonatkoznak, de szinte soha nem azonosak a pillanatnyi élethelyzettel (időjárás–helyszín–pilóta). A háttér-adatbázist ki kell tehát egészíteni olyan többletinformációkkal, amelyek a pillanatnyi helyzetre vonatkoznak, például a szélsőséges légnyomás- vagy környezeti hőmérséklet értékeivel. Továbbá lehetővé kell tenni, hogy egyes adatok a terepen megtanulhatók, korlátozott időtartamra megőrizhetők is legyenek.

Egy korrekció kellő számú ismétlése után – mint átmenetileg javasolt adatot – a CPU megjegyzi, s a RAM-ban tárolja. Az átmenetileg rögzített, hasznos korrekciós értékek így pl. másnap reggel az induláskor is rendelkezésre

állnak és a motor már az első pillanattól kezdve a korábbi környezeti adatok ismeretében fog üzemelni.

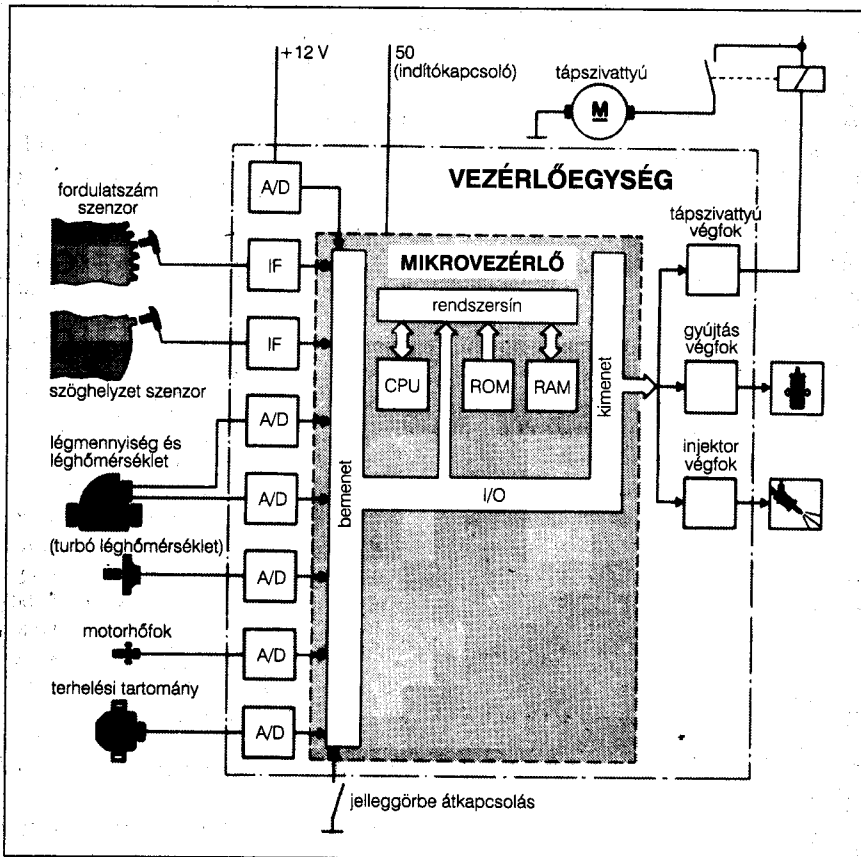
Minél magasabb kategóriájú egy gépjármű és menedzsmentje, annál inkább tanulékony, beleértve ebbe a vezérlési szokásokhoz való igazodást is! Amennyiben átmenetileg valaki a kölcsönkapott gépkocsit a tulajdonoshoz képest jelentősen eltérő vezérlési stílussal használja (agresszívabb vagy éppen dédpapás stílusban), a menedzsment egy meghatározott idő után alkalmazkodik ehhez az új helyzethez. Amikor pedig ismét a tulajdonos kezdi használni a visszakapott gépkocsit, meglepődve tapasztalhatja, hogy jól ismert járműve *átmenetileg* kissé másképp reagál a gázadásra stb., mint korábban. Voltaképp pedig az történt, hogy a kölcsönidőszak alatt a menedzsment a korábbi helyett egy másik adathalmazcsoportot használt gyakrabban, és ezt az állapotot – átmenetileg – „megtanulta”.

A tanulási folyamatától eltekintve, a menedzsmentet a konstruktőrök számos rutinhelyzetre felkészítik azért, hogy a fékpados/próbapályás mérések tapasztalati adatait korrekciós tényezők, korrekciós görbék, adathalmazok formájában a menedzsment (nem felejtő) memóriájában tárolják. Sőt, ezen adatcsoportot egy motortuning során új adatokra is lecserélhetik pl. EPROM-cserével, vagy ha lehetséges, a régi adatok felülírásával.

A Motronic rendszer három fő adatcsoporttal rendelkezik. Az első csoportba tartoznak az *alapadatok*, a meghatározott autótípusra jellemző, és szabványkörülmények között felvett – szabályozási szempontból statikusnak tekinthető – térgörbék (felületet alkotó görbeseregek) egy-egy jellemzőre vonatkozóan. Ezekre néhány példát láthatunk az **50. ábrán**.

A második csoportba tartoznak a *statikus korrekciós tényezők*, vagyis egy-egy görbe valamely más tényező – rendszerint az időtényező vagy a motorhőmérséklet – haladványa szerint tekintett korrekciók. Ez pl. azt jelenti, hogy az adott tényezőt (korrekciót, kompenzációt) egy kezdeti fázisban teljes értékében, majd a továbbiakban egyre inkább csökkentett mértékben kell figyelembe venni. Ezek a korrekciós tényezők már figyelembe veszik a motor valamely pillanatnyi állapotát.

A harmadik csoportba tartoznak az ún. *vezérlési tényezők*, amelyek a korrekciók dinamikus, helyzetfüggő,



49. ábra



pillanatról pillanatra változó igényű módosítását végzik el.

Belátható, hogy a motor-menedzsment kidolgozását hallatlan mennyiségű kísérleti, mérési munka előzte meg, ami végül is többszörös haszonnal jár. Egyrészt a rendszer a korrekciók által képes arra, hogy a legminimálisabb technikai érzékkel sem rendelkező, kétbalkezes „pilóta” motorkezelési melléfogásait jórészt kivédje. Másrészt viszont egy rutinos vezető keze alatt lehetőség van a motorteljesítmény teljes kiaknázására. Továbbá ez azt is jelenti, hogy a rendszer értelemszerűen tartalmazza mindazon műszaki tartalékokat, amelyek pl. egy mozgássérült számára szinte nélkülözhetetlenek.

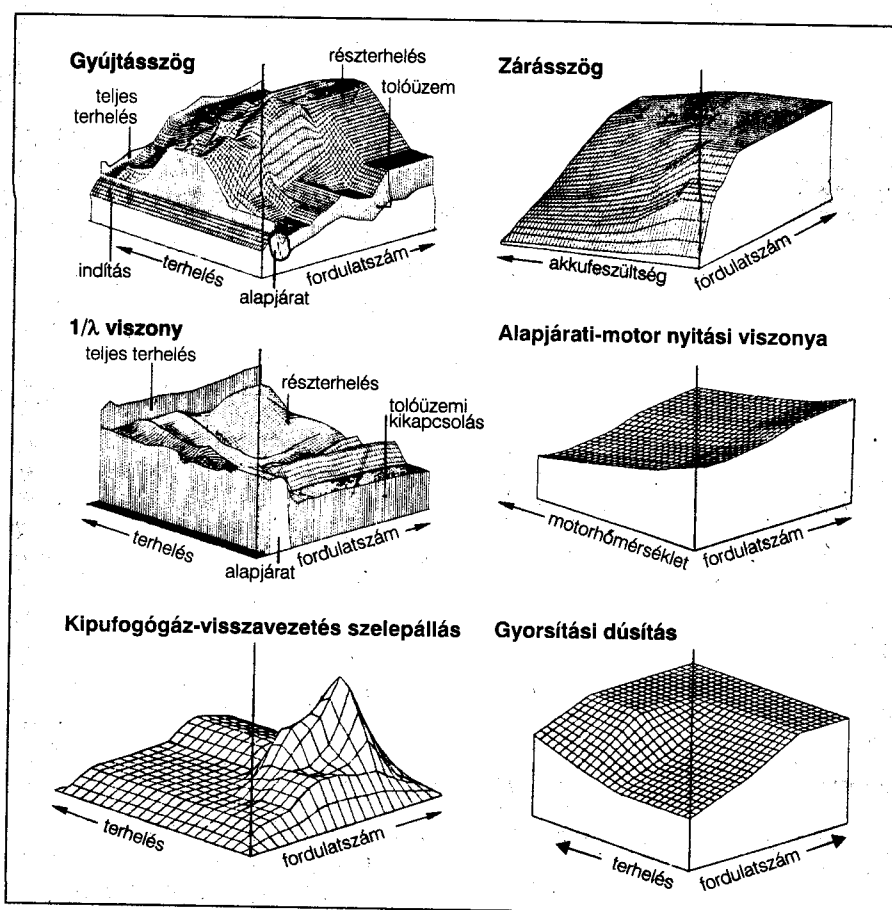
### Hidegindítás

A csikorgó hidegben alaposan lefagyott autó megindítása a kézi szívató segítségével – minden gyakorlatlanabb autós rémálma. A motor első- vagy hidegindításakor a befecskendezett üzemanyag számára nagyon kedvezőtlen körülmények jelentkeznek. A hideg alkatrészekre lecsapódó üzemanyag elszegényíti, gyulladáásra alkalmatlanná teszi a keveréket, így azt jelentősen dúsítani kell. A szükséges befecskendezési időtartamok azonban a próbapadi mérések során kialakíthatók és amennyiben ismerjük a motor (főleg a szívócső fal) hőmérsékletét, egy korrekciós tényezővel könnyen optimalizálhatjuk az indítási üzemanyagszükségletet.

Az indítás legelső időszakában – a hőmérséklet függvényében – sok üzemanyag csapódik le a hideg alkatrészekre. Ez a filmképződés azonban gyorsan befejeződik és a levegő-üzemanyag keverék dúsítását mérsékelni kell. Az indításnál érvényes befecskendezési időket (a dúsítás aktuális értékeit) a motorhőmérséklet függvényében a vezérlőegység egy korrekciós tényező formájában megadja (51.a ábra).

Az indítózás alatt a lecsapódási hajlam csökken, ha a motor fordulatszáma bármely okból emelkedik (pl. megtörik a hideg olaj), tehát magasabb indítási fordulatszám mellett csökkenteni kell a befecskendezett üzemanyag mennyiségét. A fordulatszámfüggő mennyiségi tényezőt egy korrekciós görbével lehet figyelembe venni (51.b ábra).

A gyors, biztos indításhoz rövid idő alatt meglehetősen sok üzemanyagot kell beadagolni, másrészt feltétlenül el



50. ábra

kell kerülni a túladagolást, hogy a motor nehogy „megszívja” magát.

Ezt úgy lehet elkerülni, hogy az indítás folyamata alatt a befecskendezett üzemanyag mennyiségét az idő függvényében is folyamatosan csökkentjük. Az időfüggő mennyiségi tényezőt is egy korrekciós görbével vehetjük figyelembe (51.c ábra).

Az indítást befejezettek tekinthetjük, ha a motor fordulatszáma elérte az ún. startvégi fordulatszámot, amelynek magasabb környezeti hőmérsékleten kisebb, nagyon hideg időben magasabb fordulatszámra kell lennie. Ezt a körülményt a környezeti ill. motorhőmérséklet ismeretében egy újabb, fordulatszámfüggő melegedési tényezővel vehetjük figyelembe (51.d ábra).

### Indítás utáni és melegedési fázis

Az indítás után megkezdődhet a lambda-szabályozás, de a motor a hideg alkatrészekre történő üzemanyag-lecsapódás miatt továbbra is dús keveréket igényel. Közvetlenül az indítás után azonban a motor egy rövid, átmeneti időszakban még további, ún. melege-

dési dúsítást igényel. Ettől eltekintve azonban a továbbiakban a dúsítás már csak a motor (emelkedő) hőmérsékletétől függ, amíg el nem éri az üzemi hőfokot. Az indítás utáni korrekciós tényezővel a lambda-térmezőből számított befecskendezési időket kell korrigálni. A korrekciós tényező az idő függvényében hamarosan 1-re csökken, ez a korrekció megszűnik és a dúsítás a továbbiakban már csak a motor hőmérsékletétől függ.

### Levegőhőmérsékleti korrekció

Az égéshez szükséges légtömeg a beszívott levegő hőmérsékletétől függ, a hideg levegő viszont sűrűbb, tömege nagyobb, mint a meleg levegőé. A beszívott levegő hőmérsékletét mérve alkalmas irányban korrigálható a keverékaránya a hőmérsékletfüggő korrekciós tényezővel (52. ábra).

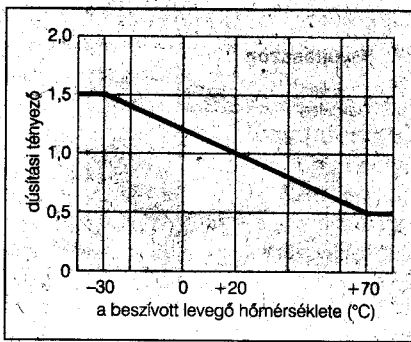
### Átmeneti kompenzációk

Ismeretes, hogy akár a terhelésváltozás, akár a gyorsítás következtében bekövetkező fojtószelep-mozgás átme-

neti keverékképzési zavarokat okozhat. A porlasztós motoroknál ezt a bosszantó hibaállapotot úgy szokták emlegetni, hogy „lyuk van a karburátorban”. Ez a kifejezés voltaképp arra utal, hogy a gázadás, gyorsítás során egy meghatározott fojtószelep-állásnál a motor mintegy meghökken, átmenetileg erőtlenségre lép, mert a keverék alkalmatlanul minőségű (szegény).

A befecskendezéses motorok esetében is fellép egy ilyesféle hatás, bár ennek körülményei és megoldásának módjai jelentősen függenek a konstrukciótól; például attól, hogy központi vagy hengerenkénti befecskendezést alkalmaznak-e az adott motor esetében, van-e fojtószelep-potenciométer vagy nincs stb.

Az átmeneti kompenzáció jóval bonyolultabb, mint az eddig bemutatottak. Hosszadalmas előzetes mérési eljárás alapján lehet a kívánt korrekciókat meghatározni, majd ezekből adat-



52. ábra

bázist készíteni. Többféle módon is be kell avatkozni. Általában gyorsítási dúsításra és lassítási szegényítésre van szükség, de ezek módjai függenek a fojtószelep szögállásától, mozgásának szögsebességétől, a motor fordulatszámától, a beszívott levegő és a motor hőmérsékletétől.

A gyorsítási dúsítás akkor lép fel, ha a fojtószelep szögsebessége meghalad egy tárolt határértéket (hirtelen „rátapostunk a gázra”). A szükséges adathalmazt (jelleggörbe-sereget) a memóriában tárolják. A lassítási szegényítésre pedig csupán egy (szintén eltárolt) határértéket állapítanak meg.

A gyorsítási dúsításhoz egy dinamikus keverékdúsítási tényező, illetve a lassítási szegényítéshez egy dinamikus keverékszegényítési tényező tartozik (például a fojtószelep szögsebessége függvényében, vagy egyéb módon számítva). A szükséges görbéket szintén a memóriában tárolják.

Még kevésbé megfogható korrekciós tényezők a motortípus konstrukciós tulajdonságaival kapcsolatos, ún. értékelési tényezők (53. ábra). Az átmeneti tartomány jellegzetességeit igen erősen befolyásolja a motor, továbbá a beszívott levegő hőmérséklete. Ennek értelmében a statikus korrekciós tényezők további, másodlagos, dinamikus korrekciókra szorulnak a motor hőmérsékletének, továbbá a beszívott levegő hőmérsékletének függvényében. A szívócső nyomásától függő, lecsapódott üzemanyag-mennyiség figyelembe vételére szolgál egy, szintén a memóriában tárolt tényező, amely értékelési tényezőt tartalmaz a fordulatszám és a fojtószelepszög függvényében, illetve egy másik, a levegő hőmérsékletétől függő értékelési tényező.

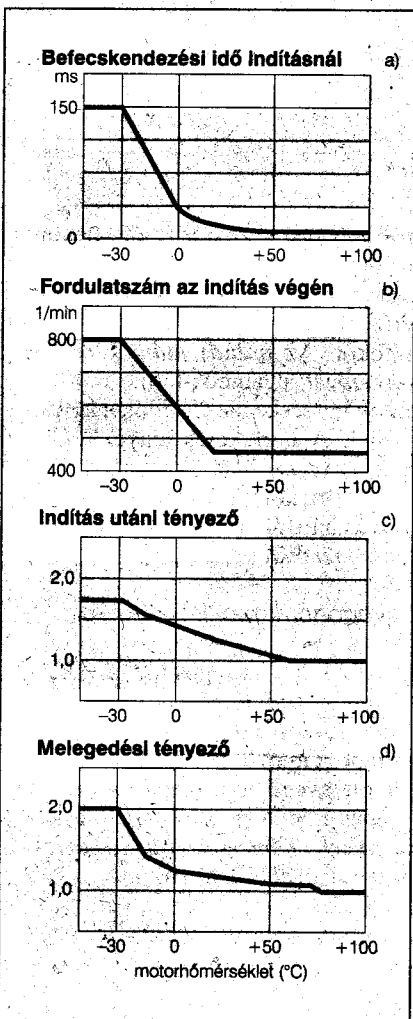
Ha a fojtószelep mozgása túllépi az ún. kioldási határértéket, vagy ha a központi egység processzora erősen

növekvő keverékkorrekciós tényezőt számít ki, akkor a gyorsítási dúsítás, illetve a lassítási szegényítés egy speciális, dinamikus kezelése következik, 1-nél kisebb korrekciós, értékelési, továbbá levezérési tényezővel (53. ábra). Ennek során még az is bekövetkezhet, hogy a befecskendezés során pótlólagos, közbenső vezérlőimpulzus, több-kevesebb befecskendezés is keletkezhet.

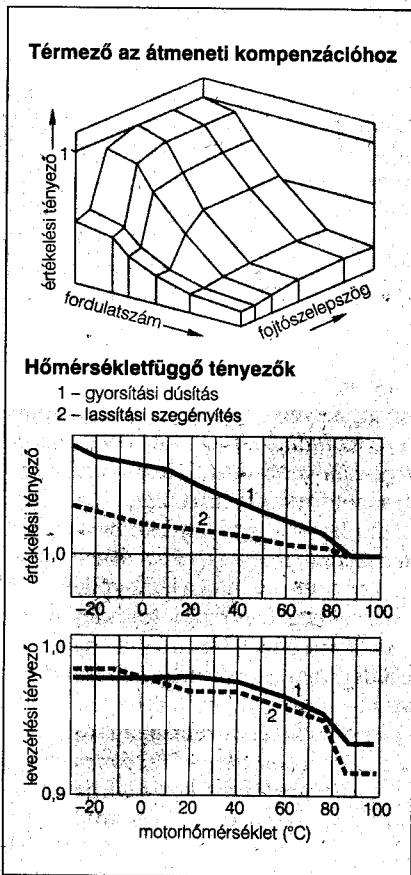
A jelzett különféle elsődleges és másodlagos, statikus és dinamikus korrekciók arra a célra szolgálnak, hogy az első perctől kezdve – és sok éven keresztül – egészen az autónak a bontóba történő bevontatásig eltelt időszakban a motor mindig a tervezők által megálmodott, lehetőség szerinti maximumot nyújtsa.

## Új gyújtótekerccsek

Ha az elosztófej az autóból teljes egészében elmarad, nincs, ami a szikrát szétosztaná a hengerek között. A megoldás: minden hengerhez saját gyújtótekerccs tartozik. Ezáltal megszűnt az elosztási veszteség az elosztófejben, egyrészt a tekerccsek a korábbiakhoz

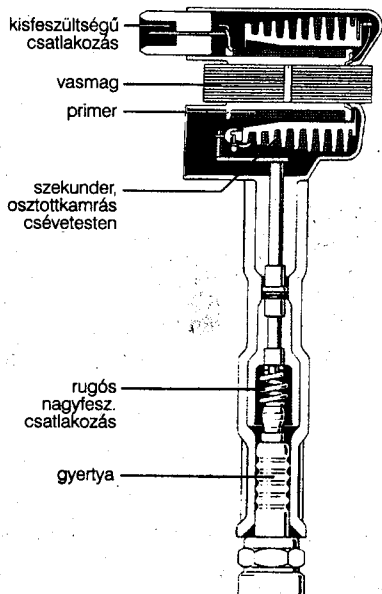


51. ábra

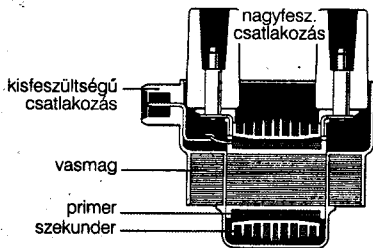


53. ábra

### a) Különszikkás gyújtótekerccs



### b) Kétszikkás gyújtótekerccs



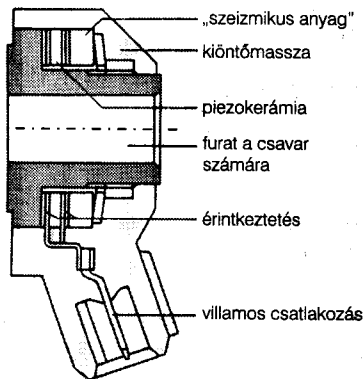
54. ábra

gyertya között elektrosztatikus, kb. a szikraközökkel arányos. A hengerek kiválasztásánál ügyeltek arra, hogy az egyik henger sűrítési üteme alatt (hamarosan gyújtás következik!) a másik henger éppen a kipufogási ütemben legyen. A gyújtási időpontban mindkét hengerben gyújtás (szikra) következik be, de az egyik szikra a számunkra érdektelen. A hagyományos egyszikkás, a különszikkás és a kétszikkás gyújtótrafó kapcsolását és a kivezetések szabványos jelölését az 55. ábrán láthatjuk.

### Kopogásérzékelés

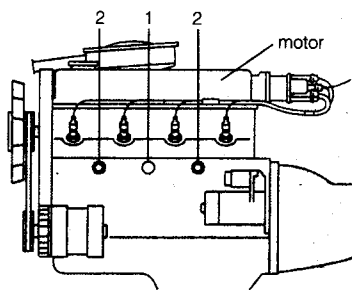
A legnagyobb teljesítményt a kopogás határhelyzetében kapjuk. A határhelyzetet (pl. szenzorral) fel kell ismerni, noha ezt előre nem jelzi semmi, és értéke akár hengerenként is változó lehet.

### Kopogásérzékelő szonda



### Lehallgatóhelyek

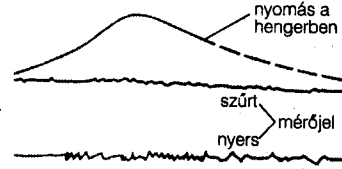
1 – egy szonda esetén, 2 – két szonda esetén



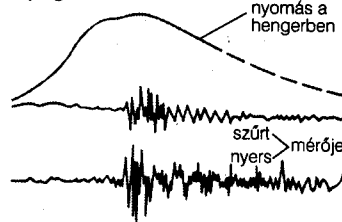
56. ábra

A kopogásérzékelő szélessávú gyorsulásérzékelő, amelyből egy vagy két példányt a motor jellemző pontjára erősítenek (56. ábra). A szenzor jelátalakítója piezokeramikus tárcsa, 25 kHz fölötti sajátrezonanciával, szeizmikus gyorsulásérzékelővel.

### Kopogás nélkül



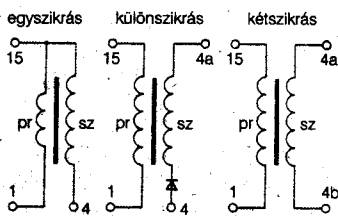
### Kopogással



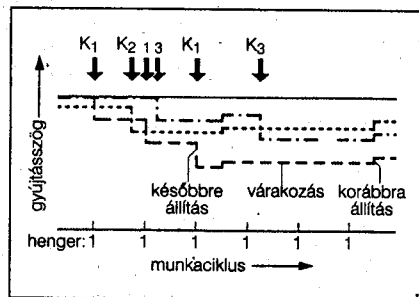
57. ábra

A kopogásérzékelő „hallja” a motorblokkból érkező testhangrezgések és a lehangolt piezo átalakító villamos rezgésre alakítja azokat (57. ábra). A szabályozó bemenetén szűrő távolítja el a nem jellemző komponenseket, majd A/D átalakítás után elemzi a jelet, hengerről hengerre. A szabályozás minden henger esetén külön jön létre. Első lépéseként a számítógép megkísérli a gyújtást korábbra állítani, közelebb a kopogási határhoz. A kopogás észlelésekor a szóban forgó henger soron következő gyújtási időpontját azonnal kissé (pl. 1,5 forgattyústengely-szögfokkal) hátrább állítja. Ez minden további gyújtásnál megismétlődik addig, amíg a szenzor kopogást jelez. Ezután a szabályozó lépésről lépésre visszaállítja a gyújtási időpontot arra a határértékre, ami a kopogási határhoz a legközelebb esik (58. ábra). Belátható, hogy a kopogásszabályozás állandó figyellel és beavatkozással jár, folyamatosan és hengerről hengerre, finoman állítgatva a gyújtásszöget előre, illetve hátra.

A kopogásérzékelővel kiegészített menedzsment igen magas műszaki színvonalat képvisel.



55. ábra



58. ábra

# Hangolásmentes microstrip diplexer 145/435 MHz-re

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET@pollak.sulinet.hu, www.pollak.sulinet.hu/www/radio.html

Sok rádióamatőr használja eredményesen az 1999-es évkönyvünkben ismertett, egyszerűen elkészíthető, hangolásmentes 144/432 MHz-es diplexert [1, 2]. Erről számtalan visszajelzést kaptam személyesen és e-mailben egyaránt. A készülék elterjedésével párhuzamosan egyre több hazai és külföldi rádióamatőr kérte a készülék továbbfejlesztését, mert egyes mobil rádiókészülékeknel kevésnek bizonyult a 10...15 W-os maximális megengedett teljesítmény. Az eredeti leírásban gyakorlatilag ingyenesen, vagy csupán jelképes összegekért beszerezhető programokkal megtervezett áramkört ismertettem, amely csak ellenőrző mérések sorozata, és az ezt követő módosítások után biztosította az előírt paramétereket. A hangolásmentes (úgynevezett „No-Tune”) technológia alkalmazásának köszönhetően azonban, az utánépítés során további bemérést már nem igényelt a diplexer. Leginkább ennek köszönhetette a népszerűségét.

Egy legalább 50 W teljesítményt elviselő diplexert már nem elegendő csupán az átviteli függvények mérésével ellenőrizni, azt a veszteségek szempontjából is optimalizálni kell! A megnövelt teljesítményigény következtében az áramkörnek nagyobb zárócsillapítást is kell biztosítania a nemkívánt frekvenciákon, hogy a megengedettnél nagyobb jel ne kerülhessen a vevőkészülék(ek) bemenetére. Egy ilyen diplexer tervezéséhez már drága szűrőtervező és áramkörszimulátor programok szükségesek. Ellenőrző méréseihez pedig speciális műszerparkot kell használni. Az utánépítés megkönnyítése érdekében, az eredeti típushoz hasonlóan, ezt a javított paraméterekkel rendelkező változatot is hangolásmentes technológiával valósítjuk meg.

A tervezés első lépéseinél az AN-SOFT Serenade program „student” változatát használjuk, majd a gyakorlati áramkör megvalósításakor a pontos fizikai modelleket is tartalmazó 8.7-es professzionális verziót hívjuk segítségül. Ez a változat Layout-ot, azaz nyák-tervet is tud generálni az ismeretbenn nyáktervező-programok számára. A mesterfilmről elkészítjük a prototí-

pust és pontos műszerekkel bemérjük azt. A mérési eredmények ismeretében, az adott hordozóra érvényes korrekciók elvégzése után ismét optimalizáljuk a kapcsolást. Az így kialakított áramkör már megfelel a céljainknak és könnyen reprodukálható.

## A diplexerrel szemben támasztott követelmények:

- Legalább 50 W megengedett maximális teljesítmény
- Mindkét sávon legalább 40 dB-es zárócsillapítás
- Mindkét sávon 1 dB-nél kisebb beiktatási csillapítás
- Az üzemi frekvenciákon valamennyi kapu jó illesztése
- Az áramkör ne tartalmazzon hangolható elemeket
- A hagyományos technológiával megmunkálható FR-4-es hordozó alkalmazása
- Mechanikailag stabil kivitel
- A lehető legkisebb méretek
- Könnyű reprodukálhatóság

## Előzmények

A nagyfrekvenciás tervezésekben járatos szakemberek számára nem jelent különösebb gondot a fenti elvárásoknak megfelelő áramkör megtervezése. A tervezés elvégezhető szűrőkatalógusok, vagy szűrőtervező programok segítségével egyaránt. Akármelyik megoldást is választjuk, a diplexer szűrőt egyoldalon terhel szűrőként kell külön-külön megtervezni, majd ezután a két szűrőt a multiplexereknel szokásos módon, a közös kapunál egyesítjük. Ezt követően a közös kapu impedanciáját a megfelelő értékre kell cserélni (esetünkben 50 Ω-ra). A megtervezett szűrőt többféle technológiával is elkészíthetjük, attól függően, hogy milyen gyártási háttér áll rendelkezésre. A viszonylag alacsony frekvenciák miatt az elosztott paraméterű (tápvonalas) megoldások terjedelmes áramkört eredményeznének, ezért koncentrált elemekből megvalósított LC-szűrőt célszerű választanunk. A diplexer szűrőt kialakíthatjuk aluláteresztő és felüláteresz-

tő, illetve sávzáró és sávszűrő párokból egyaránt. Az előbbi tervezési módszert mutatja be lépésről lépésre a [3], amely e cikk írásakor még nyomtatásban nem jelent meg, de PDF formátumban letölthető az internetről, a Pollák Antal Műszaki Szakközépiskola „Elektronika” honlapjának „Ansoft tervezési segédletek” című fejezetéből.

Elsősorban a kis méretek és az egyszerű reprodukálhatóság miatt esett a választás erre a kivitelre. A kiindulási alapként szolgáló eredeti diplexer áramkörben is jól beváltak az SM-kondenzátorok és a nyomtatott spirális, úgynevezett *rectangular* induktivitások. A szűrők jellemzői csupán a kondenzátorok szórásától és a panel gyártási pontosságtól függenek. Az E-12-es 5%-os értéktűrésű sorból választott kondenzátorok és furatgalván gyári panelek felhasználásával minden elkészített típus jellemzői a megengedett határok között mozogtak. Szabványos értékű kondenzátorokhoz a szükséges induktivitások könnyen optimalizálhatók nagyfrekvenciás áramkörszimulátorokkal. A tervezés óta lassan három év telt el, de ez idáig nem sikerült a prototípushoz, a legalább 50 W nagyfrekvenciás teljesítményre alkalmas SM-kondenzátorok beszerzése. Mindössze néhány cég gyárt e célra megfelelő kondenzátorokat. Ezek közül legismertebbek az ATC, a Murata és az AVX. Sajnos egyetlen olyan kereskedőt sem sikerült Európában találni, aki vállalta volna kis mennyiségben és elfogadható áron a megfelelő kondenzátorok beszerzését. Meglátva a jelentéktelen mennyiséget, legtöbbször nem is válaszoltak az e-mailekre. Ezért más megoldást kellett keresni, a nagyobb teljesítményre is alkalmas diplexer megvalósításához.

## A megfelelő kapcsolás kiválasztása

A szükséges nagyfrekvenciás SM-kondenzátorok hiányában tulajdonképpen elkészíthetők a szűrők hagyományos (huzalkivezetéses), legalább 250 V-os üzemi feszültségű, kis veszteségű NPO típusú kerámia kondenzátorokkal is.

Mivel az UHF-sávban már nem elsődlegesen a kondenzátor üzemi feszültsége korlátozza annak maximális teljesítményét, hanem a veszteségi tényezőből következő disszipációs teljesítménye, ezért az 50 W körüli teljesítmény miatt, az egyes kapacitásokat több kondenzátor párhuzamos kapcsolásával kellene kialakítani. Ekkor azonban minden egyes elkészített példány egyedi beállítást igényelne, a kivezetések induktivitásai miatt. 450 MHz-en már 1...2 mm-rel hosszabb vagy rövidebb kivezetéssel beforrasztott kondenzátor is több MHz-cel elhangolja a szűrőket. Mivel az egyes elemek egymásra hatása is eléggé jelentős, nagyon nehezen kézben tartható egy ilyen, sok hangolt körből álló, összetett rendszer. Ez az egyszerű megoldás tehát házilag nem reprodukálható, így további lehetőségeket is meg kell vizsgálnunk.

Tömerdek szűrőtervezés, szimuláció, optimalizálás és nyák-tervezés után bebizonyosodott, hogy a szűrőtervező programokban található beépített szűrő topológiák mikroszalagvonalakkal (*microstrip*) [4] megvalósítva, a diplexer üzemi frekvenciáin olyan nagy helyigényűek, hogy a gyakorlatban használhatatlan áramköröket eredményeztek. A hangolt távvezeték (tápvonal-) szakaszokból kialakított szűrőknél, a csatolt vonalakkól létrehozott szűrők ugyan valamivel kisebb helyigényűnek bizonyultak, de a beiktatási csillapításuk (veszteségük) az olcsó FR-4-es hordozó miatt elfogadhatatlanul nagy volt. Ennél a hordozónál az is megfigyelhetők, hogy a szűrőtervezők segítségével megtervezett szűrők-ideálisokhoz közeli jelleggörbéje jelentős mértékben megváltozik, ha a szimulátorba beírjuk az FR-4 adatait [4]. Jogosnak tűnik a kérdés, hogy miért ragszkodunk ehhez, az UHF-tartományban jelentős veszteségű, s a frekvencia függvényében változó dielektromos állandójú anyaghoz. Ennek az az oka, hogy a nagyfrekvenciásan megfelelő tulajdonságú hordozók nagyon drágák, kiskereskedelmi forgalomban nem kaphatók, s a megmunkálásukhoz általában bonyolult, drága technológia szükséges. Vannak olyan hordozók az Arlon, a Duroid és a Gil Technologies cégek gyártmányai között, ahol a drága teflon villamos- és a könnyen megmunkálható üvegszál anyag mecha-

nyenyiségben nehezen beszerezhető. Ezért maradunk az eredeti célkitűzéseink között meghatározott FR-4-es hordozónál, vállalva a tervezésnél fellépő többletfeladatokat.

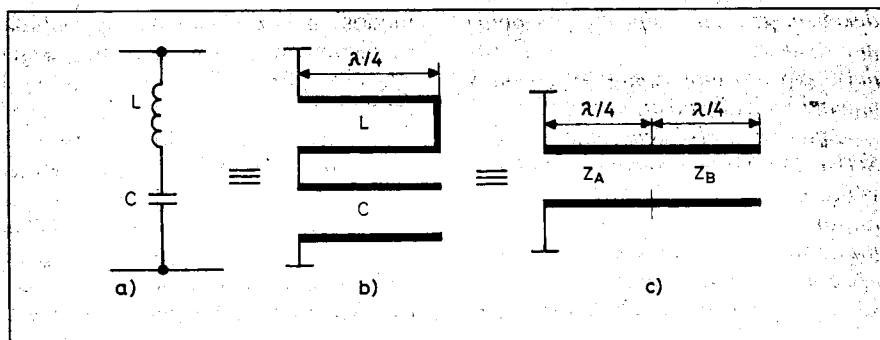
Miután a leggyakrabban használt szűrő típusokat sorra kipróbáltuk, és nem sikerült a bevezetőben megfogalmazott követelményeknek megfelelő diplexert kialakítani belőlük, ezért közvetlenül az áramkörszimulátor segítségével fogjuk a feladatot megoldani.

### A diplexer szűrőinek vizsgálata a Serenade programmal

Korábbi évkönyveinkben már néhány mintapéldán keresztül bemutatott az ANSOFT Serenade programcsomagját [1, 5, 6]. Az ismertetést a 7.5-ös verzióval kezdtük, amely már rendelkezik saját kapcsolási rajz-készítő programmal (SCH-val), tehát használatához nem szükséges a SPICE szimulátorok szintaktikájának pontos ismerete. A kapcsolási rajzból automatikusan elkészíti a kötéslistát. (Visszafelé sajnos ez nem működik!) A cikk írásakor a 8.7-es verziót forgalmazták, amelyben egy sor szolgáltatást tovább fejlesztettek, illetve újakat építettek be. Természetesen ez a CAD program is, a kategóriájának megfelelően sokszorosába kerül, mint a számítógép, amin fut, pedig a hardverigényei sem csekélyek! Szerencsére nem kell megvásárolni a több millió forint értékű programot ahhoz, hogy vizsgálódásainkat folytathassuk. Az ANSOFT cég ugyanis gondolt az egyetemistákra, főiskolásokra és a téma iránt érdeklődő elektronikai amatőrökre, és kiadta a 8.5-ös verzió „student” változatát (ANSOFT Serenade v8.5 SV). Köszönet érte! Hasonlóan más CAD programok „student” „lite”, vagy „eval” verzióihoz, ez a változat is kevesebbet tud, mint a professzionális

verzió. Nem tartalmazza a szűrőtervezőt, nem tud automatikusan „layout”-ot, azaz nyákot rajzolni, valamint csak a tanuláshoz legszükségesebb elemmodelleket és optimalizálási módszereket tartalmazza. Mivel elsődlegesen oktatási és nem termelési célra készült, nem találjuk benne a nagyfrekvenciás áramkörök fizikai modelléséhez nélkülözhetetlen diszkontinuitások jelentős részét sem [4]. Ennek ellenére jónéhány elméleti probléma megvizsgálható, megoldható a segítségével [7].

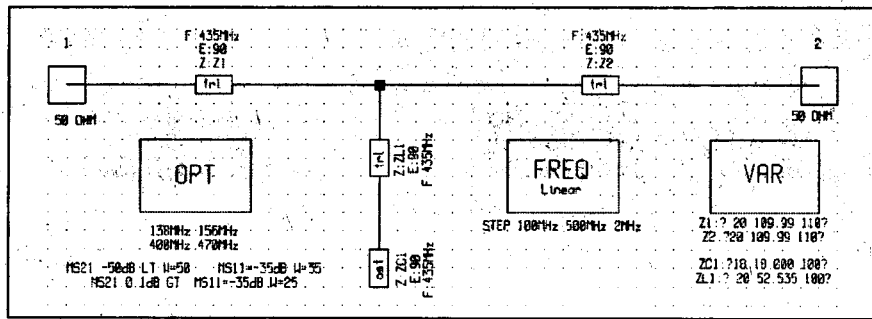
A mikrohullámú szűrők méretezését általában a lineáris hálózatokból ismert, kislektrikus helyettesítő képre szokták visszavezetni. Leggyakrabban a létrakapcsolású aluláteresztő prototípusból indulnak ki, és vagy a maximális laposságú (Butterworth-), vagy az egyenletes ingadozású (Csebishev-) approximációt választják. Ezek a kvázikoncentrált kivitelű szűrők koaxiáliszalag- vagy mikroszalag vonalakkól egyaránt kialakíthatók. A normalizált aluláteresztő prototípus elemeinek meghatározása, az úgynevezett g-állandók segítségével, a [3]-ban bemutatott módon történik. A hagyományos LC-szűrők elemeinek hangolt tápvonalakkal történő helyettesítésére több módszer is létezik. Leggyakrabban a negyedhullámú rezonáns tápvonalakat alkalmazzák, de vannak olyan tervezési módszerek amelyekben  $\lambda/8$ , illetve a  $\lambda/2$  hosszúságú tápvonalakat alkalmazzák. Azt azonban le kell szögeznünk, hogy amennyiben a koncentrált elemeket elosztott paraméterű tápvonalakkal helyettesítjük, azok csak egy viszonylag szűkebb frekvencia tartományban mutatnak az eredeti LC-szűrőhöz hasonló jellemzőket. Másik különbség a két megvalósítási forma között, hogy a tápvonalak különböző módusokban is rezonálhatnak, tehát ahol az eredeti LC-szűrőnek záró tartomá-



1. ábra. Mikroszalagvonalas rezonátor származtatása koncentrált elemekből, a Kuroda-Levy azonosság alapján

nya volt, a tápvonalakból kialakított szűrő ott is mutathat áteresztő jelleget.

Mint a bevezetőben említettük, a szokásos mikrohullámú szűrők elegendően nagy szelektivitás esetében, a viszonylag alacsony frekvencia miatt nagyon terjedelmesek lennének. A méretes csökkentése érdekében a szokásos LP-HP diplexer kapcsolás helyett, a magasabb üzemi frekvenciára, 435 MHz-re, készítettünk egy sávszűrő-sávzáró (BP-BS) szűrő párból kialakított diplexert. Az egyszerűség kedvéért mindkét csatorna szűrőt azonos hosszúságú, negyedhullámú mikroszalagvonalakból alakítjuk ki. A szűrők teljes kapcsolásának bemutatása előtt vizsgáljuk meg az egyik legegyszerűbb szelektív áramkör, egy soros rezgőkör mikrohullámú (elosztott paraméterű) megvalósításának lehetőségeit. A soros LC-tagot és ennek mikrohullámú változatát mutatjuk be az 1. ábrán. Az 1.a ábra a koncentrált LC-szűrőt (egy sönt ágba kapcsolt soros rezgőkört) ábrázolja. Az 1.b ábra az eredeti szűrő párhuzamos vezetékekből kialakított mikrohullámú ekvivalens kapcsolását mutatja. Az ilyen tápvonalakat a rádióamatőrök *Lecher-vezetékek* is szokták nevezni. Az induktív tagot egy negyedhullámú rövidzárt tápvonallal, míg a kapacitást egy szakadással lezárt, szintén negyedhullámú tápvonallal helyettesítjük. A közös rezonancia frekvencia megegyezik az eredeti LC-szűrő  $f_0$  frekvenciájával. A szűrőtervező programokban, a koncentrált elemeknek megfelelő tápvonalszűrőket gyakran ebben a formában ábrázolják. Ezeket a párhuzamos vezetékeket nagyon körülmenyes lenne mikroszalagvonalakból, nyomtatott áramkörként kialakítani. Ezért a mikrohullámú szűrők tervezési gyakorlatában használatos egyik *Kuroda-Levy* azonosság felhasználásával átalakítjuk azokat, két különböző impedanciájú, sorosan kapcsolt negyedhullámú tápvonallá, az 1.c ábrának megfelelően. Ez a kapcsolás már egyszerűen realizálható nyomtatott áramköri kivitelben. A transzformálás matematikai összefüggéseivel e közleményben nem foglalkozunk, mert a szükséges impedanciákat a szimulátor optimalizáló funkciója segítségével fogjuk meghatározni. A  $Z_A$  a rezgőkör induktív, a  $Z_B$  pedig a kapacitív tagja. Microstrip vonalak esetében a fizikai hossz és az elektromos hossz között jelentős eltérés tapasztalható, a dielektromos állandó által okozott rövidülési



2. ábra. Negyedhullámú rezonáns tápvonalakból és impedanciainverterekből felépített 435 MHz-es sávszűrő

tényező miatt. Minél nagyobb a dielektromos állandó, annál rövidebb fizikai méretek adódnak. Ebből a szempontból előnyös az FR-4-es hordozó alkalmazása ( $\epsilon_r = 4,5$  átlagos értéket választottuk  $f = 450$  MHz-en) [4].

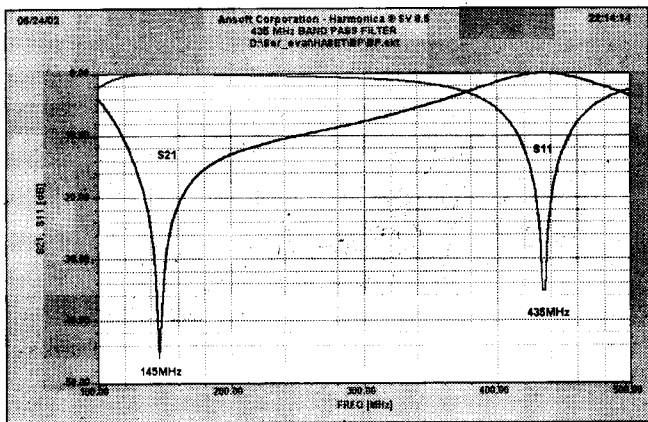
A soros rezgőkörhöz hasonlóan, a szükséges transzformációk elvégzése és a különféle ekvivalenciák felhasználásával, egyszerű tápvonalszakaszokkal megvalósítható a párhuzamos rezgőkör is. Az L- és a C-elemek egy adott frekvenciasávban egy-egy adott impedanciájú tápvonallal még egyszerűbben helyettesíthetők. Így a koncentrált paraméterű hálózatok alapján létrehozhatók azok keskeny sávban realizálható, mikrohullámú ekvivalens kapcsolásai. A mikrohullámú szűrők realizációjának legegyszerűbb módja a kisméretű helyettesítő áramkör egyes elemeinek közvetlen mikrohullámú megvalósítása lenne. Ez a gyakorlatban többnyire nem kivitelezhető. Egy létrakapcsolású szűrő soros és sönt ágainak reaktanciáit közvetlenül összekapcsolva, a magasabb módusokon keresztül csatolások lépnek fel, tehát ezeket szét kell választani egymástól. További fontos tényező, hogy a sönt ágak könnyebben realizálhatók, mint a soros tagok, tehát a létrakapcsolás elemeit célszerű csupa sönt ágáá átalakítani. A fenti szempontok szerinti átalakításokat egy új elem, az *inverter* teszi lehetővé. Az ideális inverter egy szimmetrikus, reaktáns négy pólus, amely a lezáró impedanciát (vagy admittanciát) áttranszformálja, és minden frekvencián negyedhullámú tápvonalszakaszként viselkedik, tehát  $90^\circ$ -os fázistolást valósít meg. A mikrohullámú gyakorlatban megkülönböztetünk impedancia- és admittancia-invertereket. Az inverterek másik nagyon fontos tulajdonsága az elemek szétválasztásán kívül, hogy a sönt elemeket soros elemekké, a sorosakat pedig párhuzamos elemek-

ké transzformálják. Így inverterek beiktatásával a nehezen realizálható elméleti kapcsolásokból is létre tudunk hozni fizikailag megvalósítható áramköröket.

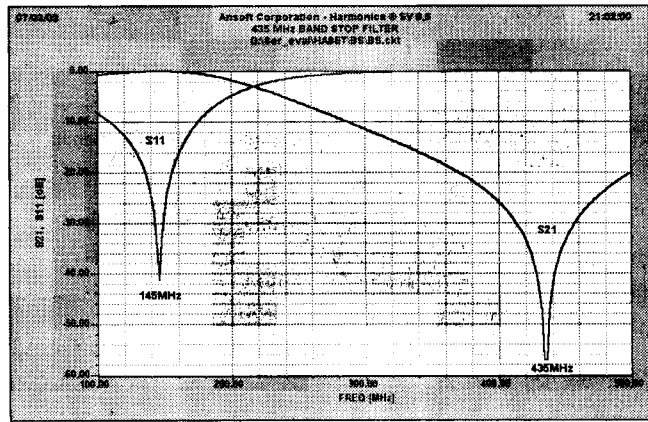
Miután röviden összefoglaltuk a csatornaszűrőink vizsgálatához elengedhetetlenül szükséges elméleti alapokat, vizsgáljuk meg a 2. ábra szűrőjét. E szűrő valamennyi eleme negyedhullámú tápvonalszakaszokból áll. Fizikai hossz méretük helyett villamos fokokban adtuk meg a hosszukat. Így természetesen frekvencián vizsgálhatjuk az áramkör működését, és az mindig a negyedhullámú tápvonalak jellegzetességeit mutatja. Az elméleti tápvonalszakaszok adatainál az elektromos hossz mellett megadtuk az aktuális üzemi frekvenciát is (435 MHz). A két 50 Ohm-os mikrohullámú kapu között találjuk az 1. ábrán bemutatott, soros rezgőkörnek tekinthető, ZL1 és ZC1 negyedhullámú tápvonalakból kialakított rezonáns kört. A ZL1 rövidzárt, negyedhullámú tápvonalként tisztán induktív, míg a ZC1 nyitott negyedhullámú szakaszként tisztán kapacitív reaktanciaként viselkedik (az alkalmazott jelölésekkel erre utalunk). Mivel a ZC1, egy végén nyitott negyedhullámú tápvonal, a másik vége rövidzárként terheli a ZL1-et. A ZL1 felső végének helyes illesztését, illetve a szükséges elválasztást a ki- és a bemeneti kapuktól a Z1-Z2 inverterek biztosítják. Valamennyi tápvonal impedanciáját széles tartományon belül változtathatóan adtuk meg, majd a szimulátor optimalizáló funkciója segítségével fogjuk meghatározni értékeiket.

A sönt ág a tápvonal elmélet alapján 435 MHz-en rezonanciát mutat. A végén nyitott szakasz miatt ezen a frekvencián maximális az impedanciája, tehát minimális beiktatási csillapítást okoz. Az ettől eltérő frekvenciákon pedig meredeken vág. A korábban bemu-





3. ábra. A 435 MHz-es sávszűrő csillapításmenete (S21) és bemeneti reflexiója (S11)



5. ábra. A 435 MHz-es sávzáró szűrő csillapításmenete (S21) és bemeneti reflexiója (S11)

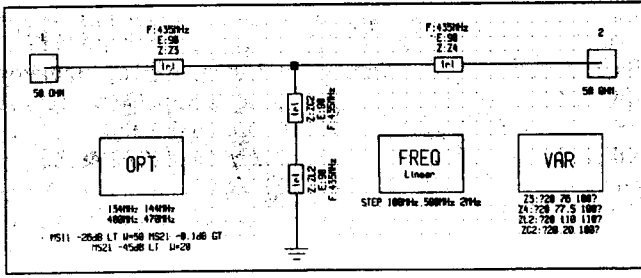
tatott Kuroda-Levy azonosság alapján belátható, hogy a ZL és ZC soros kapcsolása nem egyenértékű egy félhullámú tápvonalal, mert impedanciáik különbözőek. A két inverter is rezonáns elemnek tekinthető, tehát az elválasztáson és az illesztésen kívül jelentős szerepet játszik a szükséges szelektivitás kialakításában is. Amennyiben a diplexert mintapéldánkunk megfelelően, sávszűrőből és sávzáró szűrőből állítjuk össze, akkor a két szűrő sávszélességét nem kell túl keskenyre választani (ez a tervezés szempontjából előnyös), de a záró tartományban (145 MHz-en) jelentős csillapítást kell elérni. Ezt az OPT tömbbe beírt követelményekkel tudjuk elérni. A tömb paramétereit a *property* párbeszédés ablakban adhatjuk meg. Az első sorba a sávzáró tartomány frekvenciáit írjuk be, a harmadikba pedig az ebben a tartományban megkívánt zárócsillapítást (S21) és a reflexiócsillapítást (S11) dB-ben. A második sorban az áteresztősávot adtuk meg, az ehhez tartozó beiktatási csillapítás értéke 0,1 dB, a reflexiócsillapítás pedig a zárótartománnyal megegyezően 35 dB. Mivel az optimalizálás során az egyes követelmények többnyire egymásnak ellentmondóak, ezért a W-

tényező segítségével adjuk meg az egyes szempontok súlyozását (fontosságát). Amennyiben nem a megfelelő görbét kapjuk eredményül, akkor változtathatunk az egyes követelményeken, vagy azok súlyozásán. A változókat a VAR tömb tartalmazza.

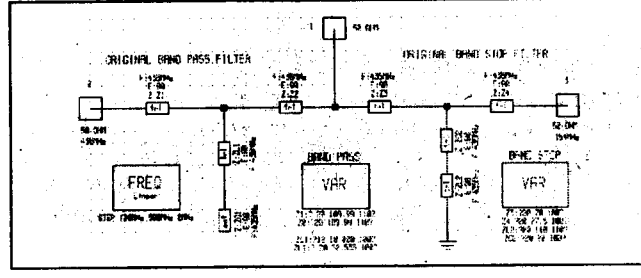
Valamennyi impedancia széles tartományban változhat az optimalizálás során. Az itt megadott értékek a gyakorlati megvalósításnál alkalmazott FR-4-es hordozón realizálható minimális és maximális impedanciáknak felelnek meg. Amennyiben az induktív elemnél ennél nagyobb impedanciát engedünk meg, akkor túl keskeny, tehát nehezen elkészíthető tápvonalat kapunk eredményül. Ha a kapacitív impedancia minimális értékét 18 Ω alá csökkentenénk, akkor valamivel rövidebb, de túlzottan széles tápvonalakat kapnánk, amelyek tovább növelnék a szűrő méreteit. Általában célszerű ezeket az impedanciákat alsó és felső korlátként alkalmazni, a könnyebb realizáltság érdekében. Azt azonban meg kell jegyeznünk, hogy ha a minimum és maximum értékeket szélesebb határok között adjuk meg, akkor kedvezőbb tulajdonságú szűrőkhöz juthatunk, de mindig a gyárthatóság korlátait kell

előtérbe helyezzünk. Más hordozó esetében a fenti értékek természetesen módosulnak.

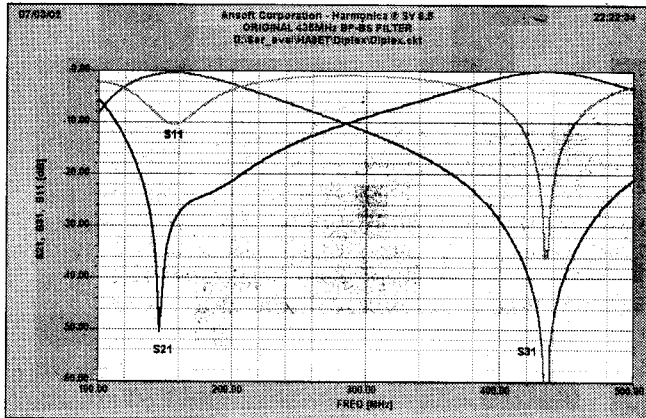
A kapcsolási rajzon szereplő **FREQ** (linear) tömb egy virtuális vobulátor, amely segítségével, ebben a beállításban 100 MHz és 500 MHz között vizsgálhatjuk a szűrőt. Az analízis elvégzése után a lineáris optimalizálás ikonjára kattintva, a program gyakorlatilag azonnal kiszámítja a megadott feltételeknek leginkább megfelelő impedanciák értékeit. Az optimalizált értékek a VAR tömb középső számértékei. Megfigyelhető, hogy az inverterek a megengedettnél nagyobb, a ZC1 pedig annál kisebb értéket kívánna. A fentebb leírt okok miatt ezt nem engedjük meg. Az így kialakított szűrő is megfelel az elvárásainknak, jelleggörbéit a 3. ábrán mutatjuk be. Jól látható, hogy az áteresztő sáv eléggé széles, gyakorlatilag nulla a beiktatási csillapítás (S21) és a reflexiócsillapítás (S11) jobb mint 30 dB. A zárócsillapítás is rendkívül kedvező, 145 MHz-en jobb mint 45 dB. Mindezt két inverterrel és két rezonáns körrel értük el, a kapott szűrő pedig kvázi-elliptikus jelleget mutat. Ha a két negyedhullámú soros tápvonal helyett csupán egyet használnánk, akkor a me-



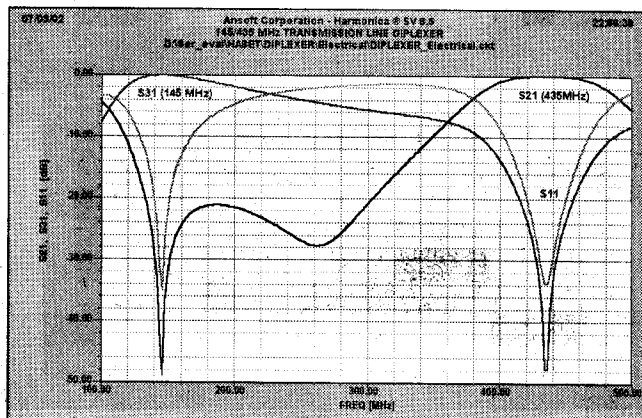
4. ábra. Negyedhullámú rezonáns tápvonalakból és impedancia-inverterekből felépített 435 MHz-es sávzáró szűrő



6. ábra. Az ideális tápvonalakból kialakított diplexer kapcsolási rajza optimalizálás előtt



7. ábra. A két szűrő összekapcsolásából kialakított diplexer jelleggörbéi



9. ábra. Az ideális tápvonalakból kialakított optimalizált diplexer jelleggörbéi

redék elliptikus jelleg helyett egy sokkal kevésbé meredek levágású szűrőhöz jutnánk. Elmondhatjuk, hogy a drága szűrőtervező megvásárlása nélkül is, kiváló tulajdonságú és könnyen realizálható szűrőt terveztünk a Sere-nade program segítségével.

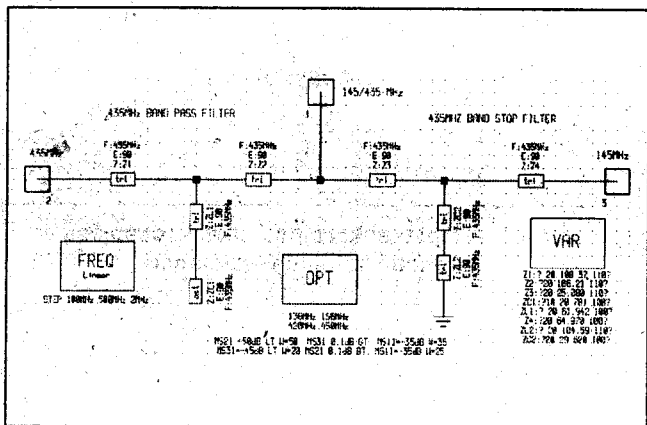
A fenti példa alapján megtervezzük a diplexer sávzáró szűrőjét is. A két kapcsolás nagyon hasonló, csupán az az egyetlen különbség közöttük, hogy a sönt ágat most leföldeljük. Ezáltal helyet cserél egymással a kapacitív és az induktív tagot realizáló két negyedhullámú rezonáns tápvonal. Tehát ahol az előző szűrőnek záró tartománya volt, most oda kerül az áteresztő sáv és fordítva. A sávzáró szűrő kapcsolása a 4. ábrán, míg jelleggörbéi az 5. ábrán láthatók. Az tápvonalak impedanciáinak jelölését úgy választottuk meg, hogy a két szűrő összekapcsolása után se kelljen megváltoztatnunk azokat. A ZL2 és a ZC2 impedanciák szélsőértékeit most is gyártástechnológiai szempontok alapján határoltuk be, mert az

optimális értékek ezektől kissé eltérnének. A nyitott tápvonal helyett a rövidre zárt tápvonal alkalmazása a rezonáns körben, értelemszerűen ellentétes jelleggörbéket eredményezett. Az OPT tömbben ennek megfelelően adtuk meg a szükséges adatokat. A sávzáró szűrő jellegéből következik, hogy keskenyebb sávzélességű, de illesztése és vágási karakterisztikája optimalizálás után az előző szűrőhöz hasonló jellemzőket mutat (figyelembe véve a zárási és az áteresztési tartomány felcserélését).

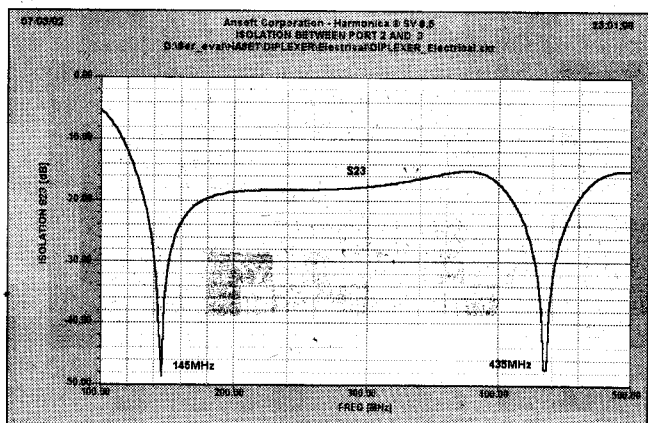
### Ideális negyedhullámú tápvonalakból kialakított diplexer

A 2. és a 4. ábra külön-külön optimalizált szűrőit a 6. ábrán közösítettük, és így kialakítottuk a diplexert. A kapcsolat kétkapusból háromkapussá változott, ennek megfelelően át kellett számoznunk a mikrohullámú portokat. A vágólapp segítségével a Windowsban megszokott módon másoltuk be a két

kapcsolás elemeit az új kapcsolásba. A könnyebb érthetőség és az összehasonlíthatóság érdekében meghagytuk mindkét szűrő saját VAR tömbjét és az elemek eredeti jelöléseit. Az így kialakított kapcsolás analízisét a 7. ábrán figyelhetjük meg. A [2 és 3]-ban ismertetett elemzések alapján számíthatunk rá, hogy a két szűrő egymásra hatása következtében nem a megfelelő diplexer jelleggörbét kapjuk eredményül. Valóban itt is megfigyelhető az átviteli függvények kismértékű torzulása (S21 és S31), de sokkal kevésbé, mint a koncentrált elemekből felépített szűrők esetében. Ez a jó elválasztást biztosító invertereknek köszönhető. Egyedül a 145 MHz-es üzemi frekvencián az illesztés (S11) elfogadhatatlan értékű. Elsődlegesen ennek javítását tűzzük ki célul, de kis mértékben a többi jellemzőn is javíthatunk még, ha ezt a kapcsolást is optimalizáljuk. Megvizsgálva a görbéket, a szükséges korrekcióknak megfelelő új értékeket írunk be az OPT tömbbe. Ha az ikonsorban bekapcsol-



8. ábra. Az optimalizált diplexer kapcsolási rajza



10. ábra. A két csatorna közötti elválasztás görbéje

juk az akkumulátor funkciót, akkor minden változtatás eredménye különböző színekkel megjelenik a képernyőn, így ki tudjuk választani a számunkra legkedvezőbb megoldást.

Mivel előzőleg már úgy jelöltük a két csatorna szűrő elemeit, hogy azok az egyesítés után, a diplexer jelölési rendszerével megegyezzenek, így a két VAR tömböt is egyesíthetjük. Ebben most már az összes tápvonal impedanciáját beírhatjuk és a megadott határok között a program elvégzi az analízis után az optimalizálást. A 8. ábrán az új feltételek alapján optimalizált szűrő kapcsolási rajza látható. A két szűrő nem független egymástól, ezért ha az optimalizálás során bármelyik impedancia megváltozott, az maga után vonja a többi változását is. Most is a VAR tömb középső száma jelenti az optimalizált impedanciákat. A tápvonalak hosszát és rezonanciafrekvenciáit nem vontuk be a változók közé, tehát a diplexer azonos hosszúságú inverter-rezonátor típusú szűrőkből épül fel. Az optimalizálás többszöri elvégzése után a 9. ábra jelleggörbéit kaptuk eredményül. Mindkét frekvencián közel 50 dB a zárócsillapítás, beiktatási csillapítások gyakorlatilag nincsenek, a diplexer illesztése pedig egy ideális lezáráshoz hasonlítható. A 10. ábrán külön analizáltuk a két üzemi frekvencián a két kimeneti kapu közötti elválasztást. A közel -50 dB-es értékek szintén nagyon kedvezőek, többszörösen felülmúlják a gyári diplexereken mérhető értékeket. Ezek a kiváló tulajdonságok annak köszönhetőek, hogy mindegyik tápvonalat ideális, veszteségmentes

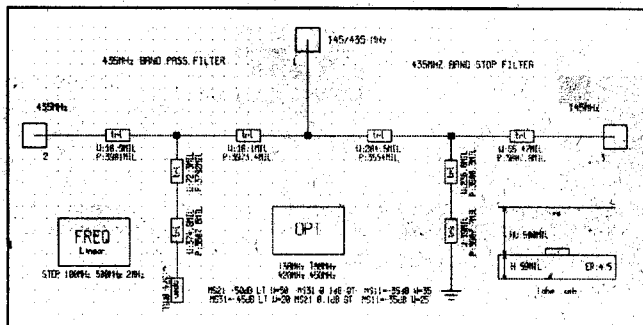
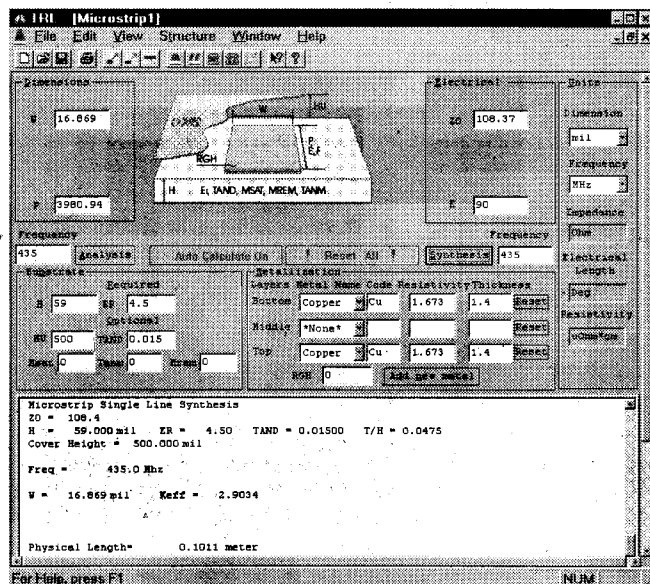
vonalként tekintettük. A diplexer még ezüstözött szalagvonalakból, légdielektrikummal kialakítva is csak közelítene az itt bemutatott jelleggörbékhez. Elkészítése nagyon költséges lenne, méretei is meghaladnák az elfogadható értékeket. Az elméleti vizsgálódások után a megfelelő gyakorlati megvalósítás lehetőségét kell megkeresnünk.

### A diplexer fizikai megvalósítása I.

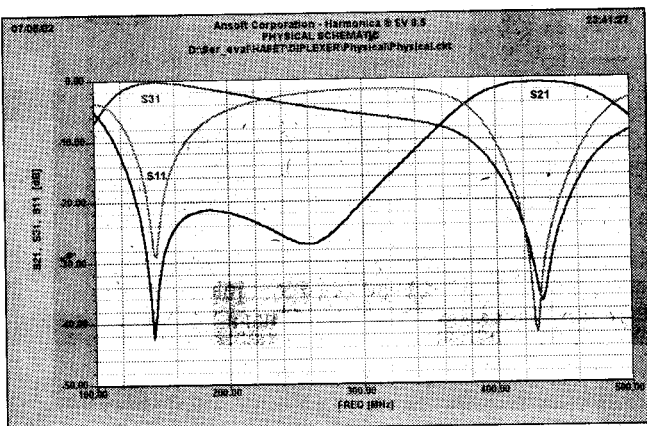
A Serenade student verziójában is megtalálható a *TOOLS* („eszközök”) menüben, a rendkívül hasznos *Transmission Lines* segédprogram. Ennek segítségével, az elméleti tápvonalszakaszokat átszámíthatjuk különböző struktúrákban (srtipline, microstrip, coplanar, koaxiális kábel), valóságos tápvonalakká, tetszőleges hordozón kialakítva. Természetesen szegényesebb a választék, mint a professzionális változatnál, de a leggyakoribb feladatok megoldáshoz ezek a lehetőségek is elegendőek. A szűrőt FR-4-es üvegszál hordozón alakítjuk ki. Ennek adatait elegendő egyszer beírni, és ezután az impedanciát és az elektromos hosszát megadva, megkapjuk a tápvonalak fizikai méreteit (W: szélesség, P: hosszúság). Természetesen fordítva is működik a program, tehát a fizikai méretekből visszaszámolhatjuk az elektromos adatokat. Választhatunk metrikus és col (1 col = 1 inch = 1000 MIL) méretek között. A 11. ábra ernyőképről leolvashatjuk az FR-4-es hordozó adatait, amelyekkel az összes további analízist végeztük, és megfigyelhetjük a Z1 jelű tápvonal (inverter) adatainak

átszámítását valóságos tápvonallá. A segédprogram önállóan is használható, illetve a vizsgált hordozó paramétereit exportálni lehet magába a szimulátor programba is. Miután egyenként kiszámítottuk valamennyi tápvonal fizikai jellemzőit, megrajzolhatjuk az új kapcsolási rajzot. Az elméleti tápvonalak helyett az elemkönyvtárból, a „fizikai” kapcsolási rajzjeleket kell választanunk, továbbá a „Substrate Media” (MS) elemet is el kell helyeznünk a rajzon. Ez reprezentálja magát a hordozót és a rajta kialakított tápvonalstruktúrát (esetünkben microstrip-et FR-4-en). Kiindulásként mindegyik tápvonal fizikai méreteihez a kiszámított értékeket írjuk be MIL-ben, mert a nyáktervező programok többsége és a gyártók is ezt a mértékegységet használják. Ennek technikortörténeti okai vannak, ugyanis az első nagy sorozatban gyártott IC-k kivezetései 0,1 inch-es, azaz 100 MIL-es raszterhálóra illeszthetők rá.

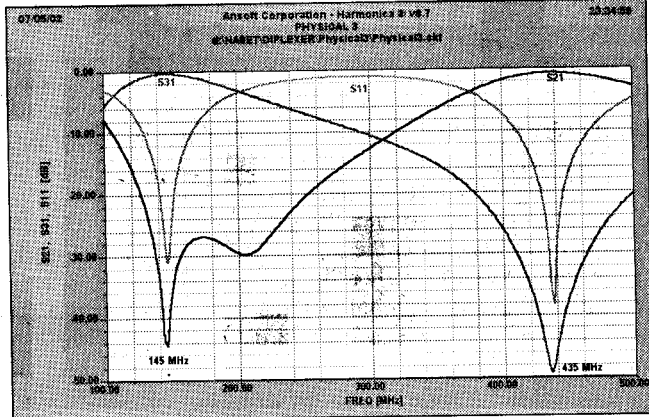
Elhelyeztük a 12. ábra kapcsolási rajzán az OPT tömböt is, a későbbi optimalizálás lehetőségének biztosítása érdekében. A TRL segédprogram nagyon pontos. Figyelembe veszi a galvanizálás során kialakuló többrétegű fémezéseket, a szűrő tápvonala és a doboz fedelének távolságát stb., tehát joggal várhatnánk el, hogy az analízis elvégzése után a 9. ábrával azonos jelleggörbéket kapjunk. Ehhez képest a 13. ábra jelleggörbéi kisebb eltéréseket mutatnak. A kapcsolást megvizsgálva láthatjuk, hogy a ki- és a bemeneti kapuk között, négy sorosan kötött inverter található. Ezek együttes



11. ábra. A „Transmission Line” segédprogram jellegzetes ernyőképe (FR-4-es hordozó adataival)



13. ábra. A 12. ábra diplexerének jelleggörbéi



15. ábra. Az optimalizált diplexer jelleggörbéi

hossza több mint 400 mm. 435 MHz-en egy ilyen hosszú, FR-4-en kialakított tápvonal kimutatható veszteségű. 435 MHz-en ezért jól látható az S21 görbén a beiktatási csillapítás. 145 MHz-en jóval kisebbek a veszteségek, ezért ott a beiktatási csillapítás nem ennyire szembetűnő (S31). Természetesen a hasonló hosszúságú, sőt kapcsolású rezonáns elemeknek is van vesztesége, ami egyrészt a beiktatási csillapítást, másrészt a szelektivitást és az illesztést befolyásolja. Van azonban egy ennél komolyabb probléma, amit a student verzió már nem tud kezelni.

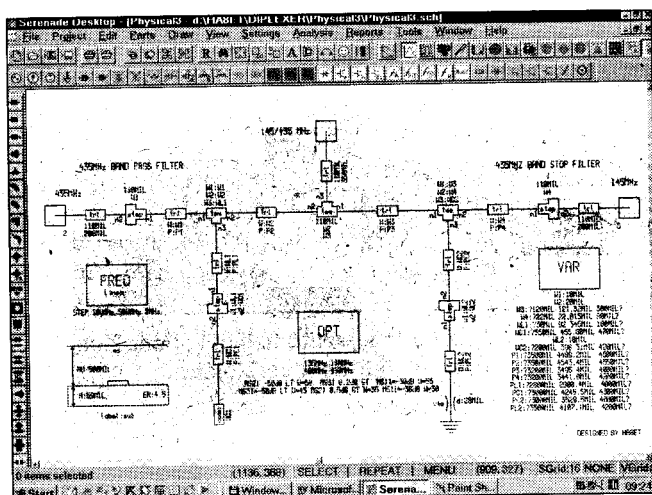
A különböző impedanciájú vonalak más-más szélességűek, itt egy-egy lépcsős átmenet keletkezik. Ilyen csatlakoztatásánál mezőtorzulások lépnek fel, amelyeket kompenzálni kell. Ugyancsak mezőtorzulások keletkeznek a tápvonalak elágaztatásánál (kapcsolásunkban csak T-elágazások for-

dulnak elő). A szükséges kompenzálókat vonalcsonkokkal, vagy a csatlakoztatott tápvonalak hosszának módosításával lehet elvégezni. A student verzió csak a szakadással lezárt (nyitott végű) tápvonal-kompenzálást és a sarok elemnél (*bend*) fellépő diszkontinuitás-kompenzálást tartalmazza. Ezért helyeztünk el a 435 MHz-es sávszűrő rezonátorának nyitott végén egy, a tápvonallal megegyező szélességű, de zérus hosszúságú *OPEN* elemet. 435 MHz-en a szükséges kompenzálások hiányában már hiába optimalizálnánk a diplexert, a szimulátor görbéi ugyan megfelelőek lennének, de nem vágnának egybe a mérési eredményekkel. Tehát a student verzió lehetőségeit kimerítettük. Pontosabb eredmények elérése érdekében, vagy több prototípus elkészítése után mérési sorozatok és korrekciók szükségesek, vagy pedig a professzionális verzióval kell a terve-

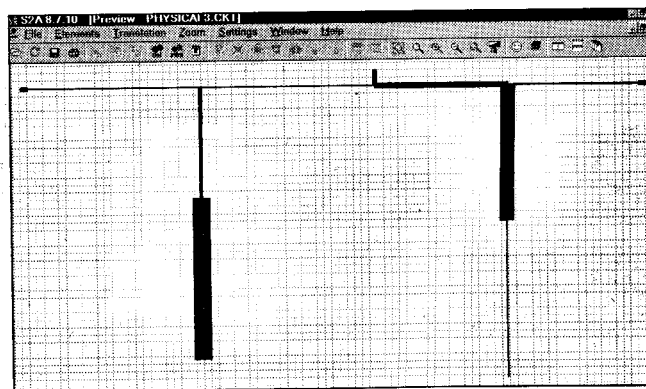
zést folytatni. Mi az utóbbit választottuk, hogy röviden bemutathassuk a két verzió közötti különbségeket.

### A diplexer fizikai megvalósítása II.

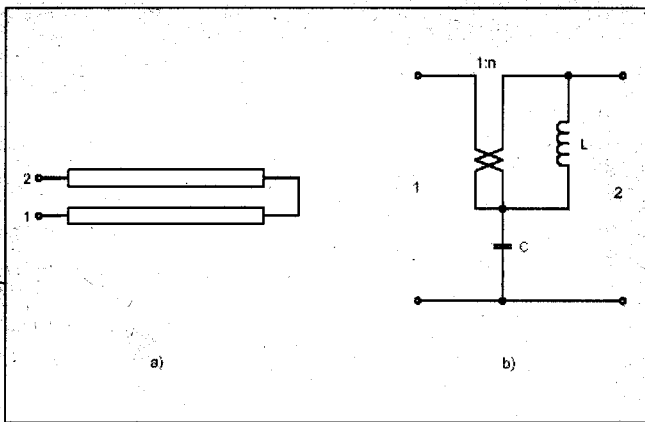
A kapcsolási rajzot nem kell újra rajzolni a *Serenade Design Suite v8.7*-ben, mert az felülről kompatibilis a student verzióval. A meglévő rajzot bemásolhatjuk a vágólapon keresztül, vagy közvetlenül megnyithatjuk *open project*-ként a v8.7 menüjéből. Ezután a hiányzó kompenzálások elvégzése érdekében, a szükséges helyekre beiktatjuk a *STEP* (lépcsős átmenet) és a *TEE* (T-elágazás) elemeket. Az 1-gyel jelölt közös kapu számára is készítünk egy 50 Ω-os csatlakozó-tápvonalat. A pontosabb optimalizálás érdekében, az összes tápvonal valamennyi fizikai jellemzőit beírtuk a VAR tömbbe. A szimbólumok mellett, ennek megfelelően a számértékek helyett, csupán a jelöléseket írtuk be. Az azonos hosszú-



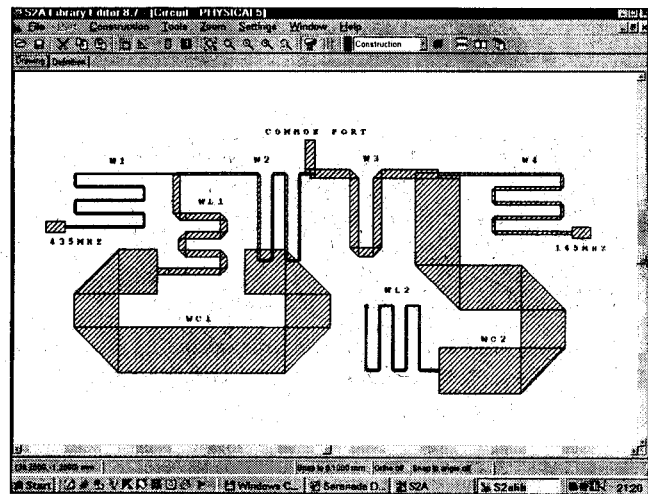
14. ábra. A diplexer pontos modellezése a Serenade v8.7 programban



16. ábra. A diplexer nyomtatási rajza az S2A LAYOUT programban. A rács 5 × 5 mm-es



17. ábra. Az adott elrendezésű csatolt tápvonalszakasz helyettesítő képe



18. ábra. Az optimalizált elektromos paraméterekkel rendelkező diplexer nyák-rajza az S2A Layout grafikus szerkesztőjében, a 6. ábra jelöléseivel. Az adott elrendezés a gyakorlatban használhatatlan

ságú, negyedhullámú tápvonalak alkalmazásáról azért kellett lemondanunk, hogy a mezőtorzulások kompenzálását a hosszmeérek korrigálásával el tudja végezni a szimulátor. A kész kapcsolási rajzot, a közbülső lépések részletes bemutatása nélkül, a 14. ábrán láthatjuk. Ezt az áramkört analizáltuk, majd optimalizáltuk. A nagyobb pontosság érdekében a YIELD optimalizálás random üzemmódját ötször egymás után elvégeztük. Ez egy lényegesen gyorsabb optimalizálási lehetőség, mint amit a student verzió tartalmaz. Végeredményül a 15. ábra jelleggörbéihez jutottunk, amelyek nagyon hasonlítanak a 9. ábra görbéihez. Egyetlen különbség közöttük, a veszteséges, „fizikai” tápvonalak által okozott beiktatási csillapítás, amely a dielektromos veszteségek frekvenciafüggése miatt 435 MHz-en lényegesen nagyobb, mint 145 MHz-en, de még így is 0,7 dB alatt maradt. A diplexer, jelleggörbéi alapján tökéletesen kielégíti a bevezetőben megfogalmazott villamos jellemzőkkel szemben támasztott követelményeket, ezért meg kell vizsgálnunk fizikai realizálhatóságát. A Serenade professzionális verziója, a beépített S2A LAYOUT program segítségével, a kötélistából automatikusan elkészíti a nyomtatott áramkör rajzolatát.

Kihasnálva e kedvező szolgáltatást, a 16. ábrán bemutatjuk a diplexer mesterfóliájának ernyőképét. A kedvező villamos tulajdonságokat biztosító áramkör fizikai méretei még annak ellenére is rendkívül nagyok, hogy 435 MHz-es BP-BS szűrőkből alakítottuk ki a diplexert, tehát nem tartalmaz 145 MHz-es negyedhullámú tápvonalakat. A méretek könnyebb megbecsülése érdekében bekapcsoltuk az

5 × 5 mm-es rácsot. A diplexert csak egy meglehetősen nagy méretű, 418 × 207 mm-es nyák-lapon tudnánk elkészíteni. Az [5 és 6]-ban bemutatunk egy eljárást, hogy az egyes tápvonalszakaszok hosszát miként lehet csatolt vonalakká átalakítva, jelentős mértékben lecsökkenteni. Célunk az, hogy a diplexer egyes tápvonalszakaszainak „összehajtogatásával” és kedvező elrendezésével az egész áramkört el tudjuk helyezni egy 148 × 74 mm-es névleges méretű, szabványos ónozott bádoglemezdobozban.

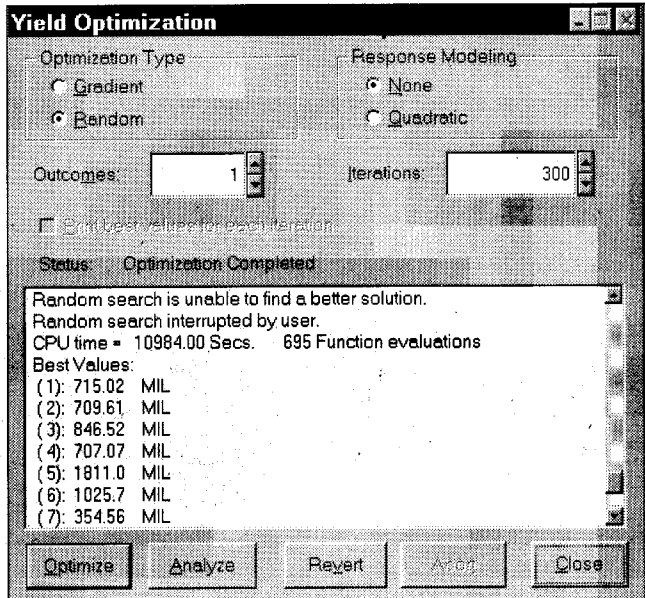
### A diplexer fizikai megvalósítása III.

A korábbi analízisek során láthattuk, hogy nemcsak a diplexer két szűrője hat kölcsönösen egymásra, hanem mindegyik tápvonalszakasz befolyásolja a többi működését is. Már előre elmondhatjuk, hogy ha „összehajtogatunk” egy adott hosszúságú tápvonalat, az nem helyettesíti az egyes szakaszok és a sarok elemek méretének összegeként kiadódó, eredeti tápvonalat. Csatolt homogén tápvonalszakaszok alkalmazásával nagyszámú ekvivalens kapcsolás állítható elő. Ekkor a csatolt tápvonalszakaszokat kétkapuként (négy-pólusként) használjuk fel, a másik végüket földelhetjük, szakadással zárhatjuk le, vagy sorba köthetjük azokat. Mintapéldánkban ez utóbbi elrendezést használjuk. Ennek legegyszerűbb változatát, a két csatolt vonalas megoldást, és annak ekvivalens kapcsolását mutatjuk be a 17. ábrán. A hosszú tápvonalak miatt nekünk többszörösen

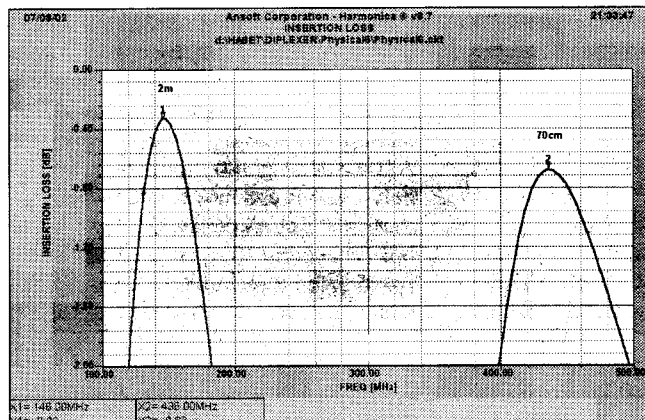
csatolt vonalakkal kell dolgoznunk, ezért esetünkben ennél jóval bonyolultabb a helyzet. Ilyen összetett áramkörnél egyszerre mindig csak egyetlen tápvonalat alakítunk át csatolt vonallá, a többit változatlanul hagyjuk. Az átalakítás után minden esetben elvégezzük a szükséges optimalizálásokat. A helyettesítő képben szereplő L- és C-elemek miatt, az eredetileg egység elemekből (negyedhullámú inverterekből) felépülő szűrő tápvonalainak hossza is jelentős mértékben változhat, a csatolt vonalas helyettesítések következtében.

Ezután megvizsgáljuk, hogy az adott dobozban hogyan helyezhető el az áramkör, hová esnek a csatlakozások, nem alakulnak-e ki káros csatolások az egyes tápvonalak között, elegendő távolság marad-e a doboz fala és a tápvonalak között. Legtöbbször ezek egymásnak ellentmondó követelmények. Amikor a mechanikai elrendezés megfelelőnek bizonyul, akkor általában valamelyik elektromos paraméter miatt kell megváltoztatni a konstrukciót vagy fordítva. Utána lehet előlről kezdeni a munkát. Egy ilyen esetre mutatunk be példát a 18. ábrán, az S2A Layout program grafikus szerkesztőjében. A könnyebb azonosíthatóság érdekében itt is a 6. ábra elvi rajzán bemutatott jelöléseket alkalmaztuk az egyes tápvonalaknál. A kifogástalan elektromos jellemzők egy megvalósíthatatlan elrendezést eredményeztek, mert a WC2 kapacitív vonal bele lóg a W2 jelzésű inverterbe, tehát a rendelkezésre álló területen, más elrendezéssel kell az áramkört kialakítanunk. A

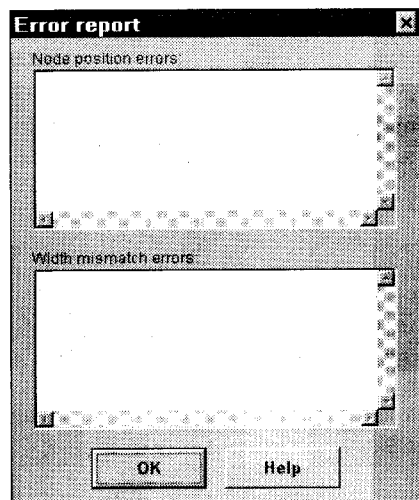




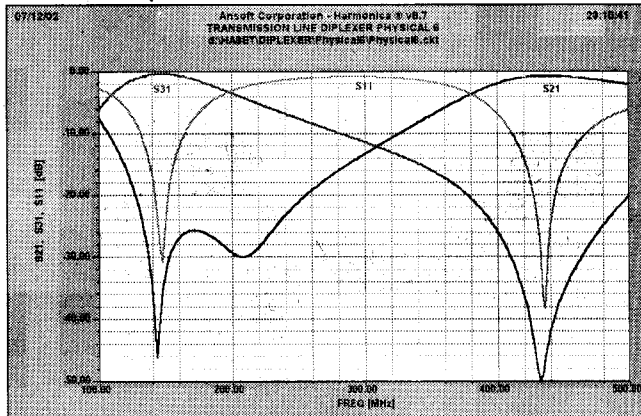
19. ábra. A teljes áramkör optimalizálásának eredményét és gépedjét mutató párbeszédés ablak



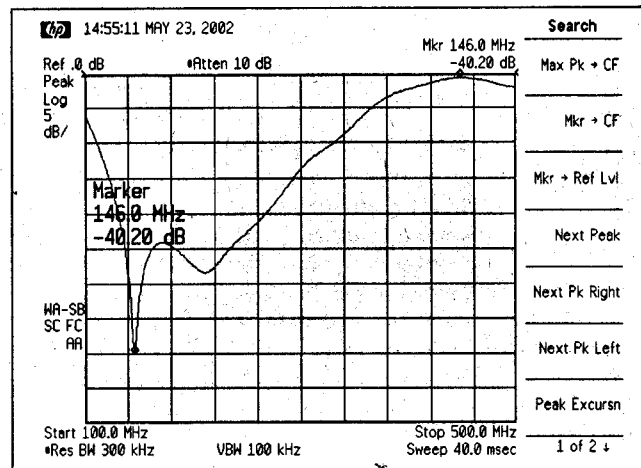
21. ábra. A diplexer beiktatási csillapítása 145 MHz-en és 435 MHz-en



22. ábra. Az S2A Layout program hibaüzenet-ablaka nem jelez semmilyen hibát



20. ábra. Az optimalizált diplexer fizikai megvalósításának átviteli függvényei a Serenade v8.7 programban



23. ábra. Az eredeti diplexer zárócsillapításának mérése 145 MHz-en

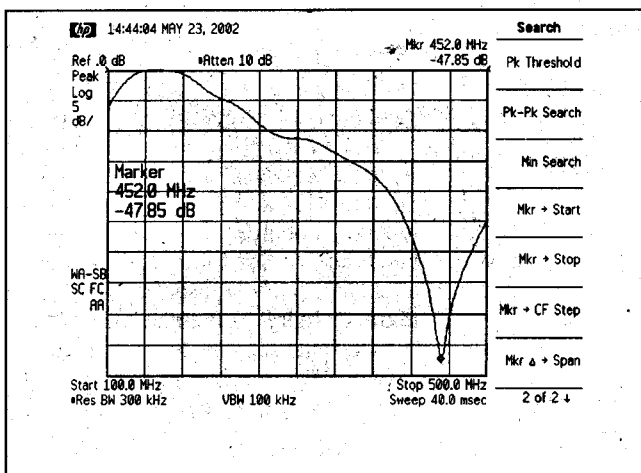
rajzok címfeliratait (physical 1...8-ig) arra utalnak, hogy az adott elektromos tulajdonságokkal rendelkező diplexert nagyon sok variációban el lehet készíteni, ezeket sorra analizáltuk, de közülük csak kevés realizálható a kiindulási követelményeink alapján. Ezért amikor a megoldás közelébe kerülünk, akkor a csatolt vonalak adatainak, a sarokelemek irányítottágának és kisebb-nagyobb soros tápvonalak beiktatásának a variálásával igyekeztünk az fizikai megvalósíthatóság és az optimális villamos jellemzők összhangját megkeresni.

Ezután a kész áramkör valamennyi paraméterét ismét változóként beírtuk a VAR tömbbe, de ekkor már csak 5...10%-os változásokat engedtünk meg az optimalizálás során. Mivel a

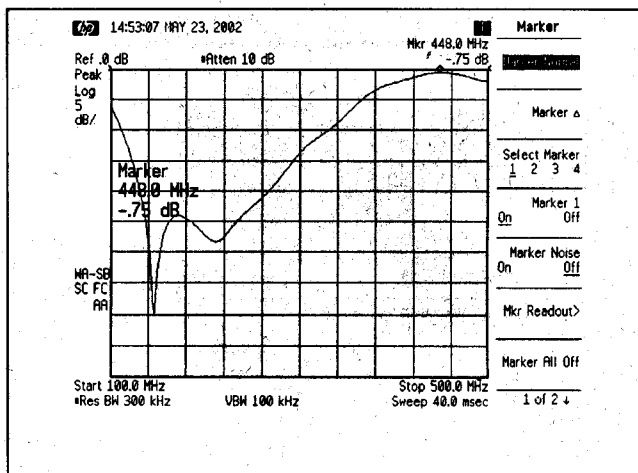
tápvonal csomók rezonancia frekvenciái periodikusan ismétlődnek, ezért nagyobb értékhatárok engedélyezése esetén könnyen átugorhatunk egy másik módusba. Ebben az áramkörben vannak ötszörösen csatolt vonalak is, ami rendkívül hosszadalmas és összetett optimalizálást eredményez. Egy közbülső lépésként kialakított, „physical-7” jelű teljes áramkör optimalizálása, például egy IBM Pentium III-as, 700 MHz-es számítógépen, 256 MiB RAM-mal, 1 GiB virtuális memóriával, a 19. ábra optimalizáló párbeszédés ablaka szerint, valamivel több mint 3 órán át tartott. A fizikai elemmodellekkel optimalizált diplexer átviteli függvényeit a 20. ábrán, a beiktatási csillapításait pedig a 21. ábrán láthatjuk.

Miután többszöri optimalizálás után, elektromos és mechanikai szempontok alapján is megfelelőnek ítéltük az áramkört, az S2A Layout programból átkonvertáltuk a kimeneti fájlt Tan-





24. ábra. Az eredeti diplexer zárócsillapításának mérése 435 MHz-en



25. ábra. Az eredeti diplexer beiktatási csillapítása a 70 cm-es csatornán

go PCB programba, további feldolgozásra. Az S2A program „Error report” hibáüzenet-ablaka a 22. ábrának megfelelően nem jelezett hibát, tehát az egyes tápvonalelemek elhelyezését és összekötését helyesen oldottuk meg. A Tango PCB mesterfilmjéből elkészítettük a prototípust és megfelelő pontosságú műszerekkel megmértük a szimulált paramétereket. E mérési sorozat alapján minősíthetjük az eddig végzett munkánk pontosságát. A közbülső lépések kapcsolási rajzait, a szimulációs görbéket és a nyák-rajzokat terjedelmi okok miatt nem ismertetjük, csupán a mérési eredményeket.

### Mérési eredmények

A „physical-6” fantázianevű diplexer 145 MHz-es zárócsillapítását a 23. ábrán, a 435 MHz-es zárócsillapítását pedig a 24. ábrán láthatjuk. A 25. ábra a 70 cm-es sávban mért beiktatási csillapítást mutatja. E három ábrát hasonlításuk össze a szimulátor 20. és 21. ábrájával. A 145 MHz-es sávban a 40 dB-es csillapítás megfelelő, viszont a 70 cm-es sávban a zárócsillapítás minimuma 435 MHz helyett 452 MHz-re elhangelődött, értéke egyébként kiváló lenne.

A veszteségek frekvenciafüggése miatt elegendő a diplexer beiktatási csillapítását a magasabb üzemi frekvencián ellenőrizni. Az optimalizálásokkal, a 70 cm-en már jelentős veszteségű hordozó ellenére is sikerült alacsony beiktatási csillapítást biztosítanunk, de ennek a legkedvezőbb értéke valamivel az üzemi frekvencia felett mérhető. A markerek mindhárom ábrán a mért értékeket mutatják. A ta-

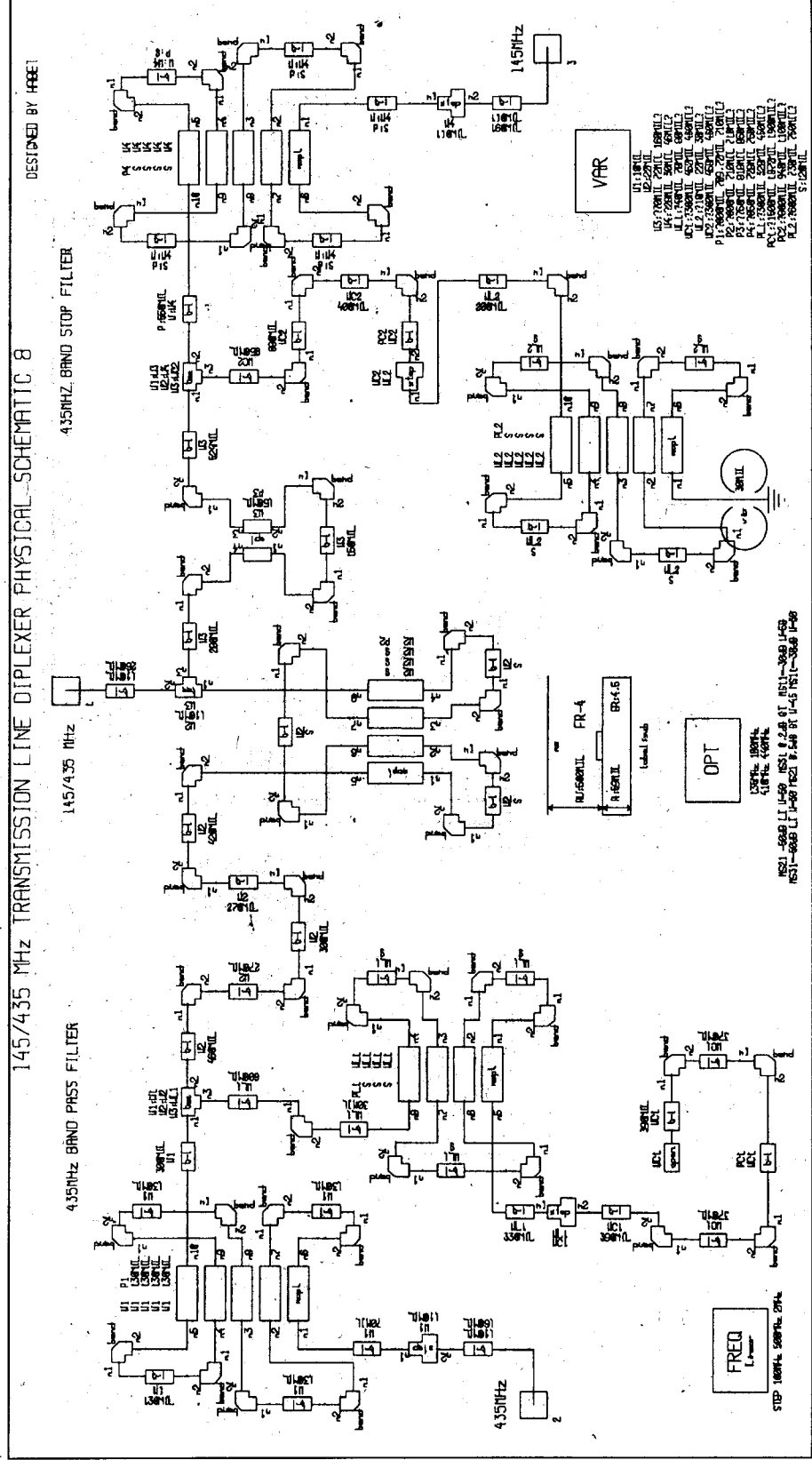
pasztalt hibák elsősorban az FR-4 típusú hordozó nem állandó nagyfrekvenciás adataiban, másodsorban a nem csatolt vonalként vizsgált tápvonalak között kialakult laza csatolásban kerecsendők, amelyeket a szimulátor már nem tud kezelni. A magasabb frekvencián a mért és a szimulált rezonanciafrekvencia közötti eltérés mindössze 3,8%, de a nagyon meredek kvázi-elliptikus jellegű vágási karakterisztika miatt ezt korrigálni kell!

Valamivel pontosabb eredményt érhetnénk el elektromágneses szimulátorok segítségével, a fizikailag tökéletesebb elemmodellek miatt, de ezek még nehezebben hozzáférhető programok, kezelésük az alkalmazott programnál sokkal bonyolultabb. Kézenfekvő megoldásként kínálkozik a korrekciónak az a módja, ha a 70 cm-es sávban az optimalizálást az eltérésnek megfelelően, kb. 15...17 MHz-cel alacsonyabb frekvencián végzzük el. Mivel nem külön-külön HP- és LP-szűrőből kialakított diplexert építettünk, ezért nem használhatjuk a két különböző dielektromos állandóval és vesztességgel (TAND) definiált hordozó (MS: SUB1 és SUB2) megadását, amelyre a program egyébként lehetőséget biztosítana. Az új adatokat beírva az OPT tömbbe, optimalizálás után, a tápvonalak fizikai méreteit MIL egységben páros számokra kerekítve (Tango PCB gyártási előírás), a végleges kapcsolási rajzot a 26. ábrán mutatjuk be. Az első látásra nagyon bonyolult rajzból, a 27. ábrán kinagyítottuk a W1 jelű, 435 MHz-es oldal bemeneti inverterének és a csatlakozó 50 Ω-os tápvonalszakaszának kapcsolási rajzát. Az öt-

szörösen csatolt tápvonal egyes szakaszai közötti távolságot (S) a többi csatolt tápvonalnál egységesen alkalmazott 120 MIL helyett itt 130 MIL-re növeltük, hogy a doboz két végén a BNC csatlakozók egy vonalban kerüljenek. A módosított prototípus (a végleges, 8. változat!) nyák-rajzát és dobozának összeállítási rajzát a 28. ábra tartalmazza. A méretek a 0,5 mm-es ónozott bádoggal készült doboz külső méreteit jelentik. A doboz egyébként egy 148 × 74 × 30 mm-es névleges külső méretű (ez a fedél mérete!) SSB Electronic gyártmányú, „Art.-Nr. 7762, Typ 7” típusú, forrasztható doboz. Az FR-4-es kétoldalas hordozó gyári adatai: vastagsága 59 MIL, a rézfóliák vastagsága 35 μm, dielektromos állandója 450 MHz-en  $\epsilon_r = 4,5$ . Nagyjából a panel közepén található forrszem, egy furatgalván via, mérete kritikus, mert befolyásolja a rezonanciafrekvenciát. A doboz oldallemezének magassága 28 mm. A doboz fedelének távolságát az analízisek során mindig figyelembe vettük. Mérés közben ellenőriztük, hogy a fedőlap felhelyezése, a 435 MHz-es rezonanciát (a vágás minimumhelyét) kb. 1,5 MHz-cel felfelé hangolja el.

A módosított diplexert precíziós műszerekkel bemértük, s az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy valamennyi jellemzője teljesíti az előírt feltételeket. A szimulátor 20. és 21. ábrán látható jelleggörbéihez képest is csak jelentéktelen eltérések tapasztalhatók.

A 29. ábrán a 145 MHz-es zárócsillapítás, a 30. ábrán a 435 MHz-es zárócsillapítás, a 31. ábrán pedig a



26. ábra. A módosított diplexer kapcsolási rajza a Serenade v8.7 Schema Editorában megrajzolva

435 MHz-es beiktatási csillapítás görbét láthatjuk egy Hewlett Packard (jelenleg Agilent Technologies) LSA típusú analízátor képernyőjén.

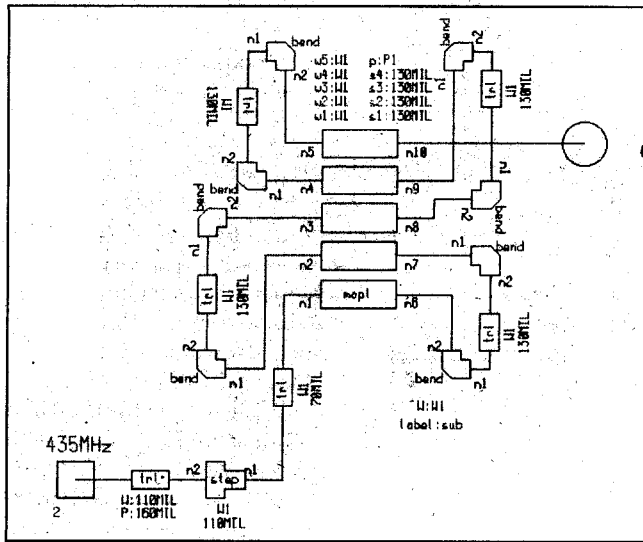
A legnehezebben biztosítható paraméter, a közös kapun mért reflexiócsillapítás (S11) görbéje [10] a 32. ábrán látható. A pontosabb leolvasás érdekében ennél a mérésnél átállítottuk az analízátor skálaosztását 5 dB/osztás értékre. A mérés folyamán mindkét kimenetet alacsony reflexiójú műterheléssel kell lezárni! A táblázatban összefoglaltuk a diplexer fontosabb műszaki adatait.

A fenti műszeres mérések csupán azt bizonyítják, hogy megfelelő jellegzőgörbékkel rendelkező diplexert sikerült előállítanunk. Hátra van még annak ellenőrzése, hogy miként viseli el az áramkör a célul kitűzött 50 W-os teljesítményt. E célból egy szabályozható teljesítményű kétsávós rádióval és 100 W-os teljesítményerősítővel, valamint SWR = 1,2:1 állóhullámú műterhelésekkel lezárva vizsgáltuk az áramkört.

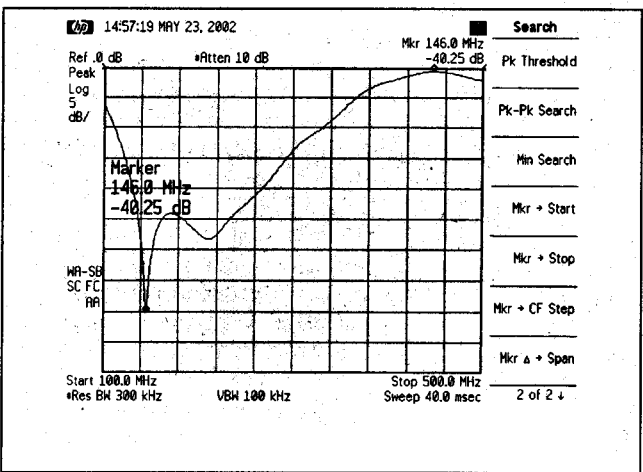
Először az előírt 50 W-ot 3 perces adási periódusban, egymás után mindkét sávon rákapcsoltuk a lezárt kimenetű diplexerre, majd ellenőriztük a melegeést. 25 °C-os környezeti hőmérséklet esetében a mérés után a panelon kb. 15 °C-os melegeedést tapasztaltunk. Ezután 30 másodperces időtartamra 100 W-tal is megterheltük az áramkört, de észrevehető túlmelegeedést ekkor sem tapasztaltunk.

A melegeedés nagyobbik hányadát a hordozó dielektromos vesztesége okozza, ehhez képest a rézveszteségek elhanyagolhatóak. Ezért a nagy impedanciás vonalak szélességét nem szükséges megnövelnünk. Az áramkör tehát minden szempontból megfelel az előírt követelményeknek.

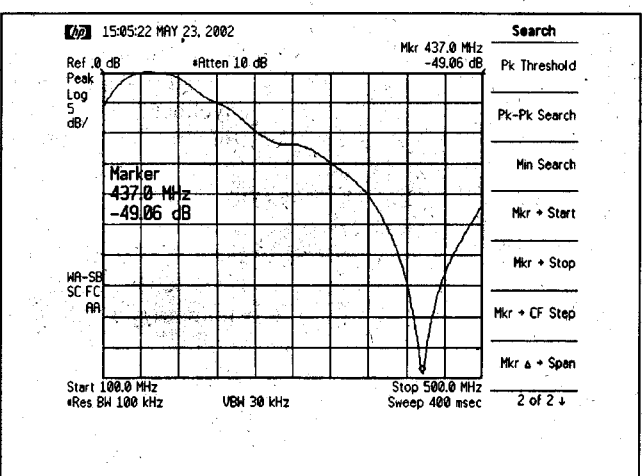
A diplexer jellegzőgörbéi nagyon meredek és csak pontos gyártástechnológiával biztosítható, hogy a zárótartományokban a minimumhelyek az üzemi frekvenciasávokba essenek. Tehát „barkácsolópanelok” esetében nem garantálhatók az itt bemutatott jellemzők. A megbízható technológia mellett, legalább ennyire fontosak a felhasznált hordozó elektromos és mechanikai adatai, illetve azok állandósága. A diplexer utánépítésének megkönnyítése érdekében, a cikk megjelenésének idejére a szerző igyekszik biztosítani megfelelő minőségű, furatgalváni, kontúr-mart panelokat.



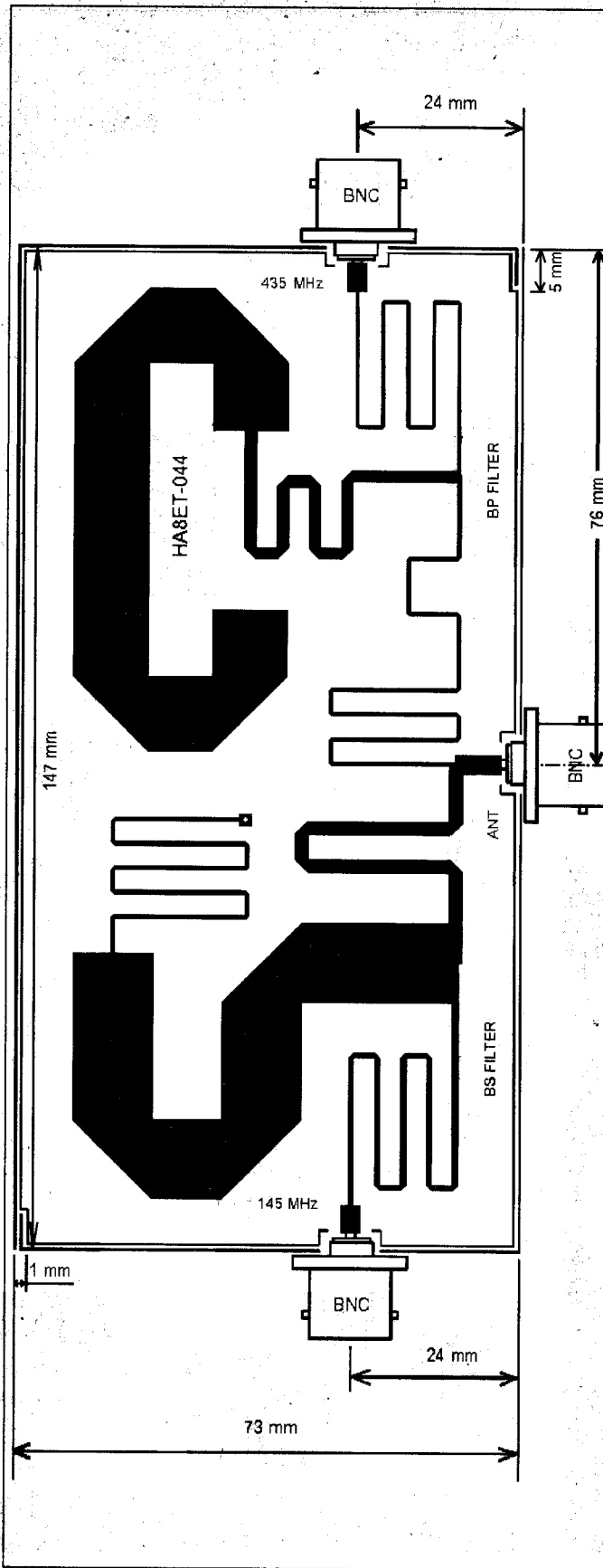
27. ábra. A 70 cm-es csatorna bemeneti inverterének ki-nagyított kapcsolási rajza



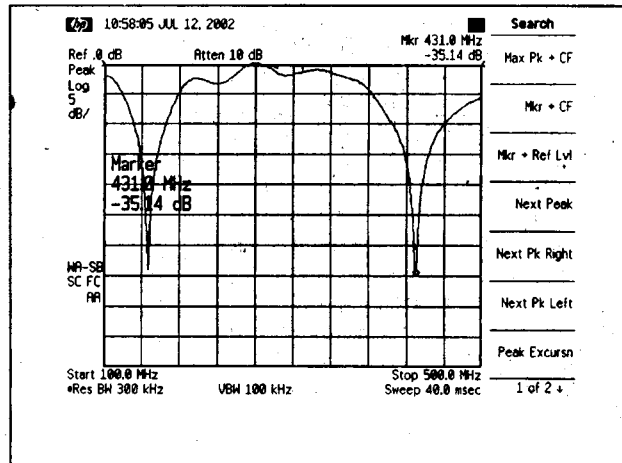
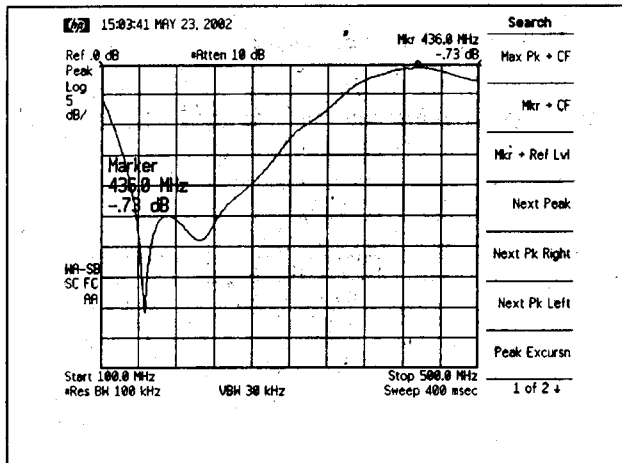
29. ábra. A módosított diplexer 435 MHz-es csatornájának átviteli függvénye (zárócsillapítása 145 MHz-en) HP analízátorral mérve



30. ábra. A módosított diplexer 145 MHz-es csatornájának átviteli függvénye (zárócsillapítása 435 MHz-en) HP analízátorral mérve



28. ábra. A diplexer nyomtatási és összeállítási rajza, felső forrasztási oldal (M = 1:1)



31. ábra. A diplexer beiktatási csillapítása a 70 cm-es csatornán HP analízátorral mérve

32. ábra. A közös (1-es) kapun mért reflexiócsillapítás-értékek a kimenetek 50 Ω-os lezárása esetén

Végezetül a szerző e helyen hívja fel a tisztelt olvasók figyelmét, hogy az illegális kereskedelemben időnként felbukkanó, ismeretlen eredetű, megtévesztési szándékkal a HA8ET hívójelet is tartalmazó, pontatlanul legyártott különféle panelok működőképességéért semmilyen felelősséget nem vállal. A becsapott vásárlók az ebből eredő problémáikkal ne a szerzőhöz, s ne a szerkesztőséghez forduljanak, hanem azokhoz az illegális „kereskedőkhöz”, akiktől a panelokat vásárolták. Köszönöm megértésüket!

Műszaki adatok	Szimulált	Mért
Maximális teljesítmény	-	>50 W
Zárócsillapítás 145 MHz-en	-46 dB	-40,3 dB
Zárócsillapítás 435 MHz-en	-50 dB	-49 dB
Beiktatási csillapítás 145 MHz-en (S31)	-0,33 dB	-0,35 dB
Beiktatási csillapítás 435 MHz-en (S21)	-0,68 dB	-0,73 dB
Reflexiócsillapítás 145 MHz-en (S11)	-30 dB	-33 dB
Reflexiócsillapítás 435 MHz-en (S11)	-38 dB	-34 dB

#### Felhasznált irodalom:

- Nagy Gyula (HA8ET): Hangolásmentes diplexer 144/432 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 1999., 144–151. oldal
- Gyula Nagy (HA8ET), Einfacher Diplexer für 2 m / 70 cm, CQ DL 7/1998
- Gyula Nagy (HA8ET): Using SERENADE 8.7 Design Suite to design 435/145 MHz contiguous diplexer filter <http://www.pollak.sulinet.hu/elektro/elektro.htm> (Pollák Elektronika oldalak: ANSOFT tervezési példák)
- Nagy Gyula (HA8ET): Mikroszalagvonalak a rádióamatőr-gyakorlatban. Rádiótechnika Évkönyve 1998., 136–146. o.
- Nagy Gyula (HA8ET): Hangolásmentes lokálág 432/144 MHz-es transzverterekhez. Rádiótechnika Évkönyve 2001., 197–209. oldal
- Nagy Gyula (HA8ET): Felülvágó szűrők tervezése 432 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 2002., 205–215. oldal
- ANSOFT Serenade: Examples Volume, 8.5 Students Version
- Version 8.7 Getting Started Manual Serenade Design Environment® (UM080.1 2/01)
- Version 8.7 Tools Manual Harmonica® (UM084.1 2/01)
- Gyula Nagy, HA8ET: FEEDBACK: Diplexer for 2 m/70 cm. PÓLLAK School of Electronics. AMSAT UK Oscar News, October 2001

#### A mérésnél felhasznált műszerek és eszközök:

- HP ESA-L1500A (E4411A) Spektrumanalízátor,
- OPT 1 DN HP Tracking generátor,
- OPT A4H HP-IB interfaces,
- HP 86205A High directivity RF Bridge (300 kHz...6 GHz),
- HP E44444A BenchLink Spectrum Analyzer program,
- HP VXI kártya és programja,
- IBM Pentium-III PC, 700 MHz, 256 MB RAM,
- YAESU FT-726 + 100 W-os végerősítők 145 MHz-re és 435 MHz-re,
- 2 db teljesítménysztó: WEINSCHEL ENG. 25 W 4 GHz (AF7189),
- 2 db TESLA 20 dB/2 W 2 GHz (BP5325) attenuator,
- 2 db 50 Ω-os 2 GHz-es lezárás (S11 -36 dB 1 GHz-en).

**1 Segítsen  
% Ön is!**

**Reményi István  
Rádióamatőr  
Alapítvány**

**18226429-1-43**

Az alapítványt támogatja a

**RÁDIÓTECHNIKA**

**Elektronika**

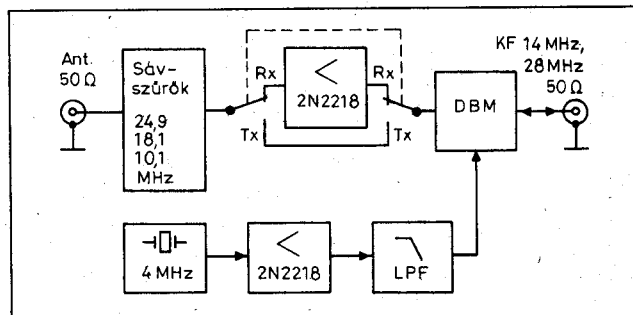
# Keverőfokozat a WARC-sávokhoz

Szabó Zoltán okl. üzemmérnök, HA9PN, ha9krl@freemail.hu

Az ún. WARC-frekvenciák (10,1, 18,1 és 24,9 MHz) használatát régebben sok országban nem engedélyezték. A kb. 25 évvel ezelőtt, vagy a még régebben készült gyári készülékeknek is csak egy részében vannak e sávok beépítve. Jó néhány évvel ezelőtt a helyzet megváltozott, nálunk is lehet az RH-B, RH-C fokozatú engedélyeseknek e frekvenciákat használniuk.

A hazai rádióamatőrök jelentős része viszont napjainkban is olyan adó-vevőket használ, amelyekben a WARC-sávok nincsenek beépítve. (FT-200, FT-250, TELRAD-200, TS-120, ATLAS-210 stb.) Az ilyen rádiókat használtak sokkal olcsóbban meg lehetett (lehet) vásárolni, mint a modernebb készülékeket. Ezt tettem én is, amikor közel

1. ábra. A keverő tömbvázlata

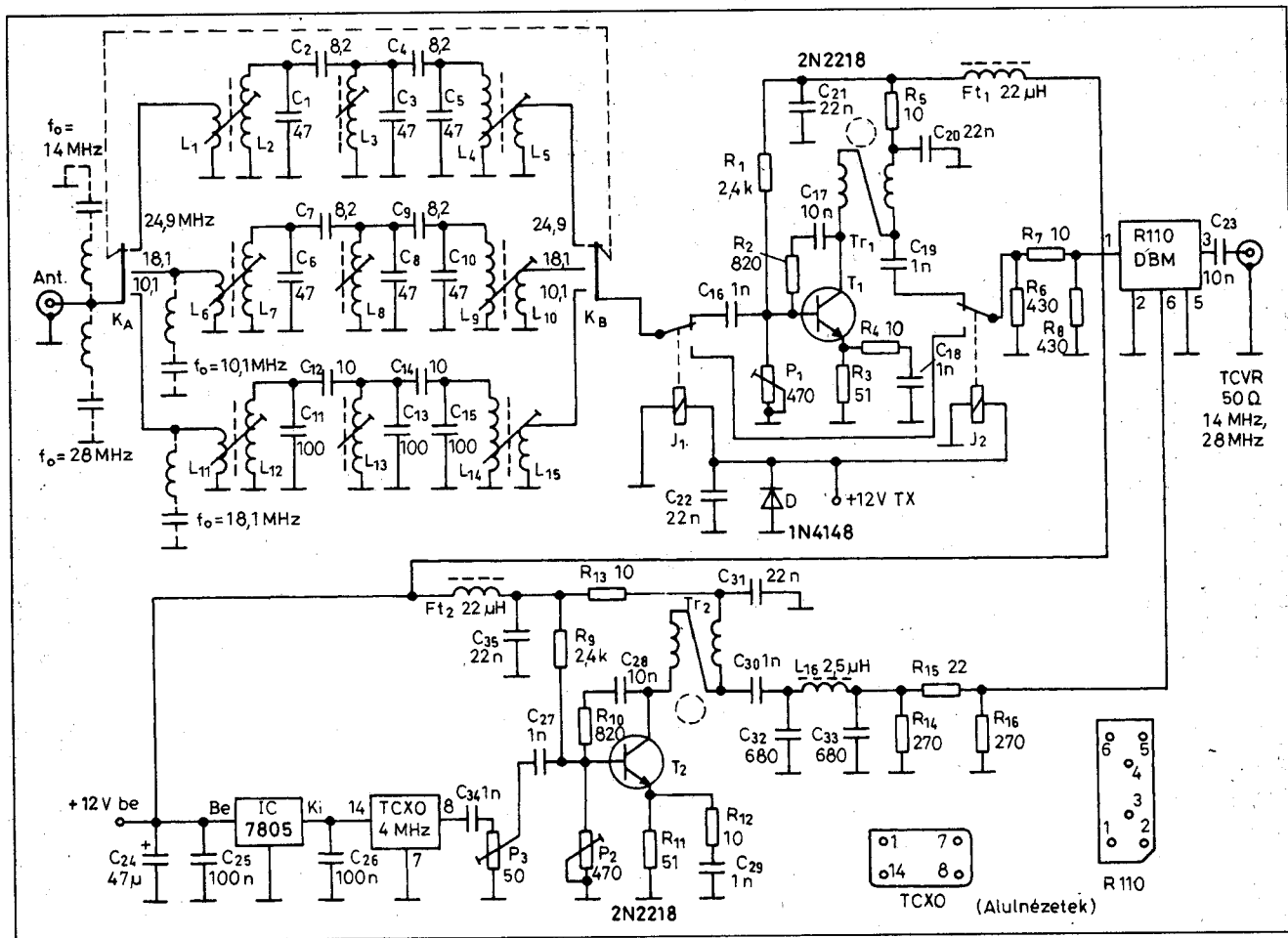


20 éve egy börzén megvásároltam a TS-120-at.

Izgattott, hogy mi történik a WARC-sávokban, ezért nem sokkal később készítettem a rádióhoz egy keverőt, ami lehetővé tette e frekvenciák vételét. Amikor nálunk is engedélyezték a WARC-frekvenciák használatát, ak-

korra már volt olyan rádióm, ami az új frekvenciákon üzemképes volt adás oldalon is, ezért a keverőt adóágban nem használtam.

Később újra megépítettem a keverőt modernebb eszközök (DBM, TCXO) felhasználásával. Elterjedt megoldás, hogy az előkeverő kvarc-



2. ábra. A készülék kapcsolási rajza

oszillátor frekvenciáját váltják sávonként, s mindhárom frekvenciát felvevő 28 MHz-re. E megoldáshoz három kvarckristály szükséges.

Az itt ismertetésre kerülő megoldással nem a lokáloszillátor frekvenciáját váltom, hanem a meglévő RH adó-vevő sáváltásával választom ki a frekvenciákat. Így elegendő egyetlen 4 MHz-es oszillátor alkalmazása. („Sokszor a legegyszerűbb és a legnagyobb dolgok a szemünk előtt vannak, de nem vesszük észre” – Stefanik Pál HASBT)

## Az áramkör működése

A keverő tömbvázlata az 1. ábrán látható. A bemeneten sávonként váltott háromtagú sávszűrő található, majd azt egy egyfokozatú erősítő követi. Az erősítő feladata a bemeneti sávszűrők és a következő fokozat csillapításának a kompenzálása. A következő fokozat az R110 típusú DBM-mel felépített keverő. (Természetesen más típusú DBM is használható; RT 1986/6. és 7., '95/2. és 8.) A keveréshez használt oszillátorfrekvencia minden sávon 4 MHz.

A sáváltáshoz a bemeneti sávszűrőket és a használandó RH adó-vevőt kell átkapcsolni. Ráadásul a kimeneti sávszűrőket el sem készítettem, hiszen ezt a TS-120-ban a gyártó nagyon jól megvalósította. Ez jelenti a DBM lezárásait is.

A keverési egyenletek az egyes sávokon; rendre a bemenet, a lokáljel és a kimenet frekvenciái MHz-ben:

10,1...10,15 + 4 = 14,1...14,15,  
18,068...18,168 - 4 = 14,068...14,168,  
24,890...24,990 + 4 = 28,890...28,990.

Tehát a rádióknak 10,1 és 18,1 MHz használatakor a 14 MHz-es sávban kell üzemelni, 24,9 MHz használatakor pedig a 28 MHz-es sávban. (Aki akarja használni a keverőt 1,8 MHz-en is, akkor e frekvenciához olyan értékű lokáljel kell választania, hogy a kikevert

jel frekvenciája valamelyik hagyományos amatőrsávban legyen. Ez az amatőrsáv legyen 10 MHz feletti.)

A keverő kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Aki adáskor is használni akarja a keverőt, tegye jelfogóval vagy diódákkal kiiktathatóvá az erősítőfokozatot. (Az ábrán  $J_1$  és  $J_2$ .)

**Figyelem!** Adáskor csak kis szintű jelet szabad a DBM-be bevezetni (ez néhány 100 mV), ezért aki olyan rádiót használ, amelyiknek nincs kis szintű kimenete, annak meg kell oldania a kimenőjel csillapítását, úgy hogy a DBM feléli oldal impedanciája is 50  $\Omega$ -os legyen.

## Az áramkör elkészítése

Fontos, hogy az alkalmazott adó-vevő bemenetén sávszűrők legyenek, hiszen ez választja ki a hasznos jelet és ez nyomja el a tükörfrekvenciát. Aki olyan rádiót használ, amelyiknek a bemenetén csak aluláteresztő szűrő van, akkor a konverter kimenetére készítsen átkapcsolható, felsőkapacitív csatolású sávszűrőket 50  $\Omega$ -os be- és kimeneti impedanciával. Megemlítem, hogy sem ez a megoldás, sem pedig a DBM vevőbemenettel történő lezárása nem nevezhető éppen optimálisnak, de ez a legegyszerűbb. A WARC-sávokra egyáltalán nem jellemző az erős állomások tolongása, ezért a keverő IP értékének romlása nem okoz problémát.

(Aki mégis tökéletes lezárást akar a DBM kimenetén, készítsen diplexert. De ennek a pontos behangolása nagyon fontos!)

Adás módban az antennacsatlakozón kis szinten megjelenik a kikevert adási frekvenciájú jel. Ez felerősíthető. Ilyen erősítőkre bőségesen található irodalom a Rádiótechnikában is.

A bemeneti sávszűrőket gondosan, árnyékoltan kell elkészíteni, nehogy „áthallás” legyen az egyes tekercsek között. Ez különösen fontos 10,1 és 18,1 MHz esetében, mert ezek ugyanarra a frekvenciára (14 MHz) kevernek. A sávszűrőket először érdemes hidegen behangolni szignál, GDO vagy vobler segítségével.  $T_1$  tranzisztor a bejövő antennajelét erősíti.  $T_1$  transzformátor impedanciaátvétele 4:1. Az erősítőfokozat kimenete az  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$  hálózaton keresztül csatlakozik a DBM-hez. Az ellenálláshálózat csillapítása kb. 2 dB. A  $T_2$  tranzisztor a kvarcoszillátor jelét erősíti. A kimenetéről 4:1-es impedanciaátétel ( $T_2$ )

után kerül a jel a  $C_{32}$ ,  $C_{33}$ ,  $L_{16}$  elemekkel felépített aluláteresztő szűrőre. E szűrő biztosítja a DBM számára a harmonikusszegény lokáljelet a kb. 3 dB csillapítású lezáróhálózaton ( $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$ ) keresztül.

Tekercs adatok	
L1 és L5	2 menet
L2, L3 és L4	7 menet
L6 és L10	3 menet
L7, L8 és L9	13 menet
L11 és L15	4 menet
L12, L13 és L14	21 menet

Ø6 mm tekercstesten, Ø0,3 CuZ huzalból, N10-es, 4 × 10 mm-es hangolómaggal

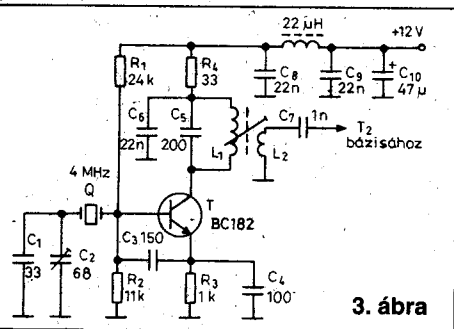
$Tr_1$  és  $Tr_2$ : 12 × 6 × 4 mm-es, N100-as ferritgyűrűn 2 × 10 menet összesen, 0,3 mm átmérőjű CuZ huzalból.

## A keverő üzembehelyezése

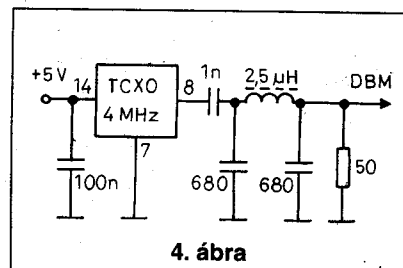
A  $P_1$  ill. a  $P_2$  trimmerpotméterrel 15 mA körüli nyugalmi kollektoráramokat kell beállítani. Ehhez fel kell emelni az  $R_5$  illetve az  $R_{13}$  ellenállás egyik végét, s ott áramokat mérni. A beállított trimmerérték valahol 200 és 250  $\Omega$  közötti lesz. Ha nem rontottunk el semmit, akkor az áramkörnek működni kell. A bemeneti hangolt kört maximumra kell hangolni. Ha előzőleg elvégeztük a durva hangolást, akkor ez már történhet az RH-vevő S-mérőjéhez is (a kis sávzélesség miatt). A  $P_3$ -at úgy kell beállítani, hogy a TCXO ne vezérelje túl a  $T_2$  tranzisztort. E tranzisztornak jelentős teljesítménytartaléka van, úgyhogy akár nagyobb teljesítményű DBM is meghajtható vele.

## Észrevételek, tapasztalatok

Meg kell említeni egy problémát. A kikevert frekvenciák amatőrsávok. Előfordulhat, hogy a közelben forgalmaz erős állomás az általunk kikevert frekvencián. Ez jelentős zavart okoz-



3. ábra



4. ábra



# Nagytávolságú amatőrrádiózás a rövidhullámú alsósávokban

Horváth Péter híradástechnikai mérnök, HA8RM

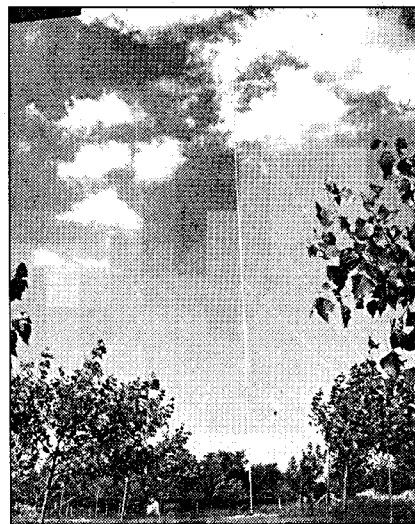
Így lehetne lefordítani jelen írásom alapját képező és fő motiválóját – John Devoldere: Low-Band DXing művének címét. Ezt a több száz oldalas könyvet kifejezetten az alsósávok (1,8–3,5–7 MHz) munka iránt érdeklődnek írta John, aki villamosmérnök, több mint 40 éve rádióamatőr (ON4UN és AA4OI), valamint számtalan kiemelkedő DX- és világverseny-eredményrel rendelkezik. Belgiumi QTH-ja versenyállomásként is működik, nagytudású vendégoperátorok használják a csúcstechnikát jelentő rövidhullámú rádiókat, jó minőségű antennákat és a kiegészítő számítógépes rendszert. Nos, ez az ember gyűjtötte össze az idevágó elméleti anyagot, saját és több amatőrtárs tapasztalatait közérthető formában írta meg (igaz, egyelőre még csak angol nyelven olvasható). A Friedrichshafeni (NSZK) rádióállomásként vásárolt kiadványt többször áttanulmányozva, azt informatívnak és gondolat-

ébresztőnek, a kategóriájában etalonnak tartom. Karl Rothammal jeles Antennakönyvével jól kiegészítik egymást; sok mérési eredményt, diagramot és gyakorlati útmutatót tartalmaz, fényképekkel illusztrálva.

## Mit is jelent a kifejezés: alsósáv DX-elés?

Összetett fogalom, amely egy „életformát” takar. Könyvből nem megtanulható (legfeljebb instrukció, ötletmerítés szintjéig), erre rá kell érezni, mondhatnám: erre születni kell.

Az alsó RH-sávokra jellemző sajátos hullámterjedési mód, valamint a viszonylag nagy hullámhossz (40 m – 160 m) alapján meghatározza a rádióamatőr lehetőségeit, tevékenységét. Míg az ún. felsősávokon (pl. 14 MHz – 20 m sáv) emberi mértékű-mérettű, nyereséges iránysugárzókkal (Yagi, Quad) szinte a világ bármelyik pontja köny-



nyedén elérhető, addig az alsósávok valamelyikén már sokkal nagyobb a kihívás ugyanezt teljesíteni. Kihívás alatt értendő az alacsony sávokra jellemző, hátráltató tényezők leküzdése:

- nagy antennaméretek, nagy telepítési magasság,
- magas vételi zajszint (ionoszférikus, mesterséges, emberi),
- kedvezőtlen távolsági terjedési tulajdonságok (D réteg miatt; este, éjszaka valamint télen jobb),
- kisebb állomássűrűség (DX-irányból),
- nagy állomássűrűség, QRM (helyből).

Ezen tényezők szinte állandóan jelen vannak, s az innovatív rádióamatőrt, a jó szakembert állomása folyamatos fejlesztésére készítik.

Az eredményes munka egyik előfeltétele egy jó/kiváló paraméterekkel rendelkező rövidhullámú adó-vevő. Konstruktor énemnek ellentmondva, véleményem az, hogy a mai világban egy ilyen készüléket érdemesebb (gazdaságosabb) – még ha használtan is – megvásárolni, barkácsolási vágyunkat még sokszor kiélhetjük a siker felé vezető rögs útton haladva.

*A jó/kiváló rádió főbb jellemzői:*

- megfelelően jó érzékenység, kis alapterület mellett,

(Folytatás a 208. oldalról)

hat, hasonlóan ahhoz, mint amikor a 144 MHz-et keverjük le 28 MHz-re; s ott hallható a közeli 28 MHz-es állomás is. Ezen úgy javíthatunk, hogy a bemenetre kell készíteni egy-egy soros rezgőkört 14 illetve 28 MHz-re méretezve. Ezek a rezgőkörök jelentősen csökkentik a kikevert frekvencián bejövő jelek szintjét. Még az is előfordulhat, hogy a közeli erős állomás zavart okoz a másik, 14 MHz-re kevert WARC-frekvencián. (Pl. 10,12 MHz-et akarjuk használni, akkor ha a közeli erős állomás frekvenciája 18,12 MHz, az esetleg hallható lesz.) De erre még a nagyvárosokban is kicsi az esély. Ha mégis előfordulna, ezen is lehet javítani egy-egy soros rezgőkörrel. A soros csillapító rezgőkörök a 2. ábrán szaggatottan vannak berajzolva. Ezekre nálam nem volt szükség.

Aki nem tud beszerezni 4 MHz-es oszcillátormodult, megépítheti hagyományos módon is az oszcillátort, a 3. ábra alapján. Itt  $L_1$  40 menetből,  $L_2$  7 menetből áll, 6 mm-es csévetesten N10,  $4 \times 10$  mm-es hangolómaggal, 0,3 mm-es CuZ huzalból.

Vannak olyan TCXO-k, amelyek képesek meghajtani a kisebb teljesítményű DBM-eket (IE500, SRA1, UZ7, R110). Ekkor elhagyható a  $T_2$  áramköre. Az oszcillátortok kimenete a csatolókondenzátoron keresztül csatlakozzon a  $C_{32}$ ,  $C_{33}$ ,  $L_{16}$  LPF-re. Az LPF (aluláteresztő szűrő) kimenete legyen közvetlenül a DBM-en, a föld felé egy  $50 \Omega$ -os ellenállással (4. ábra). 10 mW (10 dBm) kimenőteljesítményű TCXO már megfelel. 20 mW-os esetén (13 dBm) az  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$  ellenállásokkal felépített illesztőhálózat is meghagyható. Az én általam használt TCXO nem tudta meghajtani a DBM-et, csak néhány mW-ot tudott. Az említett DBM-ek oszcillátorjel-bemenetén a teljesítményigény 7 dBm (5 mW).

Ha még egyszer megépíteném, akkor a tekercseket kisméretű 10,7 MHz-es KF-transzformátorokból készíteném. Ezeket általában kellő türelemmel szét lehet szedni és áttekericselhetőek. Ráadásul a 10,1 MHz-eshez többnyire hozzá sem kell nyúlni, esetleg a kondenzátorát egy kicsit meg kell növelni.

- kiváló nagyjelű viselkedés,
- kiváló közelszelektivitás (fagymeredekségű kristálysűrítők) és tükörfrekvenciás védelem (magas I. KF értéke, jó bemenőkör),
- stabil VFO (pl. alacsony fáziszajú DDS),
- két VFO (keresztcsávós üzemihez elengedhetetlen – pl.: 3,8 MHz, 7 MHz SSB),
- extra szűrők (pl.: DSP, PBT, IF SHIFT, NOTCH),
- tiszta, magastónusú moduláció (szükség szerint processzor),
- kristálytisztá távirójelalak.

Mint látjuk, amatőr körülmények között eléggé nehezen megközelíthetők azon paraméterek, szolgáltatások, amelyeket egy közepes árkategóriájú készülék (pl.: IC-735, IC-765, TR-7) „helyből tud”. Nem így a DX-felszerelés további elemeinél!

A tárolós el-key, a hangtároló áramkör, a nagyteljesítményű végfok, antennaillesztő és antennák leírása tucatjával jelenik meg a szaksajtóban, interneten stb. Ezen berendezések, kiegészítők elkészítése igazi rádióamatőr-feladat, ami sok-sok munkával, fáradtsággal, de ugyanakkor még több örömmel, sikerélménnyel párosul. Jelen cikkem további részében ezen kellékek közül a DX-elésre alkalmas RH-antennák egy részével foglalkozik.

### A jó DX-antenna főbb jellemzői:

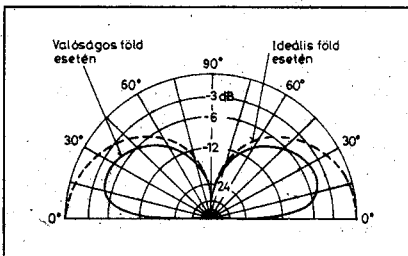
Lapos függőleges síkú kisugárzási szög (max. 40°).

Jó irányíthatóság, nyereség (nagy oldal- és hátracsillapítás).

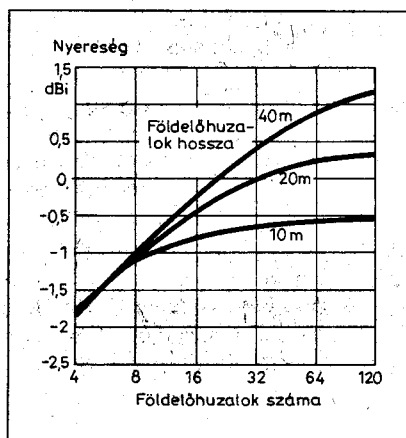
A sugárzási irány könnyedén változtatható (forgatással vagy átkapcsolással).

A zajokra kevésbé érzékeny (csendes legyen).

Illeszkedik a tápvonalhoz, illetve a berendezéshez.



1. ábra. A negyedhullámú vertikál függőleges sugárzási diagramja



2. ábra. A radiálok száma, hossza és a nyereség közötti összefüggés

Baleset-, élet-, valamint villámvédelmi követelményeket kielégíti.

Nos valószínű, hogy a KLM vagy a Hy-Gain cég 3 vagy 4 elemes, 3,5 MHz-es, 40 m magas toronyra telepített Yagi antennája többé-kevésbé megfelel ezen kritériumoknak. Ha a gazdaságosságot is szempontként kezeljük, magyarországi amatőrként más használható megoldás után kell néznünk.

Ha végső célnak azt tartjuk, hogy a Föld fölül lévő amatőrársunknál jó térérvvel jelentkezessünk, s ami még ennél is fontosabb, hogy jól halljuk őt, akkor nem csak az URH-mintára forgolódo monstrum-yagik vagy -quadok jöhetnek számításba.

Egy, a Föld fölött 5...10 méter magasan lévő inverted-V, fektetett Delta-vagy Quad-hurok ideális a helybéli (országos, esetlegesen Európán belüli) munkára, sőt napfelkeltekor vagy napnyugtakor az úgynevezett „gray-line” (szűrke sáv) mentén időnként DX-re is, az igazi megoldás azonban mégsem itt keresendő. A szóba jöhető sugárzók közül most az általam (többször) megépített és kiválóan teljesítő (adó)vertikált, valamint a vételoldalon használt mágneses hurok és Beverage-antennákat mutatom be.

### Vertikális adóantenna

Mivel DX-re kiválóan alkalmas lapos kilövési szögű, jól illeszthető, könnyen telepíthető körsugárzó, évtizedek óta az egyik legelterjedtebb műsorszóró és rádióamatőr felhasználású alsó sávok antenna. Hátránya, hogy vételi oldalon zajos, amit viszont – a világ vezető DX-erei által is támogatott módon –

külön vevőantenna (antennák) alkalmazásával kompenzálhatunk.

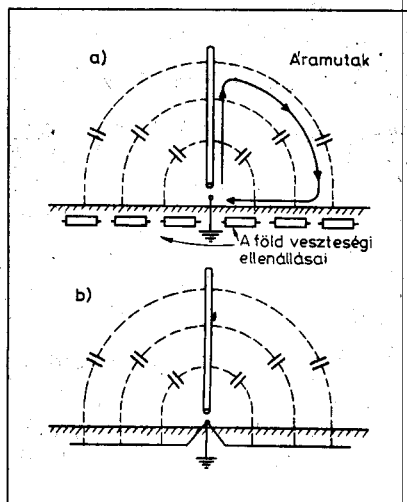
Az 1. ábrán jól megfigyelhető a negyedhullámú vertikál függőleges síkú sugárzási jelleggörbéje. A szaggatott vonal az ideális vezetőképességű, a folyamatos a valóságos földelési kialakítást mutatja. A kettőt célszerű egymáshoz közelíteni, ezért az antenna perfekt működésének előfeltétele a jó földelés megléte. Túl sok jól vezető mocsaras talaj, sós víztes tengerpart nem található környezetünkben, ezért mesterségesen kell kialakítanunk a kisvesztésű földhálózatot vagy a hangolt radiálrendszer.

Mindkét megoldás elterjedt a gyakorlatban, a választáshoz ad segítséget a következő két összehasonlító fejezet.

### A földhálózattal rendelkező vertikál

Elméleti és gyakorlati oldalról is bizonyított, hogy átlagos vezetőképességű földben a sugárzó talppontjából radiálisan kihúzott, a talajfelszín alatt néhány centiméterre elásott, 120 darab, egyenként  $\lambda/4$  hosszúságú huzalból készült ellensúlyrendszer megfelelőnek tekinthető. Ezen értékektől való eltérés a 2. ábrán jól látható nyereségváltozást eredményezi.

Bár az egyszerűség kedvéért csak a 80 m-es, negyedhullámú vertikált analizáljuk, más sávokon is hasonló tendenciát mutat az ellensúlyok száma, hossza illetve a mért nyereség viszonya. Egyértelmű az is, hogy ez a nyereség jól vezető földet, vízfelületet alapul véve nagyobb, mint egy rossz vezető-



3. ábra. Áramutak a veszteséges vertikális antennánál (a), a jól földelt vertikális antennánál (b)

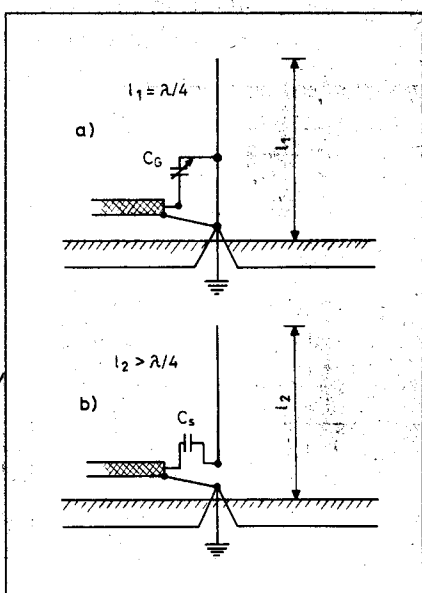
képességű száraz, sziklás környezetben.

Ha a földelés teljesen korrekt (a veszteségi ellenállása nulla), akkor a negyedhullámú vertikál talpponti impedanciája a rezonancia-frekvencián kb.  $36 \Omega$ . A valóságos földhálózat soros veszteségi ellenállása azonban még hozzáadódik ehhez az értékhez, és bár az illesztés jónak tűnik (pl.  $14 \Omega$ -os veszteségi ellenállás esetén:  $36 + 14 = 50 \Omega$ ), a veszteséges földellenálláson záródó áramutak miatt (3.a ábra) a hatásfok leromlik! Törekedjünk tehát a jó földelés megteremtésére, így a legkisebb veszteségi ellenállás elérésére (3.b ábra)! Az  $50 \Omega$ -os vagy a  $75 \Omega$ -os kábel precíz illesztésére több lehetőség is kínálkozik.

#### A földhálózattal rendelkező vertikál illesztése

Az ideális,  $36 \Omega$  talpponti impedanciájú vertikált akár közvetlenül is táplálhatjuk  $50 \Omega$ -os koaxiális kábellel. A sávközépre (3650 kHz) méretezett antenna állóhullámarány-értéke  $1:1,5$  körül várható, a sávszéleken (3500 ill. 3800 kHz) – kellően nagy átmérőjű sugárzót alapul véve –  $1:2$  alatt tartható.

Jól bevált módszer továbbá az ún. gamma-illesztés (4.a ábra) is, valamint az általam is alkalmazott, ismertetésre kerülő eljárás. A sugárzó hosszát megnöveljük néhány százalékkal (ese-



4. ábra. Vertikális antenna gamma-illesztéssel (a), illesztés soros kondenzátorral (b)

temben  $20,2$  m a teljes hossz), így a rezonanciafrekvencia az alsó sávhatár körül lesz. Ezután egy soros kapacitással (nálam  $1,2$  nF) visszarövidítjük elektromosan az antennát úgy, hogy  $3650$  kHz-en rezonáljon (4.b ábra). A kondenzátor soros reaktanciája kompenzálja az antenna induktív jellegét, így eltolja azt a magasabb impedancia ( $50 \Omega$ ) irányába. Az eredmény kiváló: sávközépen SWR  $1:1$ , a  $3500$  és a  $3800$  kHz-es DX-szegmensekben pedig SWR  $1:1,5$ .

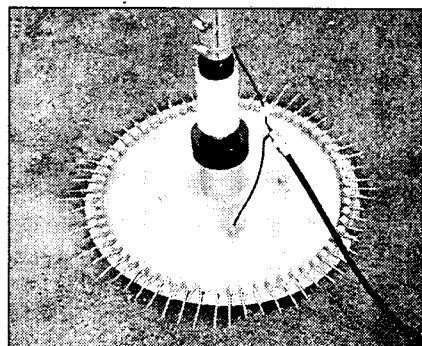
#### A földhálózattal rendelkező vertikál telepítése

Ezt az antennatípust kifejezetten nyitott, szabad környezetben célszerű üzemeltetni. Tereptárgyakkal sűrűn tagolt helyen „eldugva” nem nyújtja a várt eredményt. Kecskeméten két kiválóan teljesítő vertikált is használok, amelyeket sikerült a megfelelő helyen és módon telepíteni.

A  $7$  MHz-en működő,  $10$  m körüli hosszúságú, teleszkópszerűen vékonyodó ( $10$ – $40$  mm átmérőjű), erősfalú duralumíniumból készült belvárosi antennám egy 5 emeletes, lapostetős épületen helyezkedik el.  $24$  darab, PVC-szigetelésű, negyedhullámú huzal és a tetőn található egyéb fémtárgyak (központi antenna árboc-csonkja, villámhárító szerelvények) összekötve alkotják az ellensúlyt.

A másik, Kecskemét szélén lévő kertvárosi verseny-QTH egy fennsíkon helyezkedik el. Segítőkész barátaimmal együtt itt telepítettük az előző fejezetben említett  $3,5$  MHz-es negyedhullámú vertikált. Célszerűen a többi antennától ( $3$  sávós quad,  $7$  MHz  $2$  el. delta, beverage-ek), illetve más egyéb tárgytól (épületek, fák, kerítés) távolabb ( $20$ ... $50$  m) került kijelölésre a center-pont (talppont). Ezután a következőképpen jártunk el: a kör kerületét  $64$  felé osztva, fapálcikákkal kijelöltük az egyes földelőhuzalok haladási irányát. Rabszolgamunka, de ki kellett ásní  $64$  db,  $20$  m és  $60$  m közötti hosszúságú,  $3$  mm átmérőjű horganyzott vezeték számára az árkokat. Kezdetben ásó és lapát, később csakány segítségével készültek el ezek, amelyek összhossza meghaladta az  $1800$  métert! No free lunch – nincs ingyen kaja, vagy ahogy a magyar mondja: valamit valamért.

De ez még csak a kezdet! A huzalok befektetése, az árkok betakarása után



5. ábra. A földhálózattal rendelkező vertikál talpponti kialakítása

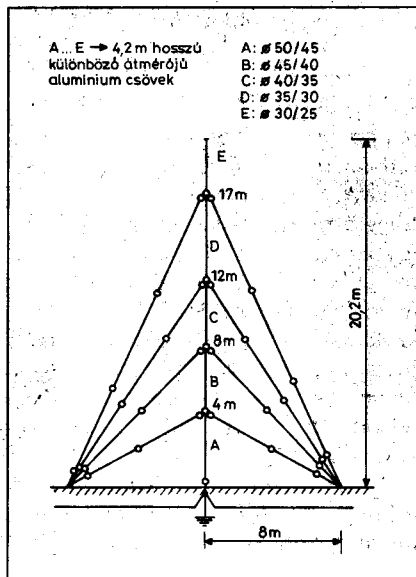
kb.  $3000$  négyzetméteren plusz  $5$ ... $10$  cm termőföld széttalicskázása, elengyengetése következett. Így kb.  $15$  cm mélyen lehetnek a huzalok, ami rádiófrekvenciás szempontból nagyon jó, viszont a földterület művelésekor a célszerű tárcsázás, rotálás lehetősége sajnos teljességében kizárt.

Az 5. ábrán a vertikál talpponti részének kialakítása látszik.  $50$  cm átmérőjű,  $3$  mm vastag horganyzott acélkorongra fut be a  $64$  db földelőhuzal, amelyeket M8-as csavarokkal rögzítettem. A korong közepén halad át az a  $3$ "-os függőleges acélcső, amely kb.  $3$  méter mélyen van leásva és a kint lévő pár centis rész felső peremére támaszkodik a porcelán talpszigetelő. Ennek az acélcsőnek eredetileg a függőleges szakasz felállításánál volt igazi szerepe.

Mivel az antenna hossza több mint  $20$  méter, a hagyományos telepítési módszer (haverok, rekesz sör, hórukk, lendítés...) nem volt alkalmazható. Kínálkozott viszont egy olyan megoldás, amellyel még jóval magasabb árboc is biztonságosan a levegőbe emelhető.

Az  $5$  db különböző átmérőjű ( $30$ ... $50$  mm),  $4,2$  m hosszú,  $2$  mm vastagságú, a végükön egymásba illeszthető alucsőből álló vertikál a 6. ábrán látható séma alapján készült. A felállítás folyamatát a 7. ábrásor mutatja. A telepítéshez minimum  $5$  fő szükséges, ebből  $4$  a már beakasztott sodronyokat tartja, az ötödik pedig a középpontban végzi az ábráson látható különféle emelési, rögzítési feladatokat.

Bár itt nem jelöltem, de értelemszerűen a megfelelő magassági pontokra csatlakoztatni kell a kikötősodronyokat ( $4$  szintű,  $4$  irányú, műanyag szigetelésű  $2$  mm-es acélsodrony – porcelándiókkal). A csúcs felé közeledve egyre



6. ábra. A 20,2 m-es vertikál vázrajza

nagyobb rádiófrekvenciás feszültség van az antennán, ezért a felső rész szigetelésére különösen nagy figyelmet fordítsunk (kalit, porcelánrúd)! Gondos előkészítő munka (összejelölések, távolságok kimérése, szerszámok elővétele stb.) esetén egy ilyen antenna vagy árboc kb. 20 perc alatt felállítható.

### Hangolt radiálrendszerű vertikál

Közismert nevén Triple Leg (8.a ábra) vagy Ground Plane (8.b ábra) antenna, amelyet elsősorban az URH-technikában alkalmaznak előszeretettel. Magas frekvenciákon könnyedén realizálhatók az öntartó radiálok, a telepítési magasság is általában több hullámhossz-

nyi, így a föld abszorbaló (teljesítményelnyelő) hatása szinte teljesen kiküszöbölhető.

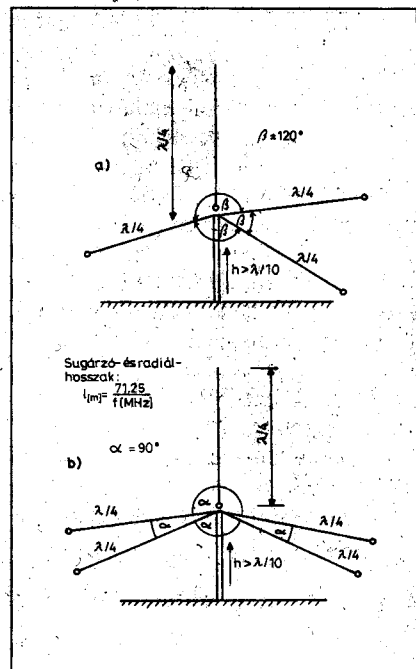
Rövidhullámon (főleg az alsó sávokban) viszont valós problémát jelenthet az alacsony elhelyezkedésű ellensúlyhuzalok és a rosszul vezető talaj kölcsönhatása következtében fellépő veszteség. A veszteség csökkentésének lehetőségei:

- minél magasabba telepíteni az antennát,
- nagyobb számú ellensúlyhuzal alkalmazása,
- az antenna alatti föld vezetőképességének javítása (pl. földelőhuzalok).

### A hangolt radiálrendszerű vertikál illesztése

A földelőhálózattal rendelkező vertikálhoz hasonlóan, itt is alkalmazható a gamma-illesztés, illetve a soros kapacitással történő eljárás, de ennél az antennatípusnál már a radiálok szögének (függőleges síkú) változtatásával is beállítható az 50 Ω-os talpponti impedancia. A radiálok általában réz- vagy bronzhuzalból készülnek, a hosszukat a képlet jelzi, de a gyakorlatban finombeállításra sor kerülhet.

Kössünk le egy szemben lévő radiálpárt, majd mint egy dipólnál (inverted V-nél), állítsuk be a rezonanciafrekvenciát! Ugyanígy a többi huzalt is  $\lambda/4$  hullámhosszúságra kell hangolni, majd visszakötni őket a közös testpontra. Ezután következhet a függőleges szakasz rezonancia-beállítása, amely a rezonáns ellensúlyrendszer és a sugárzó talppontja közé helyezett antenna-

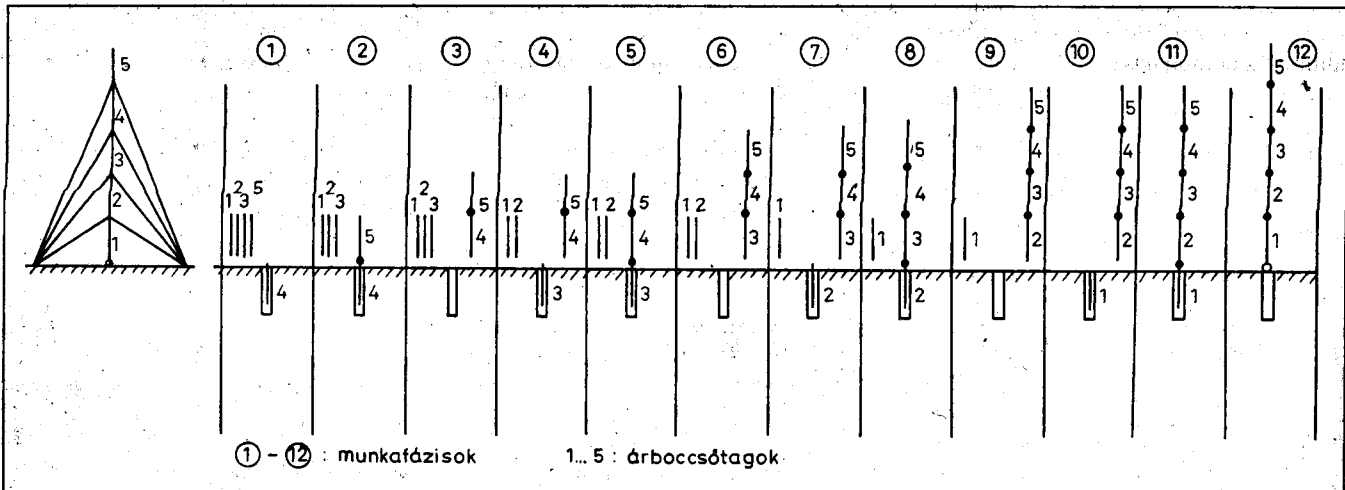


8. ábra. A Triple Leg antenna (a), a Ground Plane (GP) antenna (b)

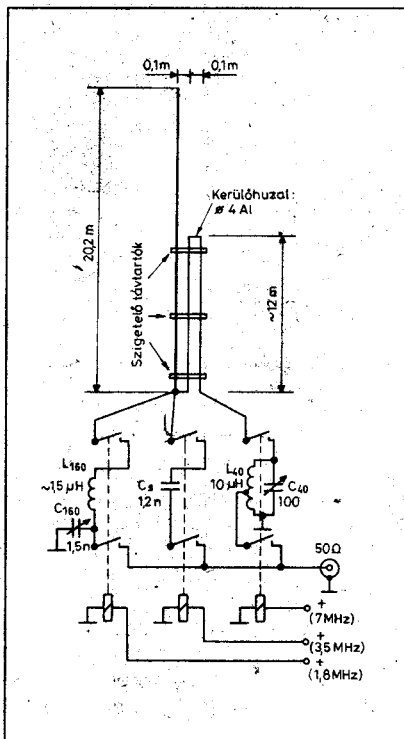
szkóp vagy MFJ-259 analizátor segítségével könnyedén megoldható.

### A hangolt radiálrendszerű vertikál telepítése

Nagyjából hasonlóan állítható fel ez is, mint az előzőekben ismertetett földelt változat, különbséget csupán a megemelt talppont létrehozása miatti 4...8 méter tartócső beépítése jelent. Mivel a radiálok végén adás közben jelentős RF-feszültségek jelentkeznek, célszerű ezeket ember, állat számára nem hozzáférhetővé (nem elérhetővé) tenni!



7. ábra. A vertikál felállításának mozzanatai



9. ábra. A háromsávós vertikál (1,8, 3,5 és 7 MHz)

### Háromsávós vertikál

Eddig csak a negyedhullámú és mono-band antennákról írtam. Most ismertek egy olyan átalakítást, amellyel a már telepítette 20 m hosszú (eredetileg 3,5 MHz-es, egysávós), földhálózattal rendelkező sugárzó 1,8 MHz-en, valamint 7 MHz-en is jól használható lesz (9. ábra).

1,8 MHz-en hosszabbítás szükséges, amely kivitelezhető a talppontba helyezett (mechanikailag itt egyszerűbb) soros induktivitással vagy a jobb hatásfokú kerülőhuzallal (linear loading). Ez utóbbit használja több neves antennagyártó cég is rövidített beam-jeiknél (pl. Hy-Gain, 3 el. 7 MHz-es Yagi). A C160-L160 a pontos illesztést segíti.

7 MHz-en mint félhullámú sugárzó működik a 20 m-es rúd, ezért ennek

megfelelően magas impedancián kell a táplálást végezni (C40-L40 párhuzamos rezgőkör, mint illesztőtag).

### A háromsávós vertikál kivitelezése

Először is az alapsávon (3,5 MHz) kell kifogástalanul működni az antennának. A soros kondenzátoros illesztési megoldással ez különösebb nehézség nélkül teljesül.

Ezután következhet a szigetelt, UV-álló villanyszerelési műanyagdobozban helyet foglaló illesztőegység, jelfogók bekötése és az antenna sávonkénti behangolása.

1,8 MHz-en a kerülőhuzal hosszának finombeállításával keressük meg a rezonanciapontot, s csak utána kapcsoljuk a C160-L160 L-transzformálótagot, amelynek kondenzátorával SWR-minimumot kell beszabályozni.

7 MHz-en a tekercs pontos leágazásának megkeresése és a C40 forgókondenzátorral a kör rezonanciabeállítás a feladatunk.

Ilyen egyszerűen elkészíthető és beállítható ez a kiváló DX-vertikál, amely a QTH-szobával (többeres vezérlő kábellel) összekötve könnyedén átkapcsolható a kívánt amatőrsávra.

### Vevőantennák

Az előző fejezetben bemutatott különféle adóvertikálok lapos sugárzási szögüknek köszönhetően kiválóak a DX-forgalomra, de a jellegükből adódóan zajosak és körsugárzóként minden irányból egyformán vesznek. Megfelelő vevőantenna alkalmazásával a zaj a törtrészére csökkenthető (a hasznos jel szintjének negatív irányú különösebb változása nélkül), a QRM mérsékelhető.

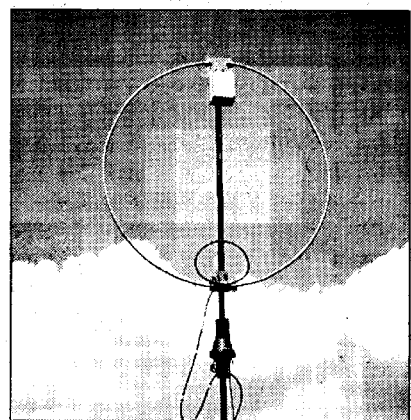
Forgatható rövidített dipól, keret-antenna, EWE-antenna, mágneses hurok és Beverage-antennákat próbáltam ki és hasonlítottam össze egymással. A következőkben a két legszimpatikusabbnak tartott vevőantenna-típust mutatom be.

### Mágneses hurokantenna

Már a rádiózás kialakulásának kezdetén is alkalmazták, amatőr körökben napjainkban éli igazán reneszánszát (10. ábra). Különlegessége, hogy a kisugárzott elektromágneses hullámnak főleg a mágneses komponensét veszi, így az elektromos hullámok formájában jelentkező zajokra, zavarokra szinte érzéketlen. Ez azt is jelenti, hogy a szokásos antennáknál (dipól, vertikál) jóval csendesebb, meghallható vele olyan távoli, gyenge jel is, amely a felsorolt típusok használata esetén elveszik a zajban.

Felépítését a 11.a ábra, sugárzási iránykarakterisztikáját a 11.b ábra mutatja. Mint látható, lényegében egy egyemenetes tekercs és azzal párhuzamosan kapcsolt forgókondenzátor alkotta rezgőkör, valamint 1/5 átmérőjű csatolóhurokból áll.

Mivel viszonylag jól vezető, vastag csőből (Ø20...40 mm) és jó dielektrikumú hangolókapacitásból (légforgó vagy vákuumforgó) áll a kör, rezonanciafrekvencián a Q-ja többeszeres is lehet! Ebből következik, hogy nagyon kicsi a sáv szélessége (2...10 kHz), a kondenzátor kapcsain kilovoltnyi feszültség alakul ki (már 100 W adóteljesítménynél is!), továbbá hatalmas (néhány száz ampernyi) köráram folyik. Adásra használva, a hatásfoka nem kü-



10. ábra. A mágneses hurokantenna

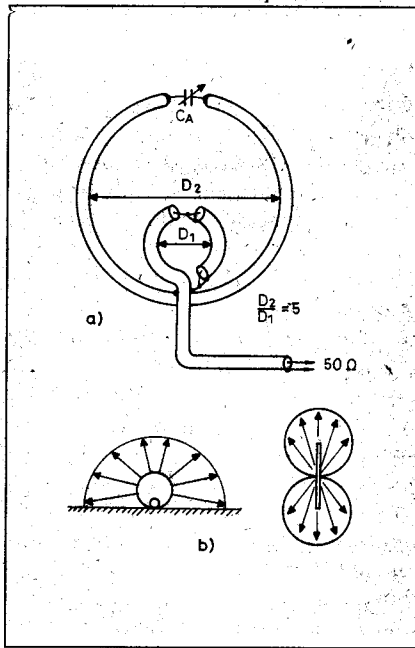
**Weller**<sup>®</sup>  
Angyalföldről  
az Angyalföldi útról

**C+F**  
Kft.  
1134 Budapest,  
Angyalföldi út 38.  
Tel./fax: 340-8456 és 340-8476

**rubis**  
SWITZERLAND  
Csipeszek

**SANDVIK**  
Belzer  
Kéziszerszámok

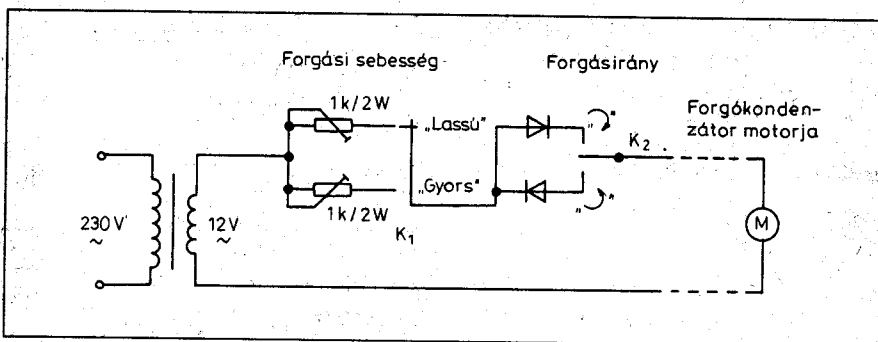
**PIERGIACOM**  
SMD csipeszek, fogók



11. ábra. A mágneses antenna felépítése (a), a mágneses antenna iránykarakterisztikái (b)

lönösebben jó (pl. egy egyszerű dipól jóval erősebben szól), ráadásul speciális, drága hangolókapacitást és nagy vezetőfelületű, korrózióálló alu- vagy vörösrézcsövet igényel.

Nálam csak vételre egy 1,7 m átmérőjű, 20-as alucsőből hajlított hurok és egy végállás-nélküli (körbeforgatható), műsorvevőből „kitermelt” 350 pF-os forgókapacitátor alkotja a rezgőkört, a csatolóhurok RG213 típusú koaxiális kábelből készült. A rajzon megadott méretekkel, kapacitással 3 és 11 MHz között működőképes az antenna. Az 1,8–7 MHz-es tartományra kb. 3 m átmérőjű hurok és némileg nagyobb értékű kondenzátor szükséges. (AMA-7 típusjelzéssel DK5CZ cége gyárt is ilyet.) A hangolókapacitást és az azt működtető motor+forgatómechanizmust jól záródó, UV-álló mű-

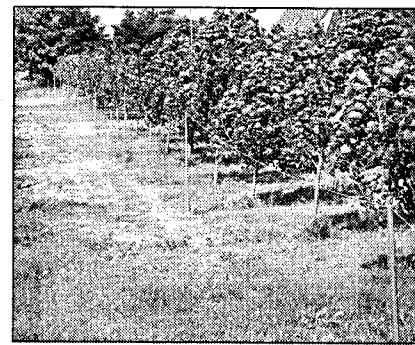


12. ábra. A hangolómotor tápáramköre

anyag dobozba célszerű helyezni, a foton is jól látható módon. Magát az antennát egy 50 mm átmérőjű impregnált farúd tartja, amelynek alsó végét a Hy-Gain CD45II típusú forgatómotor bilincse rögzíti.

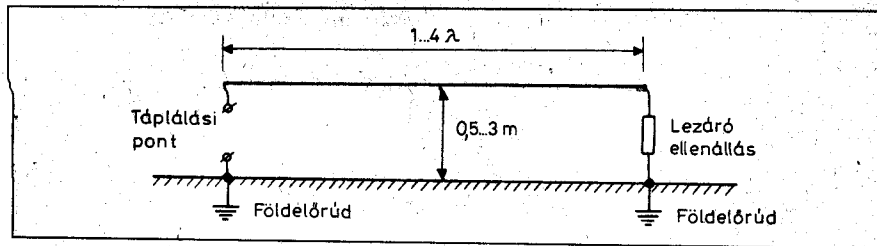
A motort vezérlő feszültséget a 12. ábrán látható kis áramkör szolgáltatja. Ez a QTH-szobában van elhelyezve, így az antenna hangolása nagyon kényelmessé válik.

A mágneses hurok külön beállítást nem igényel, összeszerelve azonnal működőképes. Rezonanciára hangolva „feléled” a sáv (pontosabban mondva, egy kis szegmens), itt 1:1...1:2 SWR mérhető, 5–10 kHz QSX után ez drasztikusan leromlik, s az állomások is egyre halkabban vehetők (kiváló előszelekció).



13. ábra. A telepített beverage

Azóta több tízezer rádióamatőr megépítette, s aki valaha is dolgozott már e típussal, el sem tudja képzelni a DX-elést e csodálatos, de egyszerű antenna nélkül (13. ábra).



14. ábra. A Beverage-antenna elvi rajza

Az antennának – az irányjelleggörbéjéből adódóan – nincs határozott maximuma (mint pl. egy yaginak), de viszonylag éles minimumpontokkal (a hurok síkjára merőlegesen) rendelkezik.

### Beverage-antenna

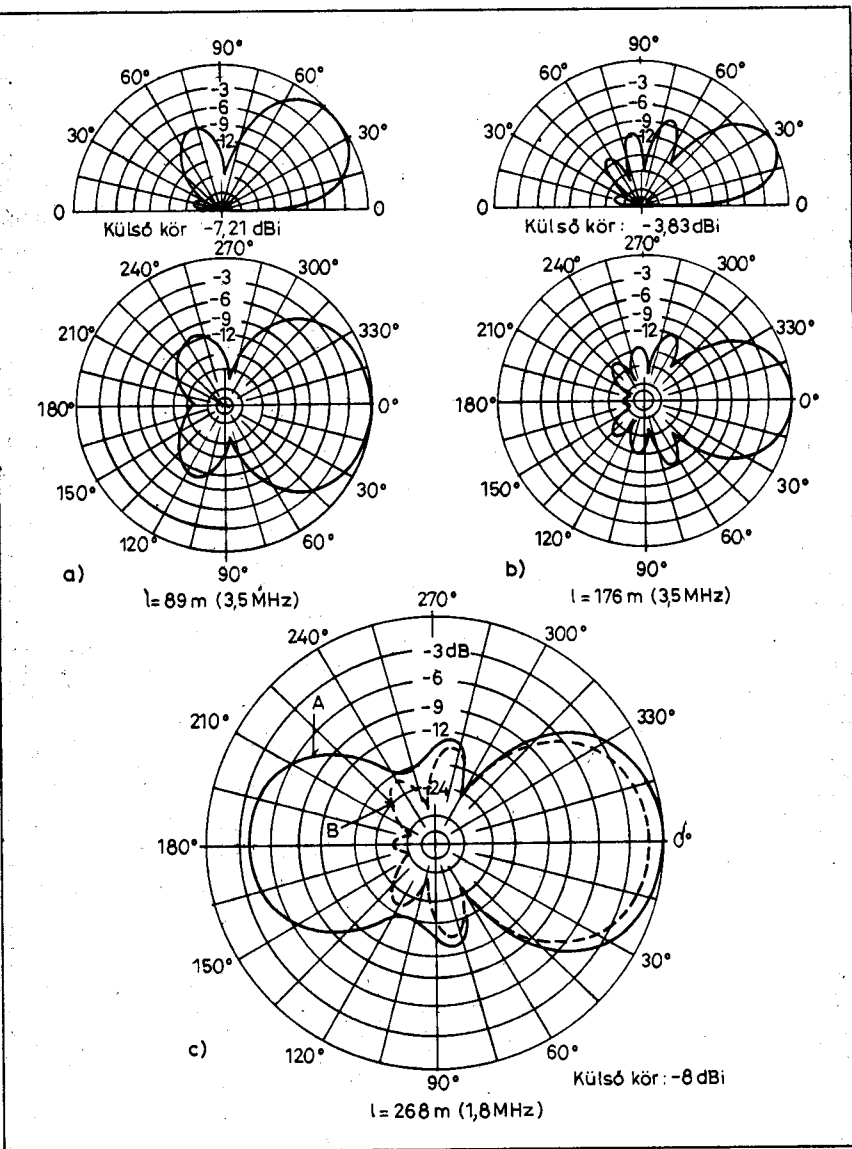
Szintén nem újkeletű antenna, haladóhullámú sugárzó néven már évtizedek óta használják a világ különböző hadseregeiben is. *Harold Beverage* (W2BML) volt az az úr, aki 1921-ben az első 1200 kHz-es transzatlanti kísérletnél alkalmazta ezt a fajta antennát.

Előnye, hogy földközben (0,5...3 m magasságban) telepítve viszonylag kevés zajt vesz a környezetből, ugyanakkor a több hullámhossznyi huzalnak köszönhetően, jelentős irányérzékenységgel és nyereséggel rendelkezik.

A 14. ábra szemlélteti az antenna felépítését. A saját impedanciájának megfelelő értékű ellenállással lezárt sugárzót nevezünk haladóhullámú (más néven aperiodikus) antennának. A lezárt antenna elvileg olyan tápvonalnak tekinthető, amelynek másik felét a föld képezi. A tápvonalon haladóhullámok alakulnak ki, amelyekre az jellemző, hogy a tápvonal bármely pontján mérhető antennaáram végig azonos lesz.

Mint ismeretes, a hullámellenállásának megfelelő ellenállással lezárt tápvonal általában nem, vagy csak alig sugároz. Az aperiodikus antennánál azonban más a helyzet: a két vezetőt, az antennát képező huzal és a föld közötti távolság akkora, hogy a két ellentétes irányú mágneses erőter nem semlegesíti egymást. A rendszer így sugárzóképesé válik, illetve vevőantennaként is jól használható.





15. ábra

Az aperiodikus antenna bemeneti ellenállása széles tartományban frekvenciafüggetlen, így valódi szélessávú antennának tekinthető. Ez az előnye többnyire kompenzálja azt a hátrányt, ami abból adódik, hogy a betáplált nagyfrekvenciás energia egy része a lezáróellenálláson hővé alakul (veszendőbe megy).

A 15.a ábra 1 $\lambda$ , a 15.b ábra 2 $\lambda$  hosszúságú, szabályosan felépített (illesztett, lezárt), a föld felett 2 m magasan kihúzott Beverage-antenna függőleges és vízszintes síkú irányjelleggörbéit mutatja.

Csak az összehasonlítás kedvéért mutatom be egy 3 $\lambda$ -s lezárt (B) és lezárás nélküli (A) antenna horizontális sugárzási diagramját (15.c ábra).

*A Beverage-antenna felépítése, elkészítése*

Mint a 16. ábrán látható, az antennán 3 fő részt különböztethetünk meg: A, bemeneti szakasz az illesztőtranszformátorral, B, sugárzó huzal, C, végződtető szakasz a lezáróellenállással.

*A, bemeneti szakasz*

A QTH felől érkező – 50  $\Omega$ -os vagy 75  $\Omega$ -os – koaxiális kábel csatlakozik a Tr jelzésű, 1:9 áttételű illesztőtranszformátor alacsonyimpedenciás pontjára. A nagyimpedenciás kivezetés közvetlenül a sugárzó huzal végére kerül, vagy ha több irányból érkeznek vezetékek, akkor ezeket a QTH-ról távvezérelhető, kiindulópontjaiknál elhelye-

zett jelfogósorra kell kötni, tehát csak az aktuális égtájhoz tartozó Beverage-szálat aktiválni.

Az egész kis áramkör vízmentesen, jól záródó műanyag dobozban helyezhető el, amelyet célszerűen az 1...1,5 m mélyen lévő, 1"-os horganyzott földelőcső kb. 15 cm-nyi kiálló végére rögzítsünk!

*B, sugárzó huzal*

40...400 m hosszú, kb. 1,5 mm átmérőjű műanyag szigetelésű sodrott rézhuzal telepítendő, ez jó vezetőképességű és mechanikailag is stabil. Mint az ábrán is látszik, a kezdő és a befejező kb. 20 m-es szakasz lejtősen van kihúzva a jobb irányhatás elérése érdekében. A középső részt műanyag alátámasztó csövekkel (2 m hosszú, 40 mm átmérőjű Pannonpipe típus) kb. 12 méterenként tartjuk meg. A magasság nálam 1,6 méterre adódott, ami egy jó kompromisszum csendesség, de ugyanakkor kellő vételi jelszint tekintetében.

A Beverage antennát nem muszáj pontosan méretezni, de telepítéskor érdemes szem előtt tartani, hogy félhullámhosszanként jelentkezik egy olyan állapot, amikor az előre/hátra viszony érzékelhetően megjavul. A „Cone of Silence” (csendkúp) hosszak amatőrsvonként a következők; természetesen a lejtős szakaszok hossza is beleszámítandó ezen távolságokba:

160 méter, 1,8 MHz
82...92 m, 0,5 $\lambda$
165...178 m, 1 $\lambda$
250...270 m, 1,5 $\lambda$
332...352 m, 2 $\lambda$
410...430 m, 2,5 $\lambda$
80 méter, 3,5 MHz
43...47 m, 0,5 $\lambda$
85...92 m, 1 $\lambda$
126...136 m, 1,5 $\lambda$
169...179 m, 2 $\lambda$
212...222 m, 2,5 $\lambda$
258...268 m, 3 $\lambda$
40 méter, 7 MHz
45...48 m, 1 $\lambda$
67...72 m, 1,5 $\lambda$
87...92 m, 2 $\lambda$
135...140 m, 3 $\lambda$

*C, végződtető szakasz*

A lejtősen érkező szárhoz és a szintén 1...1,5 m mélyre levert 1"-os horganyzott földelőcsőre itt csatlakozik a lezárás. Egy kis műanyag dobozban helyezendő el ez az indukciómentes, 500...600  $\Omega$  körüli, 2 W-os ellenállás.

# Végéntáplált antennák

Bartók László okl. vill. üzemmérnök, HA5AG

„Kényszerhelyzetben is születhetnek jó eredmények.” – mondta gimnáziumi osztályfőnököm, valamikor a hatvanas évek végén. A most ismertetésre kerülő antenna is így született...

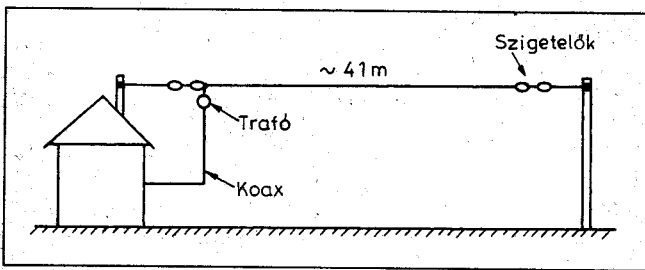
## Antennatörténet

1993 óta rádióztam egy 80 m-re tervezett egészhullámú, vízszintes kiépítésű Quad-antennával. Kiválóan működött 3,5, illetve 7 MHz-en. Családi házas környezetben, 25 × 25 m-es telken ilyen antennát építeni nem nagy kunszt, főleg akkor, ha a ház és annak gerince a telek egyik oldalán húzódik. A tető két végére 6 m-es vasrudak, ellenkező oldalon a szomszéd házfala (engedéllyel) és máris volt négy rögzítési pont. Igaz, hogy a síkja vagy 20°-ot lejtett, de mint kiderült, ez is előnyére vált. A betáplálási ponttal szemben a

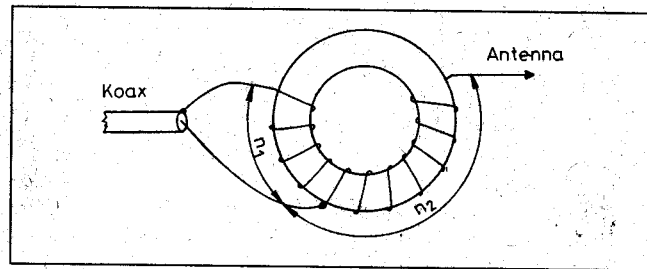
szomszéd ház falán megszakítottam a vezetéket, és „tyúklétrával”, földről elérhető magasságban, egy vízmentesen zárt műanyag dobozba vezettem. A dobozban három állású kapcsolóval ferritgyűrűs induktivitást, rövidzárát, illetve kapacitást tudtam az antennával sorba kapcsolni. Így a viszonylag keskeny sávú antennát (kb. 70 kHz) egész sávban használni tudtam; ha a tekercs volt sorba kapcsolva, akkor 3510 kHz, ha a rövidzár, akkor 3620 kHz, ha pedig a kapacitás, akkor 3780 kHz volt a rezonanciapont.

Végül is az egész sávban 1:1,2 alatt volt az SWR-érték, rezonancia közelében szinte nem volt visszavert jel. Kellemetlen csak az volt, főleg télen, hogy az átkapcsolást csak R-1-es módszerrel tudtam megoldani (eredj Laci, kapcsold át), de a jó működés kárpótolt ezért.

Kárpótolt 2000 késő őszeig. Ekkor ugyanis tetőcserepet kellett cserélni, így az eddig remekül működő antennám földre került. A cserepezés különböző okokból elhúzódtott, mire végeztünk beállt az esős, hideg őszi idő, ezért úgy döntöttem – az XYL legnagyobb öröme –, hogy a quad majd csak tavasszal foglalja el eredeti helyét. Igen ám, csak hogy egy amatőr egész télen át nem lehet antenna nélkül, különösen nem az alsó sávokon. Két hét után elhatároztam, török-szakad, kényszermegoldásként csinállok valamilyen antennát. Csinálnék, de milyet? A megmaradt 40 m körüli huzal ugyanott volt, de ha dipólként akarom használni, akkor a koaxkábel átlósan át kellene vezetni az udvaron és a garázs kijárat betonján. Erről hamar lemondtam. Maradt az a megoldás, hogy az épületnél levő végét táplálom meg.



1. ábra



2. ábra

(Folytatás a 215. oldalról.)

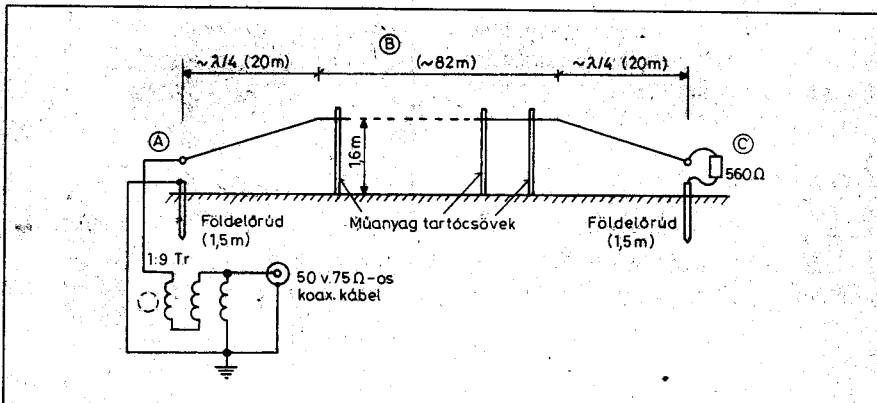
## Gyakorlati tapasztalatok

Mivel a vertikál (főleg a hangolt ellen-súlyú, közel telepítve) képes csatolás

útján zajt gerjeszteni a vevőantennában, így a megfelelő elválasztás érdekében célszerű legalább negyedhullámhossznyi távolságot tartani köztük. Ha ez nem lehetséges, akkor vétekor le kell kapcsolni a koaxot az adóanten-

náról (a sugárzó „lebeg” és az üzemi frekvencia dupláján rezonál).

Nálam, a már említett verseny QTH-n jelenleg 3 irányban (ÉNY: USA, NY: Dél-Amerika és VK/ZL, ÉK: Japán) kihúzott, 120 méter körüli antennák üzemelnek. Ezek az adóantennáktól távolabb vannak elhelyezve, így nincs járulékos zaj, illetve a lezáró-ellenállás füstölése sem. Nagytávolságú rádiózásra, az alsósávokban egyértelműen ez a fajta vevőantenna a legmegfelelőbb.



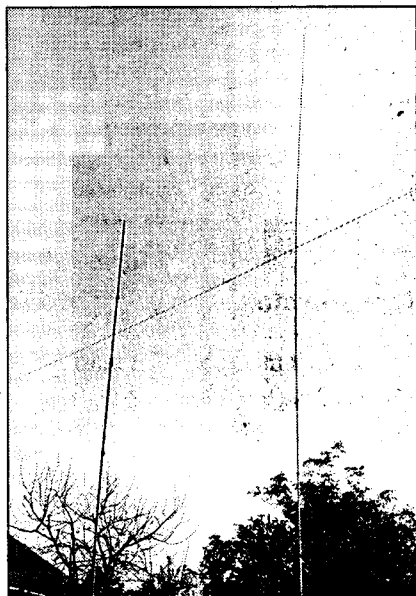
16. ábra. A Beverage-antenna gyakorlati megvalósítása

Bízom abban, hogy sikerült felkeltenem az alsósáv DX-elés iránti vágyat, s talán a következőkben már más valaki is be fog számolni a saját technikai megoldásairól, DX-eredményeiről. Jó kísérletezést és sok szép, nagytávolságú összeköttetést kívánok!

De, hogyan? Rádiós kuckóm ablaka felett esőcsatorna, gázvezeték, villanyvezeték húzódik, ott rezonáns huzalt bevinni merész dolognak tartottam. Maradt egy másik megoldás: kórxkábellel kivinni a jelet az antenna végéig, és ott valamilyen illesztővel csatlakoztatni. Erre legjobb megoldásként egy olyan transzformátor ígérték, ami a tápkábel 50  $\Omega$ -os impedanciáját 600  $\Omega$  környékére teszi át. Ezzel a módszerrel ugyan leterheljük az antenna végét aszimmetrikusan, de egy régebbi kísérlet arról győzött meg, hogy ezzel különösebb problémát nem okozunk. (A kísérletet később röviden ismertetem.)

Ezek után kiszámoltam a menetszámot, kerestem egy általam jónak vélt ferritet, és már csak egy napos hétvége hiányzott. Ez is eljött, reggel 6-kor kidobott az ágy. Rövid egyeztetés a feleséggel, hogy itt leszek, de mégse leszek és elkezdtem búvólni a drótot. Létra fel, létra le, du. 2-kor már működött a dolog: Nem volt még tökéletes, de nem tudtam megállni, hogy ne próbáljam ki. 40 m-en volt terjedés, első QSO egy UR9-es állomással történt, riport 599 volt. Azt gondoltam véletlen, újabb hívásra UA0ABK, Alex jött vissza 599+10 dB-es riporttal. Ez már nem lehet véletlen, 100 W mellett ez nagyon jó eredmény. Nem ragozom tovább, vasárnap délutánra szerintem egy jól működő, kétsávos antennám lett, melynek betáplálását az 1. fénykép mutatja.

A tél folyamán sok szép összekötést csináltam, tavasz elején jött az



2. fénykép

ötlet, hogy ki kellene próbálni az elvet a felső sávokon is, ugyancsak végén-táplált, de vertikális antennával. Volt két katonai teleszkóp antennám (BURABU szerzemény), ezekből sikerült 20 m-re, ill. 15 m-re függőleges antennát felállítani (2. fénykép). Újabb hétvége és mindkét antenna működött, még hozzá kitűnően. Az antennák betáplálási pontja kb. 2,5 m-re van a talajtól, az illesztő trafó vízmentesen zárt, műanyag flakonban lett elhelyezve, ahogy az 3. fényképen látható.

Az eredmény:

- \* 80 m-re félhullámú, rezonáns, vízszintes huzalantenna,
- \* 40 m-re egészhullámú, rezonáns, vízszintes huzalantenna,
- \* 20 m-re félhullámú, rezonáns, függőleges teleszkóp,
- \* 15 m-re félhullámú, rezonáns, függőleges teleszkóp,
- \* 10 m-re egészhullámú, rezonáns, függőleges teleszkóp.

### Kivitel, adatok

A vízszintes antenna vázlatát az 1. ábrán láthatjuk. Az antenna hossza félhullámra kiszámolt méret, nem kell rövidülési tényezővel számolni. A 2. ábrán vázolt illesztő trafó huzala a teljesítménytől függ, min.  $\varnothing 1,5$  mm-es, sodrott, szigetelt réz legyen. Az illesztő transzformátor további adatait a táblázat mutatja. A trafó elkészítésekor vigyázni kell arra, hogy a tekercs kezdete

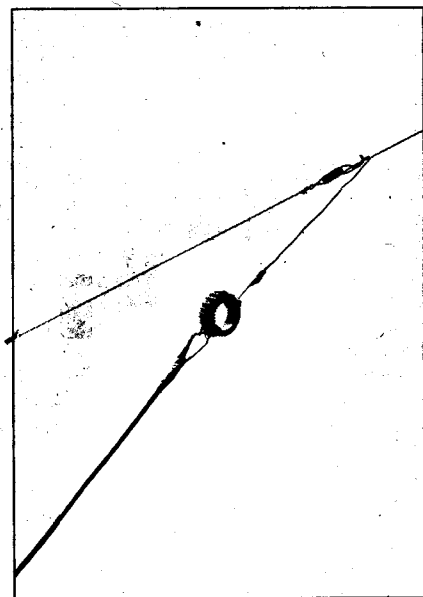
Frekvencia [MHz]	Menetszám		Ferrit
	n1	n2	
3,5/7	5	13	min. N-400
14/28	5	11	N-100
21	5	10	N-100

és vége között legalább 10 mm-es távolság maradjon (átütés).

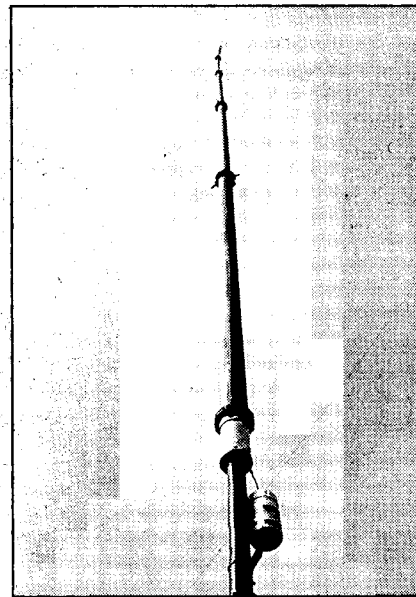
### Az antenna beállítása

Antennaszókkal vagy SWR-mérővel keressük meg az előre méretezett antenna rezonancia-frekvenciáját (SWR minimum). Ha sávon kívül esik, toldással vagy rövidítéssel hozzuk sávon belülre és állítsuk a kívánt értékre (pl. 3620 kHz). Ilyenkor még nem számít mekkora a visszavert jel, csak minimumot keresünk. Ha a rezonanciapont már jó helyen van, n2 változtatásával (növelés vagy csökkentés) illesszük az antennát a legkisebb reflexióra. Lehet, hogy az illesztés során az antenna rezonanciapontja keveset „elmászik”, a huzalhossz kis mértékű változtatásával ez visszaállítható.

Az előzőekben már említettem, hogy egy rezonáns antenna aszimmetrikus terhelése (egyik vége 600  $\Omega$ -mal lezárva) nem okoz problémát. Vagy tíz évvel ezelőtt végeztünk egy kísérletet. Tétényi telkemen úgy építettünk meg egy 80 m-es dipólt, hogy egyik fele teljesen nyílt terepre, másik fele pedig egy épülettel, fákkal, szőlőlugassal „zavart” terület fölé esett. Az antenna



1. fénykép



3. fénykép

közepét koaxkábelrel tápláltuk szimmetrizáló trafón keresztül és azt tapasztaltuk, hogy hiába volt az antenna rezonancián, az SWR-érték nem akart 1:1,5 alá menni. Jött egy ötlet és a „zavart” feléből levágtunk kb. 1 métert és azt a szabad feléhez kötöttük. Az SWR érték máris javult és a kísérletet folytatva el tudtuk érni az 1:1,05-ös értéket. Ekkor az antenna szabad fele majdnem 3 méterrel hosszabb volt az ellenkező oldalánál. Ebből azt a tanulságot vontuk le, hogy a megfelelő illesztési pont nem mindig a dipólhuzal hosszának a közepére esik, hiszen a környezeti, a járulékos kapacitások azt bizonyos mértékben megváltoztatják.

A végén meghajtott antennánál ilyen gond nincs. A huzal „úgy alakítja ki” áramképét, ahogy ez a járulékos kapacitások miatt szükséges.

Óriási előnye ennek a táplálásnak, hogy nem igényel radiálokat. Nincs szükség rá, hiszen a rezonáns félhullámú huzal ugyanúgy viselkedik, mint egy dipólus. Nagy előnye még a feszültség-generátoros meghajtásnak, hogy nincs a koaxon köpenyáram vagy csak egészen minimális, ezért nem okoz TVI, BCI zavarokat.

### Tapasztalatok

Az antennát már több mint másfél éve használom. A tapasztalataim nagyon jók, erre csak egy példa. HA8KJ/MM hajózott valahol az Atlanti-óceánon (sajnos *Karcsi* barátunk koordinátáit nem írtam fel) és HA8UT *Pista* OM-mel dolgozott. *Pista* 59-es riportot kapott, a következő QSO folyamán én 58/59-et kaptam. A terjedés nem volt a

legjobb, több magyar állomás szorult QSP-re. Mint később 8UT elmondta, ő 800 W-tal dolgozott, nálam pedig max. 100 W ment ki az antennára. Másfél év alatt sikerült körberádiózni a Földet, probléma csak akkor adódik, ha megkérdezik milyen antennával dolgozom. Ilyenkor legfeljebb csak annyit tudok információként mondani, hogy az antennám vertikális.

Végezetül sok sikert kívánok mindazoknak, akik megpróbálják megépíteni az ismertetett antennát. Egy egyszerű, könnyen beállítható, ennek ellenére nagyon jól működő kétsávós sugárzóhoz jutnak.

## Ismerjük meg ismeretlen ferritgyűrűnket!

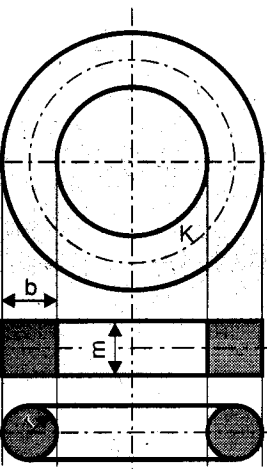
Bartók László okl. villamos üzemmérnök, HA5AG

Sok rádióamatőr fiókjában található különböző méretű és anyagú toroidvasak. Ezek között sok „névtelen” is akad, melyekről lekopott vagy már gyárilag sem volt színjelzés, felirat. Ilyenkor megpróbáljuk kitalálni, mennyi is lehet a kezdeti relatív permeabilitás, vajon N-10, N-20, N-50 stb. anyagú-e a vas? (Előző jelölések az egykori, magyar, KÓPORC gyártmá-

nyú ferrit vasanyagoknál használatosak. – A szerk.)

Az alapanyag színe ugyan mutat valamit, de ez csak annak a megállapítására elég, hogy alacsony vagy nagyfrekvenciás típusról van-e szó. A 80 és a 2 m-es sávban többször elhangzott a kérdés: »Hogyan lehetne az ismeretlen vasakat egyszerű méréssel és/vagy számítással „leleplezni?”«

Az ábrán látható összefüggéseknek remélhetőleg többen hasznát veszik. Nagyon figyeljünk a megadott mértékegységekre, gyanús eredmény esetén ellenőrizzük a számítás menetét! A kezdeti relatív permeabilitás (P vagy  $\mu$ ) értékeket a gyártók általában  $\pm 20\%$ -os tűréssel adják meg, tehát egy N-100-ként jelölt vas mért és számított értéke 80 és 120 közötti lehet. (A KÓPORC vasaknál tehát ez az N-et követő szám.)



$$L = \frac{P \mu_0 A n^2}{K}$$

$$P = \frac{KL}{\mu_0 A n^2}$$

$$n = \sqrt{\frac{KL}{P \mu_0 A}}$$

$L$  = a tekercs inductivitása [H]  
 $\mu_0$  = a légüres tér permeabilitása:  $1,25 \cdot 10^{-8}$  [H/cm]  
 $P$  = a vas relatív kezdeti permeabilitása  
 $A$  = a vas keresztmetszete:  $m \cdot b$  vagy  $r^2 \pi$  [cm<sup>2</sup>]  
 $n$  = a tekercs menetszáma  
 $K$  = a vas középperkülete [cm]



**Ferritmagos tekercsek,  
ferritmagos transzformátorok,  
hálózati  
transzformátorok,  
NF-tekercsek,  
csévetestek, ferritek,  
smd-induktivitások,  
Amidon porvasmagok**  
nagy választékban kaphatók!  
Postai utánvétellel is szállítunk.

**TALI Bt.**

2600 Vác, Rádi út 1-3.  
 ☎ 06/27/501 220 Fax: 06/27/501 221  
 E-mail: tali@mail.digitel2002.hu

# Varázsszemes nosztalgiaműszerek

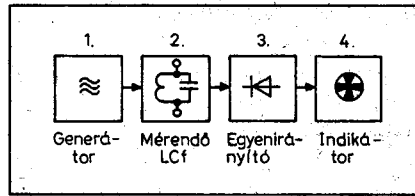
Stefanik Pál okl. villamosmérnök, nyug. főszerkesztő, HA5BT

Évtizedekkel ezelőtt egy amatőr laboratórium műszereiben nem a  $\mu P$ -s, mikrokontrolleres áramkörök voltak jellemzők. Akkoriban az analóg technika – mai szemmel nézve(!) – igen egyszerű megoldásai is jó szolgálatot tettek a maguk szerényebb pontossági és stabilitási jellemzőivel. A kijelzés céljára való Deprez-műszerek, hasonlóképp mint manapság, csak nehezen és igen drágán voltak beszerezhetőek. Az alábbi két, 1959-ből származó műszerleírás a korabeli amatőr furfang legszébb iskolapéldái közül való, melyek szikár egyszerűségükkel egy már-már feledésbe merülő rádióalkatrész sokoldalúságára is emlékeztetnek. A műszerek mai utánépítése vérbeli nosztalgia-teljesítmény. (– A szerk.)

## Amatőr LCf-mérő

Azt hiszem, minden rádióamatőr bizonyos idő elteltével szükségét érzi néhány alapvető műszer beszerzésének vagy elkészítésének. Ezt a gondolatot a gyakorlati munka ébreszti, ugyanis az ember a munka során hamarosan rájön arra, hogy bizonyos mennyiségű és minőségű műszer nélkül jónak mondható amatőr munkát már nem lehet végezni. Sokan azonban nincsenek még abban a helyzetben, hogy ilyen gondolat ébredjen bennük, hiszen még csak nem rég kezdték meg az amatőr munkát. Saját tapasztalatomból tudom, hogy mennyi keserves csalódást és bosszúságot okoz az, hogy az embernek nincs megfelelő műszere, így kénytelen közvetett módszerekkel „mérni”, ha egyáltalán van már némely szakmai tudása, tud következtetni és következtetéseket levonni. Hány keserves órát takaríthatunk meg és fordíthatunk más hasznos munkára, ha nem kell tapogatózni, bizonytalanodni, hanem műszer birtokában könnyen és gyorsan tudunk elektromos adatokat, értékeket megállapítani.

A rövidhullámú munkában, de más területen is fontos, hogy az induktivitások, kapacitások értékét pontosan ismerjük, hiszen a kombinációjukból származó rezgőkörök frekvenciáját ezek határozzák meg. Hányszor halljuk még mindig amatőrberkekben, hogy „a



1. ábra

csuda egye meg, nem találok a sávot, vagy hogy a duplázófokom nem tudom hol fut”. Szóval vezető nélkül bolyong némelyik amatőrünk a rezgőkörök és a frekvenciák birodalmában.

Pedig könnyen segíthetünk ezen, mert csekély anyagi áldozattal amatőr használatra jól megfelelő műszert készíthetünk magunknak. A szóban forgó készülékkel induktivitást, kapacitást és frekvenciát mérhetünk. A működés alapelve a rezonanciaelv, amelyet az 1. ábrán (tömbvázlat) tüntettünk fel. Valamilyen generátorral (oszillátorral) nagyfrekvenciát gerjesztünk, s ezt a nagyfrekvenciás jelet egy rezgőkör kapcsaira vezetjük. E rezgőkör kapcsain akkor lesz legnagyobb a feszültség, amikor a rezgőkör frekvenciája éppen megegyezik a generátor frekvenciájával, vagyis más szavakkal, ha a rezgőkör rezonanciába kerül a generátorral.

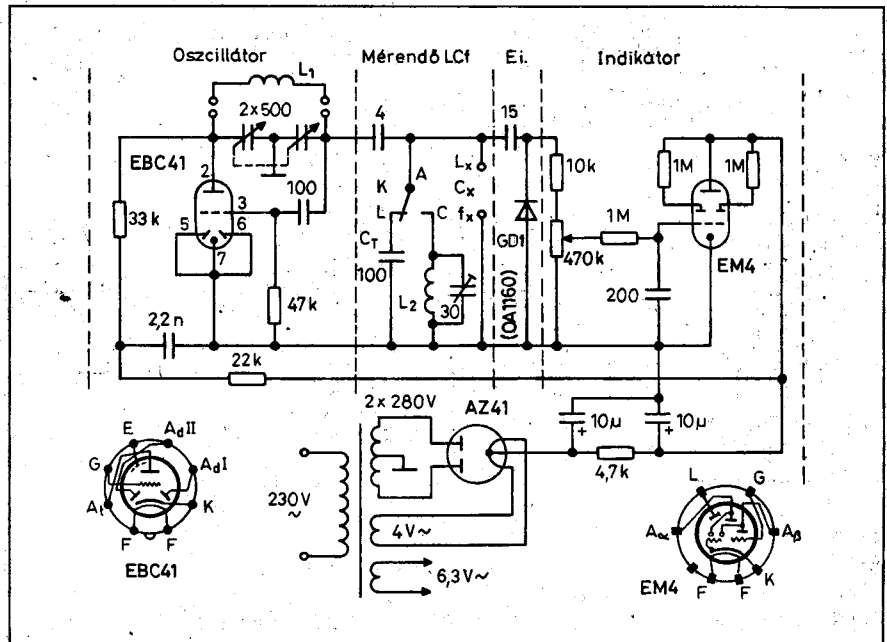
A rezgőkör kapcsairól tovább visszük a jelet egy egyenirányítóra, majd az így kapott egyenirányított feszültséggel egy indikáló műszert működtetünk. Látjuk, hogy az egész működésnek négy fázisa van. Ezek közül a másodikkal kell még egy kicsit bővebben foglalkoznunk, hogy majd az elvi kapcsolási rajzot is jól megértsük.

A tömbvázlat szerinti második fokozatban a mérendő rezgőkört (L–C–f) tüntettük fel, s amint mondtuk, a nagyfrekvenciás generátor jelet erre a rezgőkörré visszük. A készülék e részében a valóságban nem egy, hanem három rezgőkör működik, annak megfelelően, hogy L-t, C-t vagy f-et mérünk.

## Induktivitás (L) mérése

A tömbvázlat második négyzete és az előbb elmondottak szerint először egy rezgőkört kell létesítenünk, hiszen ennek a két kapcsára akarjuk vezetni a generátor feszültségét, másodsor ezt a rezgőkört – az elérhető legnagyobb jel-feszültség érdekében – rezonanciába kell hoznunk a generátorral.

Az első feladatot a következőképpen teljesítjük: minthogy a létrehozandó rezgőkör egyik tagját, az ismeretlen



2. ábra

és mérendő L-t kívülről csatlakoztatjuk készülékünkhöz, nyilvánvaló, hogy a másik tagját, egy nem változtatható értékű C-t be kell építeni állandó jelleggel a készülékbe. Ilyen módon tehát már létrehoztuk a rezgőkört.

A kérdés most már csak az, hogy a rezonanciafeltételt milyen módon tudjuk teljesíteni, hiszen: különböző menetszámú, induktivitású tekercseket csatlakoztatva ugyanazon kapacitáshoz, különböző rezonanciafrekvencia-értékek adódnak. A rezgőkör tagjainak elektromos értékét nem is tudjuk megváltoztatni, mert azok egy-egy esetben állandó értékűek; de megváltoztatni nem is akarjuk, mert a mérés, illetve a készülék nagyon bonyolulttá válna. Más módszert kell alkalmazni.

Ha tehát nem tudjuk a rezgőkört a generátor frekvenciájára hangolni, akkor a generátort kell a rezgőkör frekvenciájára hangolni. Ebből következik, hogy a generátorunkat változtatható frekvenciájúvá kell tennünk, tehát hangolni kell tudnunk bizonyos frekvenciahatárok között. Így most már a beépített állandó értékű kapacitáshoz különböző értékű induktivitásokat csatlakoztathatunk, a rezonanciafeltételt biztosítani tudjuk.

A C mérése hasonló elven történik azzal a különbséggel, hogy most egy indukciót építünk be állandó jelleggel a készülékbe, amely a mérendő, kívülről csatlakoztatott kapacitással alkot egy rezgőkört. A rezonancia beállítása szintén az oszcillátor hangolásával történik.

„f” mérés esetén a „kész” rezgőkört kívülről csatlakoztatjuk a készülékre és a rezonanciára való hangolás ugyanacsak oszcillátorral történik.

Ezek után nézzük a készülék elvi kapcsolási rajzát (2. ábra). Itt is feltüntettük a készülék működésének négy fázisát. Ozcillátornak Colpitts-kapcsolásban működő E(B)C41-es triódát alkalmaztam. A felhasznált kettősforgó Videoton gyártmányú,  $2 \times 500$  pF-os. A kapcsolat közismert és legfeljebb annyit kell megjegyezni, hogy nem célszerű a cső anódtáplálását fojtótekercsen keresztül megoldani (a  $33 \text{ k}\Omega$ -os ellenállás helyett). A készülék ugyanis széles frekvenciatartományban működik, így elkerülhetetlen, hogy a fojtótekercs valahol ne mutasson rezonanciát, ami nagy mértékben zavarhatja, sok esetben lehetetlenné teszi az elfogadhatóan pontos mérést.

Az oszcillátorfokozatnál a legfontosabb feladat az  $L_1$  tekercs önindukci-

ójának kiszámítása. Milyen értékűre válasszuk az  $L_1$ -et? Ezt az szabja meg, hogy a készülékünkkel milyen értékű induktivitásokat akarunk mérni. Célszerű ezt abból a szempontból eldönteni, hogy az amatőrmunkában milyen induktivitások mérése szükséges a leggyakrabban. A tapasztalat szerint erre  $0,5 \mu\text{H}$  és  $5 \text{ mH}$  határértékek adódnak. Tehát készülékünkkel mérhető legkisebb induktivitás értéke  $0,5 \mu\text{H}$ , a legnagyobb érték pedig  $5 \text{ mH}$  legyen. Minthogy a  $2 \times 500$  pF-os kondenzátor eredő kapacitása a 2. ábra szerinti kapcsolásban  $250 \text{ pF}$ , a frekvenciaátfogás közel háromszoros, az előbb meghatározott  $0,5 \mu\text{H} - 5 \text{ mH}$ -s mérési tartományt négy részre osztjuk. Így az egyes sávok átlapolják egymást.

Most pedig kiszámítjuk az első méréshatárhoz tartozó  $L_1$ -et.

Amint már megállapítottuk, a legnagyobb értékű induktivitás, amit még mérni akarunk:  $L_x = 5 \text{ mH}$ . L mérésénél, amint a kapcsolási rajzból is látjuk, a beépített kapacitás értéke  $C_r = 100 \text{ pF}$ . ( $C_r$  = rezgőköri kapacitás.) E két adat a kiindulási alapja számításunknak, amelynél a Thomson-képlet egy egyszerűsített formáját alkalmazzuk:

$$L = \frac{25\,330}{f^2 C}$$

ahol a dimenziók  $\mu\text{H}$ , MHz és pF.

Először a mérendő L-C-f részben levő rezgőkör adatait számoljuk ki, illetve az  $L_x C_r$  által meghatározott frekvenciát:

$$L_x = 5 \text{ mH} = 5 \cdot 10^3 \mu\text{H}, \\ C_r = 100 \text{ pF} = 10^2 \text{ pF}.$$

$$f = \sqrt{\frac{25\,330}{L_x C_r}} = \sqrt{\frac{25\,330}{5 \cdot 10^3 \cdot 10^2}} = \\ = \sqrt{507} \cdot 10^{-2} = 0,225 \text{ MHz} = 225 \text{ kHz}.$$

Tehát ez a legalacsonyabb frekvencia, amit az oszcillátornak is elő kell tudni állítani, mert a két kört az említettek szerint rezonanciába kell hozni.

Ismerjük az oszcillátorforgó kapacitását (becsukva  $250 \text{ pF}$ ), s a fenti számítás alapján a legalacsonyabb frekvenciát, tehát az  $L_1$  már számítható:

$$L_1 = \frac{25\,330}{f^2 C} = \frac{25\,330}{0,225^2 \cdot 250} = \\ = 2001 \mu\text{H}.$$

Tehát  $2001 \mu\text{H}$ -s tekercset kell készítenünk az első méréshatárhoz az oszcillátor részére, hogy  $5 \text{ mH}$ -s tekercset mérni tudjunk. A továbbiakban az a kérdés, hogy ugyanebben a méréshatárban, de kiforgatott forgóállás mellett mekkora értékű  $L_x$  induktivitást tudunk még megmérni. Ehhez először ki kell számítani, hogy a fenti  $2001 \mu\text{H}$ -s tekercssel, kiforgatott forgóállás mellett ( $25 \text{ pF}$ ) mekkora a frekvencia:

$$f = \sqrt{\frac{25\,330}{2001 \cdot 25}} = \\ = 70,99 \cdot 10^{-2} \approx 0,71 \text{ MHz}.$$

Ennek ismeretében a még mérhető induktivitás:

$$L_x = \frac{25\,330}{f^2 C_r} = \frac{25\,330}{0,71^2 \cdot 10^2} \approx 500 \mu\text{H}$$

Az első méréshatárban tehát  $500 \mu\text{H}$ -tól  $5 \text{ mH}$ -ig tudunk mérni.

Ugyanilyen módszerrel végezzük el az  $L_1$  értékének kiszámítását a többi méréshatárnál is. Megjegyezzük, hogy a számolás kiindulási alapját képező  $L_x$  és  $C_r$  értékek közül a  $C_r$  minden méréshatárnál  $100 \text{ pF}$ , az  $L_x$  azonban változik. Pl. a második méréshatárban mérhető legnagyobb induktivitás értéke – az átlapolás miatt – az előbbi számítás alapján már adott:  $500 \mu\text{H}$ . A második méréshatárban tehát a kiindulás az  $L_x = 5 \cdot 10^2 \mu\text{H}$  és  $C_r = 10^2 \text{ pF}$  adatokból történik.

A további számolást mindenki elvégezheti maga, itt csak a végeredményeket adjuk meg összefoglalva, a többi méréshatárra vonatkozólag:

2. méréshatár:

$$L_x = 5 \cdot 10^2 \mu\text{H}, C_r = 10^2 \text{ pF} \\ \text{az ezek által meghatározott} \\ f = 0,71 \text{ MHz}$$

az oszcillátor  $L_1$ -je:  $200 \mu\text{H}$  nyitott forgónál:  $f = 2,2 \text{ MHz}$  a még mérhető  $L_x = 50 \mu\text{H}$

3. méréshatár:

$$L_x = 50 \mu\text{H}, C_r = 10^2 \text{ pF} \\ \text{az ezek által meghatározott} \\ f = 2,2 \text{ MHz}$$

az oszcillátor  $L_1$ -je:  $20 \mu\text{H}$  nyitott forgónál:  $f = 7,1 \text{ MHz}$  a még mérhető  $L_x = 5 \mu\text{H}$

4. méréshatár:

$$L_x = 5 \mu\text{H}, C_r = 10^2 \text{ pF}$$



az ezek által meghatározott

$$f = 7,1 \text{ MHz}$$

az oszcillátor  $L_1$ -je:  $2 \mu\text{H}$

nyitott forgónál:  $f = 22 \text{ MHz}$

a még mérhető  $L_x = 0,5 \mu\text{H}$

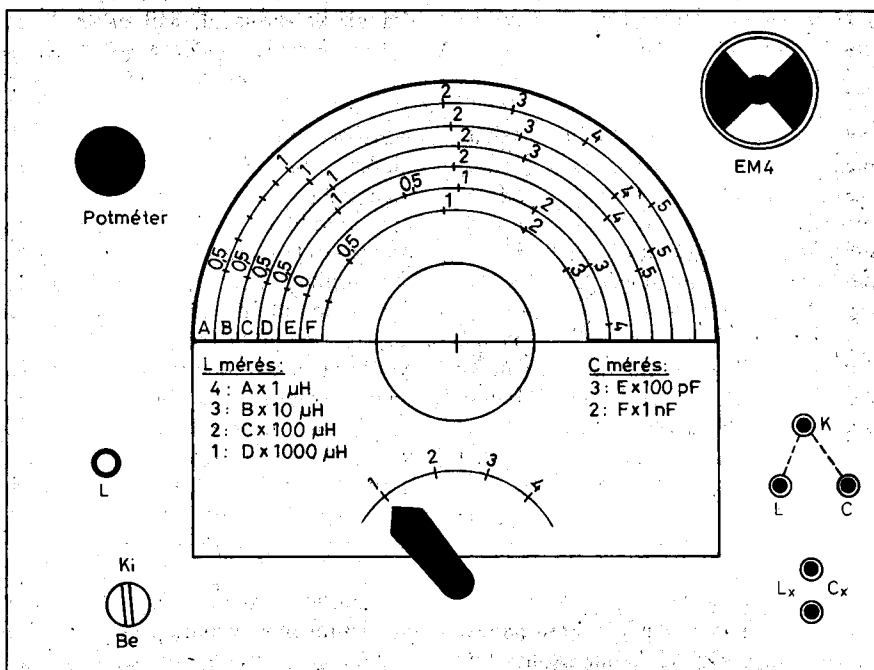
Ezekről a kiszámított értékektől a valóságban lesz egy kis eltérés a szerelési kapacitások stb. miatt. Éppen ezért célszerű a tekercseket vasmagos kivitelben elkészíteni, hogy vasmaggal a szükséges korrekciót el tudjuk végezni. A tekercsek váltását Yaxley-kapcsolóval végezzük.

Az oszcillátorról a nagyfrekvenciás jelet egy  $4 \text{ pF}$ -os kondenzátoron keresztül visszük a mérendő  $L-C-f$  rezgőkör kapcsaira. Itt felhívjuk a figyelmet arra, hogy a csatolást az oszcillátorral nem az anód felőli oldalról vesszük, hanem a rácsoldalról. Anódoldali csatolás esetén ugyanis a tapasztalat szerint a 2. és a 3. harmonikus amplitúdója olyan nagy, hogy különösen az alacsonyabb frekvenciájú (1–2) mérési tartományokban szinte alig lehet megkülönböztetni az alapfrekvenciától, ami a pontos mérést lehetetlenné teszi. A mintakészüléknel rácsoldalcsatolás esetén a legkisebb zavaró harmonikustartalom sem jelentkezik.

### Kapacitás (C) mérése

Amint már mondtunk, kapacitásmérés esetén a készülékbe előre beépítünk állandó jelleggel egy induktivitást, amelyhez kívülről csatlakoztatjuk az ismeretlen  $C_x$ -et. A kérdés, hogy mekkora legyen a kapcsolási rajzban szereplő  $L_2$  értéke? Itt is a gyakorlati munka tapasztalataiból indulunk ki. Milyen kapacitásokkal dolgozunk a leggyakrabban? Az amatőrgyakorlatban ezek az értékek  $20 \text{ pF}$ -tól  $2 \text{ nF}$ -ig terjednek. Tehát úgy kell megválasztani az  $L_2$  értékét, hogy az  $L/C$  viszony a  $2 \text{ nF}$ -os kapacitások mérése esetén is még megfelelő legyen, vagyis a rezgőkör még megfelelő nagyságú feszültséget adjon az indikálásához. Az  $L_2$ -t ilyen célszerűségi okokból  $20 \mu\text{H}$  értékűre választjuk. (Megjegyezzük, hogy a  $2 \text{ nF}$  feletti kapacitású kondenzátorok mérése esetén az indikálás már nem igazán éles. Főleg az alacsonyabb értékű kapacitások mérését tartottuk fontosnak, emiatt választottuk a  $20 \mu\text{H}$ -s tekercsértéket.)

A kapacitásmérés a 2-es és a 3-as állásban történik. A 2-es állásban  $300 \text{ pF}$ -tól  $2500 \text{ pF}$ -ig, a 3-as állásban pedig  $300 \text{ pF}$ -ig mérhetünk.



3. ábra

A kapcsolási rajzon az  $L_2$ -vel párhuzamosan egy  $30 \text{ pF}$  végkapacitású trimmert látunk. Ez azért szükséges, hogy a nullázást elvégezzük vele, ami gyakorlatilag a következőt jelenti. A  $C_x$  hüvelypárba nem kapcsolunk kapacitást, a Yaxley-kapcsolót a 3-as állásába váltjuk és a forgót kinyitjuk majdnem teljesen. A trimmert addig forgatjuk, amíg a varázsszem a forgó ilyen állása mellett össze nem csukódik; ez lesz a 0 pont.

A mérendő  $L-C-f$  fokozatban látjuk még a K kapcsolót, amely tulajdonképpen csak egy rövidrezáró dugó. Ennek két állása van: az egyik, amikor  $L$ -t mérünk (az  $A-L$  hüvelypárt köti össze), a másik, amikor  $C$ -t mérünk (az  $A-C$  hüvelypárt zárja rövidre).

### Frekvencia (f) mérése

A frekvenciamérés úgy történik, hogy a K rövidrezáró dugót kihúzzuk, majd az  $f_x$  hüvelypárra kapcsoljuk a rezgőkört, amelynek frekvenciáját meg akarjuk mérni. A készülékkel mérhető frekvenciatartomány megegyezik az oszcillátor frekvenciatartományával, tehát  $220 \text{ kHz}$ -tól  $22 \text{ MHz}$ -ig terjed.

Mindhárom mérés következő fokozata az egyenirányító, amelynek fő eleme a  $GD1$  nagyfrekvenciás germániumdióda.

Indikálásra  $EM4$  típusú hangolászeldőcsövet használunk, melynek az érzékenységét a rácskörében levő

$470 \text{ k}\Omega$ -os potenciométerrel szabályozzuk. A varázsszem a rezonanciát a lepkék összecukódásával jelzi. (Sztényílással való jelzés esetén a dióda bekapcsolását meg kell fordítani.)

### A készülék kalibrálása

A készülék kalibrálását etalonokkal végezzük. Először a készülék előlapjára egy skálát készítünk, amelyet a mérési tartományok számának megfelelő számú részre osztunk (3. ábra). A mintakészülékben az  $L$  mérésére 4, a  $C$  mérésére 2 skálát láthatunk. Ha frekvenciát is akarunk mérni, akkor célszerű körkörös skálát rajzolni, amelyen fent az  $L$  és a  $C$  skálák, alul pedig az  $f$  mérésére szolgáló skálák foglalnak helyet. A forgó tengelyére plexiből mutatót készítettünk.

#### Az $L$ skála kalibrálása

Az  $A-L$  hüvelypárt a K dugóval rövidrezárjuk, a Yaxley-kapcsolót a 4-es állásába váltjuk és a forgót majdnem teljesen kinyitjuk. Ekkor az  $L_x$  hüvelypárral rákötjük a  $0,5 \mu\text{H}$ -s etalontekercset, s az ehhez a méréshatárhoz tartozó oszcillátortekercs vasmagját addig csavargatjuk, amíg a varázsszem össze nem csukódik. Ezt az állást a skálán megjelöljük, ez lesz a  $0,5 \mu\text{H}$ -s érték. Majd rákapcsoljuk az  $5 \mu\text{H}$ -s etalont az  $L_x$  hüvelypárra, amelyről előzőleg levettük a  $0,5 \mu\text{H}$ -s etalont. A forgót be-

felé forgatva megkeressük a rezonanciapontot, amelyet a varázsszem ugyancsak összecsuksodással jelez. Ezt a pontot is bejelöljük. Ebben a mérésátlában tehát a két szélső határtérték már megvan. Ugyanezt a műveletet a többi mérésátláron is elvégezzük, a yaxley egyidejű átkapcsolása mellett, majd egy mérésátláron belül a közbenső értékeket is bejelöljük a megfelelő etalonok alapján.

### A C skála kalibrálása

Most az A-C hüvelypárt zárjuk rövide a K dugóval. A yaxleyt a hármas állásba váltjuk, s a rendelkezésünkre áll

20-300 pF-os, majd a kettes állásban a nagyobb értékű etalonokkal elvégezzük a kalibrálást.

### Az f skála kalibrálása

Ehhez egy pontos szignálgenerátor és egy vevőkészülék szükséges, amelyek a legfeljebb 200 kHz-től a legalább 22 MHz-ig üzemi frekvenciatartományban működnek. A szignállal – moduláció nélkül – ráfűtjük a vevőkészülékre (ekkor csak suhogó hangot hallunk), majd L–C–f mérőnket a megfelelő frekvenciatartományba kapcsolva oszcillátorunkat is ráhangoljuk ugyanerre a frekvenciára. Ha a két frek-

venca nem egyezik meg pontosan egymással, fűtülőt hangot fogunk hallani a vevőből. Oszcillátorforgónkat finoman forgatva kapunk egy ún. fűttmely-pontot, ahol a fűtt megcsúszik, azaz a szignál és az oszcillátor frekvenciája pontosan megegyezik. Ezt megjelöljük a skálán, a frekvencia pontos értékét pedig a szignállról leolvashatjuk. Ezt az eljárást minden mérésátlományban tetszés szerinti sűrűségben elvégezzük.

A készülék tápfeszültségeit szolgáltató anódpótló kapcsolása közismert. Céljainknak megfelel minden, kb. 200...250 volt anódegyenfeszültséget szolgáltató egység, amely ezen kívül a csövek fűtőáramát is biztosítja.

## Amatőr grid-dip mérő 1,5-től 100 MHz-ig

A rádióamatőr-gyakorlatban szinte nélkülözhetetlen eszköz a grid-dip mérő. Segítségével oszcillátorok vagy önmagukban álló rezgőkörök frekvenciája határozható meg, csatolt körök „hidegen” összehangolhatók, tekercse helyére kvarckristályt téve szignálgenerátor hitelesítésére is használható.

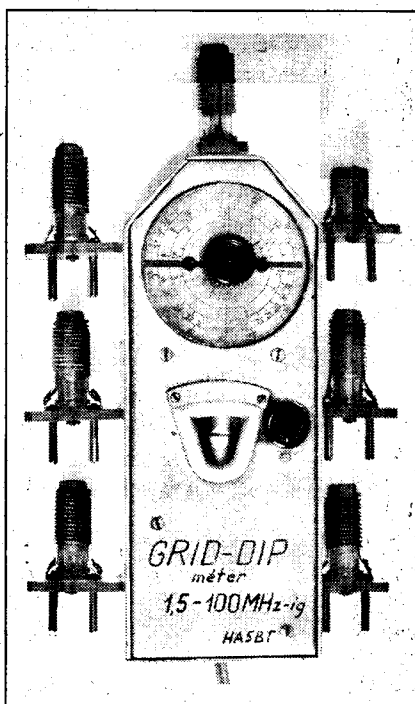
Lapunk a múltban már foglalkozott ezzel a műszerrel és több műszaki leírást és kapcsolási rajzot közölt. E közlemények azonban csaknem kivétel nélkül mind Deprez-műszeres megoldást mutattak be.

Most egy olyan grid-dip métert ismertetek, amelynek anyagigénye szinte minimális, műszert nem tartalmaz és mégis jól használható a legszükségesebb amatőrfrekvenciákon. Működési tartománya 1,5 MHz-től 100 MHz-ig terjed.

### A készülék kapcsolása

A készülék elvi kapcsolási rajzát a 4. ábrán láthatjuk. Oszcillátorként és egyben indikátorként a novál EM80-as csövet alkalmaztam, amelynek viszonylag kis belső csőkapacitáσαι lehetővé teszik az RH-sávok feletti frekvenciákon való működést is.

Az oszcillátor Colpitts-kapcsolású, amelynek rezgőköri kapacitása a 2 × 135 pF-os keramikus kettősforgó. A kapcsolás szerint a két rész sorba van kötve, így az eredő kapacitás a fele lesz az eredeti értéknek: 67 pF. Azonban itt megjegyezzük, hogy ez csak elméleti érték, mert ehhez hozzáadódnak a szerelési kapacitások. Ezeket pedig okvet-

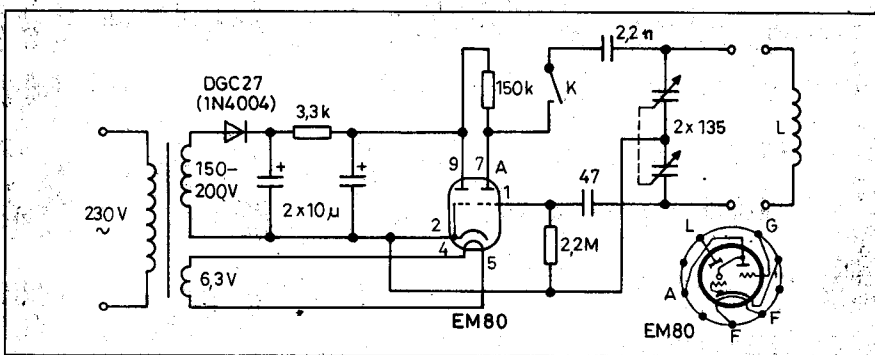


lenül számításba kell vennünk, mert nagy mértékben befolyásolják a frekvenciaátfogást. A mintakészüleknél a forgó egyik felének kapacitása becsu-

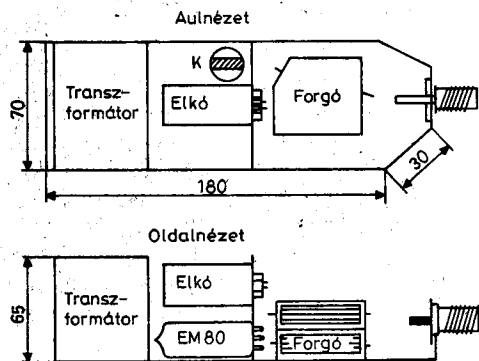
kott állapotában 80 pF, kinyitott állapotában majdnem 20 pF volt. Ez kerekén kétszeres frekvenciaátfogásnak felel meg.

Szerelés közben általában törekedni kell arra, hogy a bekötő vezetékek a lehető legrövidebbek legyenek. A csövet, a forgót és a tekercset úgy kell elhelyezni, hogy azokat lehetőleg az alkatrészekkel (ellenállás, blokk) kössük össze, tehát kötőhuzalt ne is használjunk. A 5. ábra mutatja a készülék elrendezési vázlatrajzát, amelyről láthatjuk, hogy az alkatrészek a fent elmondottaknak megfelelően vannak elhelyezve.

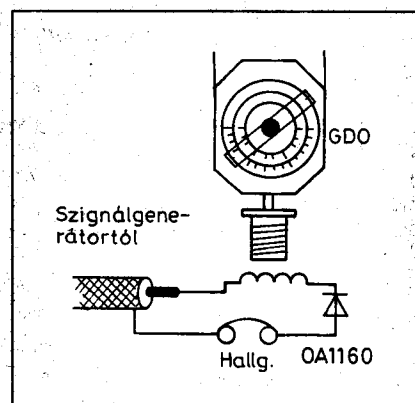
Lényeges az oszcillátor üzembiztos rezgéséhez, hogy a rácskomplexum és az anódköri ellenállás értékeit helyesen válasszuk meg. Ugyanis abban az esetben, ha ezek értéke kicsi, a rezgőkör két melegpontját ezáltal erősen leterheljük (a rácsvezető közvetlenül, az anódköri ellenállás pedig az elkön keresztül van váltóáram szempontjából katódpotenciálon). Ennek következtében a rezgés leszakad, a nem túl meredek cső nem fog oszcillálni. Rácsvezető ellenállásnak válasszunk 1...2,2 MΩ-os,



4. ábra



5. ábra



6. ábra

anódköri ellenállásnak pedig 150...200 kΩ értékűt. Ilyen értékek mellett a készülék még magasabb frekvencián is üzembiztosan rezeg.

A grid-dipet abszorpciós hullámmérőnek is használhatjuk, ha megszakítjuk a rezgőkör anód felőli ágát. Ezt a célt szolgálja a K kapcsoló.

Az L tekercs inductívásadatai, a méréshatároknak megfelelően a következők:

Sorszám	Méréshatár [MHz]	Induktívitás [μH]
1.	1,7...3,7	108
2.	3,6...8	29
3.	8...17,5	7,5
4.	17...38	2
5.	36...75	0,6
6.	50...100	0,15

Itt megjegyezzük, hogy a készülék alacsonyabb frekvenciatartományban

is működtethető, megfelelő indukció megválasztásával. A készülék tekercsei trolitul anyagú, bordás kivitelű tekercstestekre készültek. Itt is felhasználható más csévetest is, azonban a csinoság érdekében célszerű azokat egyformából készíteni.

A tekercseket lehetőleg úgy méretezzük, hogy az egyes méréshatárok átlapolják egymást, tehát a folyamatos frekvenciamérés biztosítva legyen.

### A készülék kalibrálása

Egy műszer megépítése sokszor nem okoz különösebb gondot, a kalibrálása azonban igen. Grid-dip mérőnk esetében a kalibrálás nem túlságosan bonyolult feladat. Egy hiteles szignálgenerátorra van szükségünk, majd pedig a 6. ábrán látható elrendezést készítjük el. A szignál kábelének melegkivezetéséhez csatlakozik egy 3-4 menetes, kb. 25 mm átmérőjű tekercs, amely egy

nagyfrekvenciás diódán keresztül a fejhallgató egyik felére, a fejhallható másik fele a szignálkabel „hideg” köpenyéhez csatlakozik.

A kalibrálást a legalacsonyabb méréshatárral kezdjük. Bedugjuk a megfelelő tekercset a grid-dipbe, a szignálgenerátorral a kívánt frekvenciára állunk. A grid-dip tekercsét inductív csatlakozásba hozzuk az említett 3-4 menetes tekercssel és utána elkezdjük forgatni a grid-dip forgóját. Egy helyen gyenge füttyöt fogunk hallani a fejhallgatóban. Ugyanis a szignál is, a grid-dip is oszcillátorként működik, s ha a frekvenciájuk majdnem megegyezik, az interferencia miatt a különbségi frekvenciát halljuk a hallgatóban. Majd megkeressük a forgóval a füttyemléypontot, ekkor a fütty eltűnik, mivel a két generátor frekvenciája most már pontosan megegyezik. Ezt az állást az előre elkészített és az előlapra felragasztott skálán bejelöljük.

# Nagy Évkönyv-akció!

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

## A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 kötetek közül 1 db csak 900 Ft-ért,

**2 db most összesen 1590 Ft-ért kapható.**

**1991...2002-ig, 12 db csak 8888 Ft!**

Személyesen a szerkesztőségben, Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. 9-14 óráig. Tel./fax: 239-4932

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

# Megfigyelőként 8Q-földön

Dr. Gschwindt András HA5WH, andras.gschwindt@mht.bme.hu

„A Föld utolsó paradicsoma” – hirdetik a turistáknak szánt kiadványok a Maldív-szigetokről. Az Indiai-óceánban északról délre 800 km hosszan elnyúló, kb. 1200 szigetből álló szigetcsoporthoz valóban sok természeti szépséget mutat: A trópusi korallszigetek a nagy tengerben, önmagukban felejthetetlen élményt jelentenek.

Egy vérbeli rádióist a szokatlan, a hazaitól eltérő környezet, a magas kókuszpalmák azonnal a „mi lehet a sávkban?” kérdés megválaszolására ösztönzik. Számomra a pihenéssel összekapcsolt nyaralás az RH-sávokban „dühöngő” QSO-gyártás ellen szól, – maradt a *megfigyelés*. Nem kell menekülni az 599-re beprogramozott állomásoktól, akkor és ott hallgatózom, ahol kedvem támad. Maradt tehát a megfigyelés a Maldív-szigetek egyik gyöngyszemén, a Paradise-szigeten (koordinátái: kb. 73° K–3° É), igazi trópusi környezetben.

## Milyen berendezést vigyek magammal?

A szerzőben keveredő profi és amatőr rádiósháttér eleve olyan berendezésválasztást ösztönzött, amely szélessávú vételt biztosít. További szempont volt a kis súly, a teleses üzemeltetés, az SSB- és a CW-vétel lehetősége. Az itthoni és a korábbi ciprusi megfigyelési tapasztalatok alapján a választás a SANGEAN ATS 909-es vevőre esett. (A készülékről Horváth Lajos a *Rádiótechnika 1999/11. számának 540-541. oldalán* írt ismertetőt.)

A szerző közel két éves vételi tapasztalatai is igazolták, hogy az ATS

909 a táskarádiók kategóriájában valószínűleg egyike a legjobbaknak. Érzékenysége, jó elektromos és mechanikai konstrukciója, kis súlya, mérete hosszú utazásra is alkalmassá teszi. A rádiót védő puha műanyag tok, a stabil, erős váz biztonságos bőröndbeli szállítást biztosít. A készülékekhez tartozékként külső, kifeszíthető huzalantenna, hálózati tápegység, fejhallgató, és ami különösen előnyös távoli vidékeken, különböző hálózati csatlakozó adapterek tartoznak.

A hasonló méretű, teljesítményű vevők egyik nagy dilemmája a megfelelő telepek kiválasztása. A frekvenciaszinteket, memóriákat tartalmazó áramkörök fogyasztása megkívánná a góliátméretű telepek alkalmazását. Ez viszont a vevő súlyát növelné meg. Maradt a megalkuvás; 4 db bébicella ül a teleptartóban –, jó kompromisszum a súly és az üzemidő között.

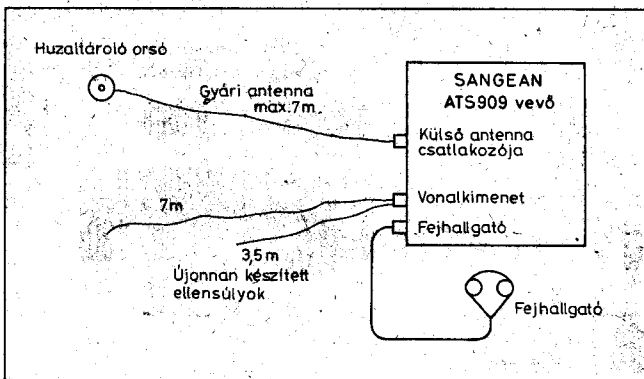
## A nagy dilemma –, az antenna

A táskarádiókra erősített, kinyitható botantenna a kb. 1 m-es hosszával nem tekinthető optimálisnak, ha rövidhullámon távoli állomások kis jeleire szeretnénk vadászni. Ennek ellenére, csak ezt az antennát használva, hazai körülmények között sok rádióamatőrt figyelhetünk meg, ha nem nagyon zajos a vételi környezete (az ember által keltett zaj). Ne akarjuk használni a vevőt számítógépek mellett és/vagy vasbeton épületekben! A „természet lágy ölé”, távol a városoktól, meglepően sok amatőrállomást hallhatunk a különböző sávokban.

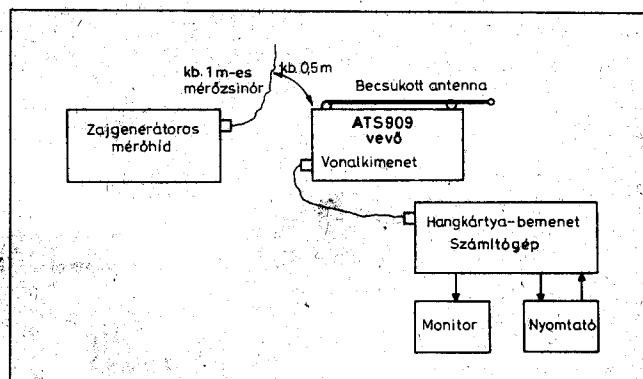
A Maldív-szigetek környezetét vizsgálva nyilvánvalóvá vált, hogy a közelben – az ionoszféráról 1 ugrással – meglehetősen kevés rádióamatőr jellel találkozhatunk. Európa távolsága kb. 8000 km és hasonló a helyzet Japánnal is. A közeli India, Srí Lanka kevés rádióamatőrrel rendelkezik, a helyi QRM-től pedig egyáltalán nem kell tartani.

A kinyitható, rövid antenna helyett az ügyesen megkonstruált, huzalgyűjtő orsón elhelyezett, legfeljebb 7 m hosszúságú antenna használatára kell gondolni. Egy önmagában álló huzal, végén a készülék testével, egy rádiós számára bosszantó aszimmetriát jelent. A gyártók gyengéje az ellensúly minimalizálása. A rádióhoz „földként” a hallgató teste (ha kézben fogja) csatlakozik. Ha fejhallgatót használunk, akkor az antennánk ellensúlya a testünk, illetve az alattunk levő talaj. Furcsa ellentmondás: 7 m hosszúságú huzalantenna és a készülék teste (2 dm<sup>2</sup>) mint ellensúly! Ez az elrendezés természetesen mérsékelten használja ki a hosszú huzalantenna nyújtotta előnyt.

A vétel és az antenna hatásosságának javítása céljából ellensúlyt kell csatlakoztatnunk a készülékhez, így pótolva azt, amit a gyártó megtakarított. Az **1. ábra** szerint megvalósított ellensúly a „ne nyúljunk a készülékhez” elvet használja. Maradt az orsóra csévélte antenna, a készülék földjére csatlakozó ellensúlyt pedig a hangfrekvenciás vonal- (LINE-) kimenetre csatlakoztatjuk. Az ellensúly két részből áll: egy 3,5 és egy 7 m-es huzalból. A huzalok csatlakoztatója egy 3,5 mm-



1. ábra



2. ábra

es Jack-dugó, melynek árnyékolás (föld) forrfulére forrasztjuk a készülék felőli végén összeforrasztott 3,5 és 7 m-es, szigetelt, hajlékony huzalokat. A roncsolás nélküli kivittel szemben, ha ki akarjuk használni az eredeti huzalorsót az ellensúly tárolására is, akkor az eredeti, a 7 m-es antenna végén lévő Jack-dugót cseréljük le egy újra (vágjuk le a régít), amelynek a föld-pontjára az ellensúlyokat, melegpontjára az antennát köthetjük! Az orsóra így összesen 3, a Jack-dugóval összefogott huzalt kell feltekernünk. Kis ügyeskedéssel ezt el tudjuk végezni; az orsón elegendő hely van.

Természetesen „a puding próbája az evés” elven a szerző sokat kísérletezett az ellensúlyokkal, aminek az eredménye az „egyetlen lépést se ellensúly nélkül” lett. Röviden: az ellensúlyok alkalmazása lényegesen megjavítja a vételt. A vevőkészülék javára legyen írva, hogy a megnövekedett bemeneti jelszint hatására nem jelentkezett túlzérlési tünet! A 7 MHz-es sávban a nagyteljesítményű műsorszóró adók árnyékában is szépen szóltak az amatőr állomások.

## Sávszélesség-mérések

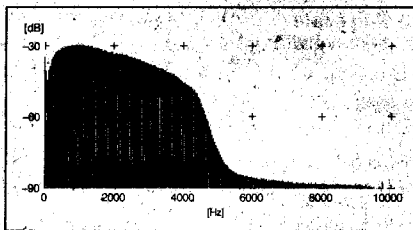
A vevőt hallgatva, táviró- és SSB-vételkor túl soknak tűnt a magashang, illetve túl szélesnek a készülék sávszélessége.

A kíváncsiság győzött, ezért összeállt a 2. ábrán látható mérés. Kiváló alkalomnak látszott a PC-bázisú, hangfrekvenciás analízátor kipróbálása a sávszélesség vizsgálatára. A mérőjel fehérzaj, amit az *RT 2001/8. számában* a szerző által ismertetett generátor hoz létre (*Antennaillesztés zajgenerátoros mérőhíddal*). A mérőhíd „vevő”-kimenetébe dugott mérőzsinórt az ATS 909 közelébe helyezve elég jelet kapunk a jó spektrumanalízishez. Analizáló programként a WIN 95/98 alatt futó, jól bevált „spektrogram” került alkalmazásra ([www.visualizationsoftware.com/gram.html](http://www.visualizationsoftware.com/gram.html)). A program futtatásakor vigyázzunk a megfelelő szintezésre (ne hajtsuk túl a hangkártyát), a vonalbemenetre csatlakozzunk! A kellemetlen földútzavarok elkerülhetők, ha a vevőt telepről üzemeltetjük. Kezdőknek – segítségül – íme, a program legfontosabb paraméterei:

Sample rate (mintavételi fr.)	22 kHz
Resolution (felbontás)	16 bit
Type (az analízálás típusa)	monó
Display type (a kijelzés)	line plot (vonalas)
Scale (dB; mérési tartomány)	90
Palette (színpaletta)	BW (fekete-fehér)
Time scale (időskála)	ms (időegység!)
Freq. Scale (frekvenciaskála)	lineáris
FFT points (FFT pontok száma, azaz a Fourier-analízis pontjainak száma)	4096
Freq. Resolution (frekvenciafelbontás)	5,4 Hz
Low Band Limit (alsó sávhatár)	0 Hz
High Band Limit (felső sávhatár)	11 020 Hz
Average Count (az átlagolás mértéke)	128



Magyarországi képviselő:  
**Optitech Kft.**  
 Cím: 1161 Budapest, Rákosi út 131.  
 Tel.: (1) 403-0963, 402-1373  
 Fax: (1) 402-1374  
 e-mail: [optitech@axelero.hu](mailto:optitech@axelero.hu)  
 internet: [www.sangean.nl](http://www.sangean.nl)



3. ábra

Aki használt már spektrumanalizátort, az jól tudja, hogy milyen nehéz az összetartozó paramétereket kijelölni. Ez a kis táblázat is remélhetőleg segítséget nyújt a tanuláshoz. Célszerű átolvasni a program leírását, hogy az analízis lényege érthető legyen.

A 3. ábrán láthatjuk a végeredményt. A mérés USB-állásban készült, de hasonlót kapunk az alsó oldalsávra is. A 4 kHz-nél nagyobb sáv szélesség oka feltehetően az olcsóbb szűrő alkalmazásának lehetősége és a műsorszóró adók jobb minőségű vétele. Az utóbbi csak feltételezés, hiszen a vevő szinkron AM-vételt nem biztosít. Az oldalsáv szűrő minősége illeszkedik a vevő általános specifikációjához. Nem csúcs, de jól használható. Az AM-vétel (4. ábra) sáv szélessége meglepően nagy, pontosabban a beépített szűrő levágási meredeksége kicsi. Összehasonlításként, a mérési elrendezésünk jószágának ellenőrzésére, az 5. ábrán egy professzionális SSB adó-vevő (Drake TR 4310) átvitelét mutatjuk be. A 3. és 5. ábra közötti különbség „ég és föld”, ahogy ez a két berendezés árában is jelentkezik.

Az itthoni előkészítés tehát jó eredménnyel zárult. Az ATS 909 jó alapokat ad a megfigyelési játékokhoz.

## Megérkezés

Közel 20 óras – átszállással, várakozással nehezített – utazás után a gép orrkameráján a reggeli fényben kis pontként tűnt fel a repülőtérről. A „tér” elnevezés kissé túlzás, mert csak két sziget összekapcsolásával sikerült akkora kifutópályát építeni, amit a legnagyobb utasszállítók is tudnak használni. A leszálláskor átértük a repülőgépek anyahajóra landoló pilótáinak érzéseit. Mindenütt víz, a közeledő repülőter nagy fedezetnek tűnt...

A csomag- és ütvélvizsgálati processzus után beléptünk a Maldív Köztársaságba. Míg a repülőgéptől az épületekig értünk, csodálatosan sütött a nap. Túlesve a formaságokon, a motor-

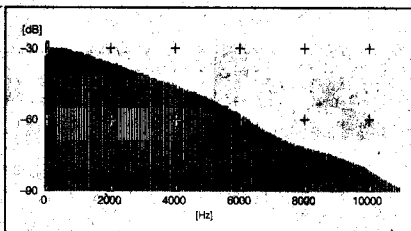
csónak-taxira várva, hirtelen esni kezdett az eső. Hazai mértékkel mérve az „ömlött, mintha dézsából öntötték volna” jelző állt a legközelebb, de a „leszakadt az ég” írta le a legjobban az égi áldás mértékét. Az épületek csatornái pillanatok alatt megteltek és a falakból is folyt a víz. Az első, a feleségem (az XYL) számára örvendetes hiány a villámlás, égzengés elmaradása volt. 30 °C körüli meleg, ömlő eső és néma csönd... Gondoltuk, mindez a tiszteletünkre történik, később azonban rájöttünk, hogy mégsem.

Irány a sziget! 150 lóerős motorcsónakban ülve, szinte a hullámok fölött repülve, alig 20 perc alatt tettük meg a kb. 25 km-es távolságot. Az út során a szerző számára az igazi meglepetést a repülő halak okozták. Szinte az orrunk előtt húztak át, szárnyukat csapkodták és földöntúli lények benyomását keltették. Hal szárnyal; eléggé furcsa elrendezés.

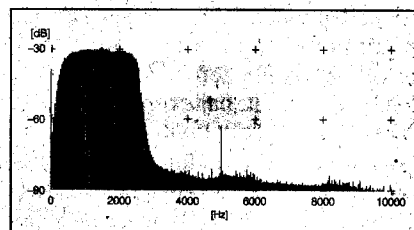
Közeledve a szigethez, már távolról feltűntek a hatalmas kókuszpalmák. Igazi, természetes antennaárbcok! A motorosból kiszállva (vagy inkább kitémolyogva), a sziget és környezetének elképesztő színvilága háttérbe szorította a rádiózás iránti vágyat. A kikötőben a halak és kisebb-nagyobb cápák békés együttélésben úszkáltak. A szálloda központi épületei teljesen a dzsungelbe illeszkedve. A levegő párás, de nem kellemetlenül meleg. Mintha egy hajón ülne az ember, hiszen a sziget területe alig negyed négyzetkilométer. A tengerparttól alig 8–10 m-re a csodálatos fehér homokú fővenytől, bokrokkal és kókuszpalmákkal elválasztva helyezkedett el a lakóhelyünkül szolgáló bungaló. Álomvilág!

## Csőnd a sávokban

Kissé kipihenve az utazást, az elhelyezkedés és kipakolás után az első lépés ellenőrizni a rádiót! Hallgassunk egy kis helyi zenét az FM műsorszóban! Valami baj van: egy árva állomás sem



4. ábra



5. ábra

szól. Nézzük a KH-t! Itt találunk egy adót; meglehetősen nagy térerővel jön. Mintha kínai vagy vietnami adás lenne. Egyébként csönd. A klímától hűtött szobából nem esik jól kimenni a napra, ezért nézzük az RH-t! Valami van, de nagyon erős zajjal körítve. Műsorszóró adók a 10 MHz fölötti sávokban. Később kiderült, hogy a CATV-hálózat rendkívül erős zajt okoz rövidhullámon. A HH-sáv megfigyelését utoljára hagyva már nem tűnt meglepőnek a néma sáv. Egyetlen, valószínűleg a hajózást segítő jeladó sugározta kitartóan az „ML” hívőjelet morzekódban, 252 kHz-en.

Az égen felhők, bármikor nyakunkba szakadhat a trópusi zápor. A távolabbi kis szigeteken már ömlik, viszont a rádióban nincs sztatikus zaj, egyébként sem villámlik. Hirtelen beugrik a kép: a bungalókon, épületeken nincs villámhárító, pedig többségük teteje faszervezetű. Hol vannak a trópusokra jellemző kisülések, a hatalmas zaj a HH-sávban? Másnap konzultáció a helybeliekkel. Nem, ők havat és villámot még soha nem láttak! A szerző csöndesen magába roskad, visszaidézve egyetlen éveit, a trópusi rádiózásról hallottakat. Maldív valóban csodavilág!

Az egyik este, üldögélve az óceán partján, az XYL hívta fel a figyelmem egy különleges eseményre. Az égbolton csodálatos, nagy területeket sejtelmesen bevilágító kisüléseket lehetett látni. Szinte az egész ég halványan villogott. Nem voltak erőteljes kisülési nyomvonalak, a természet csöndesen egyenlített ki a felhalmozott töltéseket. Ámulatunk nem tartott sokáig, mert rövidesen nyakunkba szakadt a trópusi özönvíz...

## Vadászat rádióamatőrökre

Fel kellett adni a szoba kellemes hűvösét és kitelepülni a szabadba, hogy megszabaduljak a CATV zajától. Maga a tv-hálózat kifogástalanul működött. A programok műholdról érkeztek,



szokatlan volt a „C” sávú, nagyméretű fejállomás antennalátványa. A felügyelő technikus elmondta, hogy az 5–6 m átmérőjű monstrumok a kezdeti műholdas elosztás maradványai, amikor még szükség volt a nagy nyereségű antennákra.

A főváros, Male szigetétől kb. 25 km-re voltunk, ezért szinte hihetetlennek tűnt az FM-sáv üressége. Fel kellene menni valami magas pontra, ahonnan biztosan szólnának az állomások –, merült fel a gondolat. A sziget legmagasabb pontja kb. 1,5 m-re volt a tenger szintje fölött, ahol hosszas antenna/rádióhely keresés, vételoptimalizálás után sikerült két adót (zajhatáron) azonosítani. Egyébként némaság az FM-sávban. A helyi tv időnként sugározta a WorldSpace műholdas rádió reklámját, de a helybeliek ilyet még nem láttak. A szigeten egyébként csend és nyugalom honolt. A relatíve közvetlen környezetből (India, Indonézia, Srí Lanka) sem hallottam állomásokat.

18 MHz-en szépen szóltak az ausztrálok. Térerejük meglehetősen kicsi volt. Egyébként nagyon kevés állomás volt a sávban. A meglepetést a 14 MHz okozta, mely nappal használhatatlan volt. Egyetlen állomást sem lehetett hallani, csak erős zajt. Olyan, mintha a D-réteg a trópusokon megette volna a jeleket.

Este a sáv feléledt. Nappal a 18 MHz alatti sávokban nem lehetett rádióamatőröket hallani. Napnyugta után 7 MHz-en megszólaltak az euró-

paiak és a japánok. Gyengén volt hallható a kevés állomás.

A 3,5 és az 1,8 MHz reménytelennek tűnt. Igaz, erre fel voltam készülve, hiszen az előző évi, ciprusi megfigyelések is lesújtó képet mutattak a 80 m-es sávról. Több, eseti megfigyelés alatt egyetlen 4X4-es állomás volt hallható, aki szorgalmasan CQ-zott, de választ nem kapott.

Az ATS 909 jól dolgozott, még ha kevés állomás is volt hallható. Ez általában igaz volt mind a CW-, mind az SSB-állomásokra. Természetesen ehhez hozzájárult, hogy a szigeteken és 1 ionoszférás ugráson (2...2,5 ezer km-en) belül alig van rádióamatőr. (Hazatérve, a lakáson belüli megfigyelések jóval több állomást mutattak. Szinte telítettek voltak a sávok, – sok állomás nagy térerővel!)

A földrajzi környezet rádiózási szempontból szinte ideális. Ritka a nagy vihar, villámok nincsenek, nagyra nőnek az antennaárbocok (kókuszpalmák). Ami az alacsonyabb frekvenciás antennákat illeti, akár két sziget közé vagy teljesen a tenger fölé is kihúzható antenna! A bungalók egy része vízre épült. Alattuk a csodálatos vezetőképességgel rendelkező óceán!

### Egyebek

Barátságos cápák. A bungalónk előtti lagúnában fürödve, az első napokon még igyekeztünk a part irányába, ha egy-egy távoli fürdőző „shark, shark!”

(cápa, cápa!) kiáltást hallott. Később megszoktuk, hogy „egyáltalán” fürdünk és nem készített menekülésre, amikor egy szép, méteres körüli cápa tőlünk alig néhány méterre friss halebédjét fogyasztotta. Szokásos esti sétánk során a kikötő mólójáról csodáltuk a halrajokkal együtt úszkáló 1,5...2 m-es példányokat. A helybeliek szerint még soha embert meg nem támadtak, de mindvégig bennünk maradt a félelem, hátha mi leszünk a kivételek.

Male-i meglepetés. Az egyik délután meglátogattuk Maldív fővárosát, Male-t. A szigetek méretéhez igazodva a főváros szigete is kicsi: 20...30 percet akármilyen irányba sétálva, a tengerhez értünk. A kis távolságok miatt feltételeztük, hogy autót majd nem lehet látni. A valóságban a sok biciklis mellett rendkívül sok autó volt a kis utcákban.

A forgalmat közlekedési lámpa irányította, melyből összesen kettő volt a szigeten. Az egyik előtt zöldre vártunk, amikor egy mikrobusz is állt előttünk, – benne két felnőtt és néhány gyerek. Első ránézésre japánok voltak. Amikor elindultak, hirtelen elénk került a kocsijátján egy felirat, egy JR3-as hívójel. Kicsi a világ...!

Köszönet. Kis beszámolóim végén álljon itt a köszönet a türelmes XYL-nek, aki a rádiósnapló egyik oldalára ezt írta: „...néha átesek az egyik kihúzott dróton...: a fejem felett szép trópusi növények, a hajamat az antenna drótja szántja...”



—————> Megjelent az <—————

# AUDIOFIL ERŐSÍTŐK ÉPÍTÉSE

című könyv. Keresse a könyvesboltokban,  
vagy rendelje meg a 62/248-434-es fax/telefonszámon!



**DEÁKI MÉRNÖKI IRODA BT.**  
**MŰSZERGYÁRTÁS, TERVEZÉS**

Termékeink: adatátvitel GSM hálózaton keresztül,  
feszültségmérők, számlálók, frekvenciamérők, kijelzők.  
Vállaljuk egyedi készülékek, műszerek, vezérlések tervezését, gyártását.  
1158 Bp., Molnár Viktor u. 74/b • Tel./fax: 410-6212 • Internet: [www.deaki.hu](http://www.deaki.hu) • e-mail: [mail@deaki.hu](mailto:mail@deaki.hu)

# Itt a HA8KWE jelentkezik...

Wlassits Nándor HA8QC

*A régi újság megsárgult lapjáról visszaköszönt a múlt, amikor a fenti cím alatt újra végigolvastam a gyulai rádióamatőrökről szóló korabeli híradást. A néhány betűs hívójel jól ismert kollektív állomást jelentetett azokban az években és a sorok között meglepően edett megannyi emlék.*

*Mindenekelőtt a fiatalságunk, amikor sok buktatón verekedtük át magunkat a rövidhullámú amatőrrádiózás mainál rögzösebb útján. Nagy elhatározás és sok tanulás övezte ezt az utat és a baráti összefogás volt a záloga későbbi eredményeinknek, sikereinknek. Miként történt mindez? Talán érdemes papírra vetni az eseményeket, mielőtt a rohanó idő elmossa az emlékeket és az arcokat, akik lépéseinket vezették. Köszönet és tisztelet nekik: Hemző Oszkárnak, Hidvégi Tibornak és Komoróczy Jánosnak.*

A Békés megyei amatőrmozgalomban Komoróczy Jánosnak (HA8WB) jutott a vezető szerep, aki a sárszentmihályi MSZHSZ rádiós iskolából indulva szervezte meg a megyei rádióklubot 1954-ben. Alakja felidézti a hőskort, mikor motorkerékpáron járta a városokat, falvakat és eljutott mindenkihez, akiknek valaha is köze volt a rádióhoz. Hidvégi Tiborral együtt vezette a rövidhullámú tanfolyamot és a közös munka eredményeként megjelentek az első amatőrállomások az éterben. Felémelő évek vették kezdetét ekkor.

Országos Rádióamatőr Kiállításon és konstruktóri versenyeken mindig akadt „dobogós” helyezés a Vihar-sarokból, és már kevesen tudják, hogy innen származott a „Rádióamatőr Füzetek” kiadásának gondolata is. Komoróczy János bár funkcionárius volt, lélekben soha sem szűnt meg rádióamatőrnek lenni. Negyed századon át töltötte be tisztségét és nyugdíjas korában is vágott a rádióamatőrök közé, hálás volt, ha meglátogattuk. Szeretve tisztelt János bátyánk billentyűje 2001. május 10-én némult el örökre.

A HA8KWE hívójel Hemző Oszkár és Szabó István indították el az éter hullámain 1956 egyik tavaszi napján. Akkor csodáltuk a néhány watt

energiával sugárzó adóberendezést és a vevőkészüléket, a legendás BC348-at, amely az ötvenes években az amatőrök álma volt. A pavilonnak nevezett épület egyik helyiségében több korosztályt és foglalkozási ágat átfogó érdeklődők jöttek össze, valamint fiatalok, közöttük e sorok írója is. Azonban közbeszólt a forradalom és az események miatt csak egy évvel később kapcsolódhattunk be a rádióskör munkájába, amit sokunk Oszkár bácsija, Hemző Oszkár vezetett. Műszerészi gyakorlata rádiótávírással képesítéssel párosult és megkülönböztetett figyelemmel foglalkozott azokkal, akik már rendelkeztek rádiótechnikai ismerettel. Néhányunkat kiválasztott a békéscsabai rövidhullámú tanfolyamra, mert várható volt, hogy a HA8KWE hívójel működését újból engedélyezni fogják.

Hidvégi Tibor kezei alá kerültünk, aki a tanfolyamot vezette. Népszerűsége és elismertsége, elméleti tudása és nagy tapasztalata, valamint az éterversenyeken elért eredményei alapján az egyik legelismertebb rádióamatőr volt. HA8WS hívójelét legenda övezte. Minket az akkor 15...17 éves srácokat büszkeség töltött el, hogy tanítványai lehettünk. Hidvégi Tibor „felfedezője” Komoróczy János volt. Nem könnyen, de el tudta intézni, hogy Bucsról egy isten háta mögötti településről a tanügy behozta a megyeszékhely közeli Mezőberénybe tanítani. Mindez azért történt, hogy jobban be lehessen vonni a megyei amatőréletbe, amit a rövid-

hullámú amatőrvizsgára felkészítő tanfolyammal meg is valósítottak.

Emlékeim szerint a környező megyékből is bejártak a foglalkozásokra, amelyek nem ritkán a délutáni órákba nyúltek. Nagy volt a tudásvágy és az előadó varázsa, ezért mindenki örömmel vett részt a vasárnapi foglalkozásokon, pedig hol volt akkor még a szabad szombat! Peregték a hetek és hónapok, majd 1958. november 20-ra kitűzték a hatósági vizsgát. Komoróczy János szervező lendülete rangot adott Békés megyének, ezért esett a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium vizsgabizottságának választása Békéscsabára, ahová még Zalaegerszegről is érkezett jelelt.

A követelmények jócskán meghaladták a mait, és neves postamérnökök előtt szóban kellett vizsgáznunk. *Horváth Lajos* a hazai televíziózás megteremtésének műszaki irányítója volt és *Kovaloczy György* – akihez én is kerültem – a rádió-adástechnika neves szakértője. A műszaki tárgyakból sok volt a bukás, de a „Hidvégi tanítványok”, közöttük *Csala József*, *Harmati István* és *Wlassits Nándor* – a gyulaiak – jól szerepeltek. Nem csak sikerrel tettük le az „A” fokozatú vizsgát, de feltűnést keltettünk fiatalságunkkal is. Hidvégi Tibor „C” fokú vizsgája megmaradt sokunk emlékezetében, mert „vibroplexszel” teljesítette a távíradást, amelynek értékelője a felejthetetlen emlékü *Virányi Miklós* volt.

Ezekben a napokban kapta vissza az adóengedélyt a gyulai kollektív állomás, miután befejeződött 1956-os szerepének felülvizsgálata. A rendőrségtől visszakerült a régi 10 W-os adókészülék is, bár igen megviselt állapotban. Szinte egyidőben mindháromunk részére megérkezett a HA8KWE hívójelre kiállított állomáskezelői (operátori) igazolvány is. A kártya méretű becses kincs, amely nélkül az adókészüléknek közelébe sem lehetett menni. Megjavítottuk az adót és néhány nappal karácsony előtt a 80 méteres sávban – új kezelőivel – ismét megjelent a gyulai hívójel az éterben.

Közben már épült a háromsávú „nagyteljesítményű” berendezés Hid-



Komoróczy János HA8WB  
1922–2001



Hidvégi Tibor (balról) és Hemző Oszkár az 1959-es országos konstruktori versenyen

végi Tibor leírása szerint. Kollektív összefogással, ami akkor a legtermészetesebb volt. A transzformátorokat *Hógye László* tekercselte, aki bár foglalkozására nézve szabó volt, de műszerekkel jól felszerelt amatőrműhellyel rendelkezett. A modulátor fiókot Hemző Oszkár építette meg, amíg az anódpótlókat *Dombovári József*, *Harmati István* és *jómagam* szereltük. A nagyfrekvenciás fiókot pedig Hemző Oszkár és *Csala József*, valamint a Műszaki Egyetemről időnként hazalátogató *Szabó István*. Több hónapos közös munka után 1959. májusban elérkezett a várva várt nap.

A húszméteres magasságban kifejlesztett „Ex.-Hertz”-antenna csatlakoztatása után következett az első hangozás máig eleven élménye. A 80 méteres sávban minden rendben volt, a glimmlámpa „parázsfénye” azt jelezte, hogy elegendő nagyfrekvenciás feszültség van az antennán. A 100 W bemenő teljesítménnyel rendelkező adókészülék jóvoltából hívójelünket egymásnak adták a partner állomások, de a siker csak félsiker volt! Hullámmérő hiányában a felsőbb sávokkal nem boldogultunk. Nem tudtuk beállítani a frekvenciakétszerező fokozatokat, a „duplázókat”, ahogy akkor mondták. Pedig már nagyon vártuk a tengerentúlról az igazi „DX” csemegéket.

Néha elmentünk Mezőberénybe Hidvégi Tiborhoz, segítettünk antennát

szerelni és közben elpanaszoltuk bajainkat is. A nyári szünetben már csak ketten, *Csala Jóska* és én próbáltuk életre kelteni a duplázókat, de mindhiába. Fogyó reményünk közben egy forró nyári napon érkeztek még HA8WS pattogó távírójelei és közölték, hogy Tibi bácsi hamarosan Gyulára látogat. Nem sejtettük, hogy milyen „merénylet” készül ellenünk.

Az a felejthetetlen nap szombatra esett 1959. augusztus 15-én. Gyorsan kiderült, hogy nincs szó semmilyen gyulai programról, Hidvégi Tibor kifejezetten azért jött, hogy rendbe hozza az adókészüléket. Hozzá is fogott egy csipőfogóval és a nagyfrekvenciás fiók hamarosan alkatrészhalommá vált! Kétségbeesésünk fokozódott, amikor megtudtuk, hogy nincs nála semmilyen műszer, amely alkalmas frekvencia mérésére. Ezután következett a máig elevenen élő „varázslat” élménye.

A lomokból elővett forgókondenzátorra hevenyészett tekercset forrasztott és csatlakoztatta a vevőkészülék, valamint az antenna közé. A forgókondenzátorral először 80 méteren kereste meg a „dipet”, a vevő elhalkulásával indikálva azt, és itt a forgórészre vonalat húzott ceruzával. Majd következett a 7 és 14MHz, ahol a rezonanciákat az előbbi módon jelölte meg. „Nos, fiúk, hitelesítettük a hullámmérőt” – mondta, majd egy glimmlámpát véve fordított eljárással a „hullámmérő” abszorp-

ciójával beállította a 7 és 14 MHz-es duplázó fokozatokat, valamint az OS51-es adóvégcső Collins-szűrőjét. Minden sávon következett egy gyors QSO és hamarosan megilletődve köszöntünk el. Ilyen ember és amatőrbárát volt Hidvégi Tibor, aki nagy bánatunkra – és veszteségünkre – a következő évben Budapestre költözött. A Központi Rádió Klub (KRK) vezetésével bízták meg.

Az éter messzire vezető útjai megnyíltak előttünk. Először két argentinai QSO-val kápráztattam el *Csala Jóskát*, aki másnap alaposan visszavágott. Egyetlen éjszaka közel harminc W/K és VE hívójelet naplózott. Így versengtünk és nekem adódott meg a nem felejthető érzés, amit az Aucklandből érkezett visszahívás váltott ki 1959. augusztus 20-án hajnalban. Amatőr pályafutásom évtizedei alatt sok mindent megérttem, de az akkori összeköttetés és az új-zélandi amatőr QSL-lapja a legkedvesebb emlékem. Felidézi Hidvégi Tibor alakját és a fiatalkori jóbarátot, *Csala Jóskát*, akivel rövidesen letettük a „B” fokozatú KPM rádióamatőr vizsgát.

Fejlődésünk törvényszerűen készített az állomás fejlesztésére. A 21 MHz-es sávot már önállóan oldottuk meg és „ground-plane” antennával kísérleteztünk, ami akkor újdonságnak számított. Fokoztuk távírási tudásunkat is; előbb félautomata vibroplexet készítettünk, majd elektroncsöves gyorsbillentyű következett egy „Justa” telefonközpont-jelfogóval. Nem maradtak el a versenyeredmények sem, a HA8KWE-hívójel előkelő helyeken tűnt fel az értékelésekben. Így érkezett el az 1961-es esztendő szomorú emléke. Alig néhány nappal azután, hogy a bevezetőben idézett újságcikk megjelent, az élet azt parancsolta, hogy nincs tovább. Ez azonban már egy másik történet...



**VIDEONET 2001 Kft.**



**Elektronikai alkatrészek, OKW professzionális műszerdobozok.**

**Árlista az interneten: [www.evolver-studios.com/videonet2001](http://www.evolver-studios.com/videonet2001)**

**Cím: 1118 Budapest, Budaörsi út 4-18. Tel.: 466-9235, fax: 279-1212**

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Évkönyveinknek ebben a rovatában, immár 35. alkalommal, olyan dolgokról, eseményekről igyekszünk hírt adni, ami a rádióamatőröknek hasznos vagy szórakoztató lehet és az eltelt egy esztendő folyamán folyóiratunk – a Rádiótechnika – havi lapszámaiból a rádióamatőr- vagy a DX-rovatból a korlátozott terjedelem miatt kimaradt. Ilyen például a 7/2000. (III. 17.) KHVM rendelet (az ún. „Rádióamatőr rendelet”) egyik sarkalatos része, a 6. számú melléklet, amely a Magyar Közlöny 2000/23. számának 1144-1146. oldalán jelent meg. Mulasztásunkat pótolandó – és főleg a kezdő, valamint a jövőbeli adóamatőrök kedvéért – a két táblázatot, melyet a 6. számú melléklet tartalmaz, itt közzéteszük. (Megjegyzés: a W-okban engedélyezett legnagyobb adóteljesítmény alatt a végfokozat kimenőteljesítménye értendő!)

## Ami a HA-QRP versenyek méltóságaiából kimaradt

1974-ben a Magyar Rádióamatőr Szövetség Műszaki bizottsága javasolta a korábban szórványosan megrendezett hazai QRP-versenyek felújítását és rendszeressé tételét. Az ötletből valóság lett: a szervezést, lebonyolítást és a szükséges támogatást az RT szerkesztősége elvállalta és azóta is évről évre végzi. Immár közeledünk a 30. HA-QRP verseny felé! Túl azon, hogy az egyhetes aktivitási versenyek kemény megmérettetést, de sok-sok élményt, nagyszerű kísérleteket és hasznos tapasztalatokat nyújtanak a résztvevők-



HG5A a QRP-versenyben

nek, a díjak is igen figyelemreméltóak. Manapság talán ez az egyetlen hazai rádióforgalmi verseny, amelynek a dobogós helyezettei nem csak oklevelet és kupát (söröst, HI!), hanem értékes tárgyjutalmakat is kapnak.

Nézzük például az 1979 óta csaknem mindig az élmezőnyben végzett HA6KVD/HG6V díjait, a teljesség igénye nélkül: páka, óra, rádió, kávéfőző, fejhallgató, magnó, fűrógép, ütvefűrő, különféle lámpák, M-6013A típusú kapacitásmérő, M890G digitális voltmérő, telefonkészülék és „kísérőként” különféle csavarkulcs-készletek, kompaktizzók, flocicsomagok, magnókazetták, billentyű, hálózati hosszabbítók/elosztók,... Egyéb tárgyjutalmak az egyéni vagy a kollektív I.–III. helyezettek számára: asztali mikrofon, nosztalgia adókészülékek, elkey-mechanikák, MY64 típusú DMM, hangkártya, ónszipantó, URH SWR-mérő, zsebszámológép, akkutöltő, digitális clampmeter, M92A típusú DMM stb. Évente a legeredményesebb 8–10 külföldi versenyző egyéves ingyenes „előfizetést” kap a Rádiótechnikára.

Az RT 2002/3. számában, a 28. HA-QRP, 2001 logszemelvényeinek

válogatásában megígértük, hogy kissé bővebben közöljük a HA5KHC beszámolóját. A klubelnök, '50J Pisti OM terjedelmes leveléből most is csak részletek kiragadására szorítkozhatunk:

»A történet 26 évvel ezelőtt kezdődött. Egy akkor harmadikos középiskolás diák a frissen megszerzett RH-A engedély birtokában már vagy egy éve gyötörte a rövidhullámokat. Egy szép napon az osztály üzemlátogatást tett a még működő lakihegyi rádióállomáson. Az élmény hatalmas volt: a korszerű, nagyteljesítményű KH-adók és A SZIVAR! A megvalósíthatatlannak tűnő vágy akkor fogalmazódott meg: de jó lenne egyszer ezt a hatalmas antenntá kipróbálni – akár néhány percre is – 3,5 MHz-en!...Még a 27. HA-QRP-n szerzett kellemes tapasztalatok sarkallták kollektívánkat arra, hogy újítsunk valamit a XXI. század QRP-versenyére. Ekkor ötlött fel a régi vágy... és mint oly sok ötlet a 'KHC elmúlt éveiben, évtizedeiben, ez is elkezdte bejárni a rögzös utat.

Mivel az antenna jelenleg nagyon ritkán üzemel, megkaptuk az engedélyt 1 nap kivételével a verseny egész időtartamára. Ezután elkezdődhetett a technikai felkészülés. A „verseny-QTH” berendezésére az antenntól néhány méterre levő hangolóházat találtuk a legalkalmasabbnak. Minden adatot, méretet felírtunk, hogy otthon az antenához szükséges szerelvényeket elkészíthessük. Mindössze egy csavaros kötést kellett megbontani, néhány bilincs, vezeték, Amphenol-aljzat és már kész a csatlakozási felület.

**POLAND**  
 Zone - 15 Loc. JO86MO  
**SP6LV**  
 I Love Amateur Radio  
 ex SP2LV, SP2LV/0H3, 3Z2LV.  
 Confirming QRP  

TO RADIO	DATE	UTC	MHz	2-WAY	RST
HA QRP Contact	Comm	1998		CW	/

 DCCC #153  
 A. de Ostojka Domaradzki  
 P.O. Box 4  
 57-220 Ziębice, Poland  
 PSE QSL  
 TNX  
 73!  
 ANDY



És elérkezett okt. 31. Délelőtt HA5ZA-val lakhatóvá tettük a hangolható asztalok, székek, kempingág, hősugárzó –, minden a helyére került. Este HA5BH-val mentünk ki a technikat beüzemelni. Nem sokkal később HA5LC is befutott. Leválasztottuk az antennát a hangolóról, de ekkor a torony még földelt volt. Emlékezve a Franklin-kísérletre, az antenna sztatikus feltöltődésének elkerülésére egy variométeres becsatolással próbálkoztunk, ám az első mérések alapján az SWR jóval nagyobb volt a számítottnál. A talpontra ráléptünk egy voltmérővel, majd eleresztettük a földelést. Megdöbentünk. A szélcsendes, tiszta időben a talpponti feszültség azonnal felugrott 280 V<sub>r</sub>-ra és folyamatosan emelkedett! Visszaföldeltünk és más megoldást kerestünk. A „kitelepült-táskából” előkerült egy RH-fojtó, amivel sikerült kivédeni az esetleges sztatikus feltöltődésből adódó károkat. Ezután véglegesítettük az antenna és az eredeti (kb. 1/2”-os cső) tápvezetékek szétválasztását. Ehhez egy megfelelően kis kapacitású, kis veszteségű, jó szigetelőre volt szükség. A választás egy „lehangolt” sörösüvegre esett; tökéletesen működött.

Számításaink szerint az antenna 3,5 MHz-en 3 3/4 λ hosszúságú, vagyis tisztán ohmos és aránylag alacsony impedanciát képvisel. Rákapcsoltuk az adót és az antennaillesztőt... és kiderült, hogy a vas jól tudja a fizikát; a reaktáns elem 0 állásban, tisztán ohmos illesztéssel sikerült lehangolni a tornyot.

Következő lépés az adó és a vevő összeállítása. Az adó a HA5AUC által készített 2-csöves készülék (a puj-puj generátor), a '30-as évek dokumentációja és a korabeli alkatrészek felhasználásával. A vevő Drake R4C, az antennahangoló Drake MN2000 volt. Az adás-vételt kézi kapcsolóval oldottuk meg, ami kezdetben kissé szokatlan volt, de mindenki gyorsan belejött a kezelésébe. A készülékek jól vizsgáltak, szépen működtek. Mivel még volt egy kis idő a verseny kezdetéig, kipróbáltunk tranzisztoros vevőket is. Az eredmény a vártnak megfelelő volt, a túlvezérlés miatt leültek, egyetlen állomást sem hallottunk. Vissza a csöves Drake-et, ... az tudja a dolgát! Hozzá tartozik, hogy nem csak a távoli frekvenciák okoztak zavart, hanem a nem túl messze levő másik antennáról sugárzott középhullámú műsor is.

Az első verseny-QSO a HB0/HG50RT/P-vel volt, a fiúk jól

hallottak minket, és mi is őket. Kapcsolatban voltunk a 2002-ben 80 éves **HA5BT Pali** bátyánkkal, az RT nyugalmazott főszerkesztőjével is, aki adóengedélye 50. évfordulójára emlékeztetve a **HG50BT/3** hívőjelet használva forgalmazott.

A tapasztalatokat összefoglalva: ez az óriási antenna az RH-sávban nem használható nagy távolságok áthidalására, viszont a partnerállomások lefárasztására tökéletesen alkalmas. A méretét meghallva szinte mindenki viszakérdezett, hogy:

– jó-jó, hogy a tengerszint felett vagyunk 314 m-en, de mekkora az antenna?

– stimmel a 314 m, de hol a tizedesvesző?

– 314 m hosszúdrót OK, de ne mondjátok, hogy az függőlegesen áll!

– egy német állomás, aki addig „osztotta” a QSO-kat, négyszeri viszakérdezés után fél órára kikapcsolt!

Közben folyamatosan jöttek a látogatók, az amatőrtársak közelről, távolról. A hétvégén valóságos mini-amatőrtalálkozó alakult ki. Hát, így valósult meg a 26 éve dédelgetett álmom. «

## Házunk tájáról

– „2001. aug. 22-én klubtaggyűlés keretében – Csíkszeredán – sor került egy-egy szándéknyilatkozat kölcsönös átadására, amely okmányok a következőket rögzítik: a Hargita Megyei Rádióamatőr Sportklub és a Bakony Rádióklub (Veszprém) testvérklub-kapcsolatot kíván kialakítani. Az iratok cseréje baráti hangulatban zajlott. Az eseményen részt vett a tagság és a két klub vezetőségén kívül a helyi sportszövetség képviselője, valamint a városi televízió is.” – **HA2EQD Gyuri**.

– „Budafokról a tévé-adó mellett is lehetett hallani – szép nagy térerővel – az 50 MHz-es sávban működő amatőr adóállomásokat. Az első kísérleteimet egy 7–14–21–28 MHz-es GP-antennával végeztem, de azután függőlegesen szereltem egy HB9CV-t is. Nagyon jó ez a sáv és a keresztsávok kísérletekhez bőven van partner. Talán egyszer igazi DX-ekkel is lehet a tévé-adás közelében 6/10 m-en forgalmazni az európaiakon kívül? Addig is főleg az Es-szezonokat ajánlom próbára mindenkinek, aki csak teheti! (Az én rigem: FT817, HB9CV 6 m-re, 100 W és 3 el. Y. 10 m-re, illetve 100 W és 10 el. Y. 2 m-re.)” – **HA5PT Tamás**.

– A Dunaújvárosi Főiskola „Kerpely Antal” Rádióamatőr Clubja például ilyen témakörű előadói délutánt rendezett:

● GSM rendszertechnika, mobil-távközlés. (*Bendes Norbert*, SZIF Villamosmérnöki kar.)

● Rádióamatőr műholdzás. (*Járai Tamás* HA4DX, Dunafer Rt. Távközlési Intézet.)

● Vezeték nélküli adatátvitel, csomagrádió. (*Botka István* HG8LGN, Dunafer Rt. Távközlési Intézet.)

A szervezők igény esetén szállás és az előadás napján a V40-es csatornán rádiós útbaigazítást is biztosítottak. (Txn **HG2EBH/4 Zsolt**, klubelnök!)

– *Novák Tibor* **HG5CUT** írta 2001. december 22-én: – A nagy sikerre való tekintettel kis csapatunk (a Huszonkilencmégán Efemezők Baráti Köre) 25-én este indul a Gerecse-tetőre és várhatóan 29-ig marad. Célunk a határtalan rádiózás – mind terben, mind időben. Természetesen a szokott frekvenciákon és üzemmódokban, azaz 29 MHz FM-ben. Az alap persze a budapesti átjátszó; a felmenőág 29,570, a lejtő 29,670 és a szimplex 29,05 MHz ±QRM (29,050; 29,075). További információkat a honlapunkon találhatsz, [www.extra.hu/militaryweekend](http://www.extra.hu/militaryweekend). Mindenkit szeretettel és egy bögre forró teával várunk a 634 m magasságú JN97FQ QTH-négyyszögben.

– Ez is egy 2001-es hír: „Tudatom veletek, hogy dec. 21-től jan. 7-ig a HG4I állomásról a HG02HNY hívőjellel fogok működni 80-tól 10 m-ig, továbbá 2 m-en. A QSL-ek már készek, kitöltésre várnak és kérésre ingyen küldöm direktként. A lapigényt írásban is, e-mailben lehet jelezni: [HG4I@HAM-RADIO.hu](mailto:HG4I@HAM-RADIO.hu). Ha kell, eQSL-t is küldhetek. Az állomás részt vesz minden HNY versenyben. – *Szabó Tibor* **HA5LN/4**.

– A vésztői HA8KWO rádióklub taglétszáma a májusi rádióamatőr vizsgákig már 15 főre gyarapodott, közülük 13 a hívőjeles: 2 RH-A, 4 RH-B és 7 RH-C fokozatú engedélyes. A legfiatalabb RH-B-s a 13. életévét „taposó” HA8LQG, aki az idén februárban vizsgázott. A tagság most nagy munkába kezdett. Tatarozzuk a helyiségeinket, lefestjük az ajtókat, ablakkereteket, felújítjuk a villamoshálózatot, – teljesen renováljuk a klubot. – Írta *Csongrádi Imre* **HA8IC**.

– És ez itt a reklám helye: „Ha bárkinek strandolás alatt QSO-zni



szottyanna kedve, miközben a család lubickol, megteheti Füzesgyarmaton a termálvízben, kellemes környezetben, sátorban, faházakban, az igényesebbek 3-csillagos szállodákban. Szívesen adok részletes infót a (06-30) 3266-359-es mobilszámon. Mindenkinek sikeres DX-vadászatot, remek hullámterjedést kívánok!" – *Baracsi Ferenc HA8MT.*

– 2001. október 23-i hír **HA4YD Imrétől:** „Ma hajnalban elindult az Euphorie nevű hajó Zadarból. Az úti-cél: beneveztek az évente rendezett ARC-re, az Atlanti-óceánt átszelő túraversenyre. Ez mindig novemberben indul a Kanári-szigetektől, Las Palmasból, a végcél pedig a karib-tengeri szigetek egyike: St. Lucia. Magyar hajó eddig még nem vett részt ezen a derbin. Az első etap az igazi starthelyig: Korfu-Málta-Gibraltár-Las Palmas; mintegy 2400 mérföld. Utána az Óceán! Néhány adat a hajóról: a típusa Bene-tea, first 45f5, a hossza 14,2 m, a szélessége 4,85 m, a merülése 2,4 m. A teljes tömege 10 500 kg, a nagyvitorla 53, a génuva 58 m<sup>2</sup>-es. Az ivóvíztartály 650, az üzemanyagtartály 160 l-es. A kabinban 8 főnek van kényelmes helye.

A hajón tartózkodik HA5OID *Csaba*, aki a rádiót kezeli. A rig: YAESU FT-600, 100 W-os + Ah-41C antennahangoló. 15 m-es drótantenna, illetve egy WHF típusú 5 sávú Watson mobilantenna. Minden nap 06 UT-tól 7049 kHz-en jelentkeznek be, majd ezt követően 3 óránként. Egyelőre az Adriáról nagyon jól hallhatók.”

– Magyar amatőr adóállomások külföldről – a tavalyi évkönyvünk lapzártája után –, persze csak azok, akikről tudunk: HA0NAR – Mount Athos (SV2ASP/A); HB0/HG50RT/P – Liechtenstein (ops: HA6' NL, PS, PX, ZV); HA9RE *Eli* és HA9SD *Sára* – Tahiti, de főleg az Austral-szigetek

(FO/HG9B); HA' 4DX, 5NG és 0HW – Kréta és a Chrisi-sz. (SV9); HA8EU – Liechtenstein, Maldív-szgek., Seychelle-szgek. (HB0/HA8EU/P, 8Q7EU, S79EU); HA6' NL, PS – Szlovákia (OM/HG50RT/P); HA6' NL, PS, ZV – Pasman-sz. (9A/); HA2VR és HA7VK – Indonézia (YB0AVR, ill. YB0AVK); IV3/HA8KW/P – Grado-sziget,...

Az FO/HG9B expedíció Tahitin kezdett másfél nap alatt csupán 8 QSO-val, majd okt. 17-től nov. 5-ig az Austral-szigetcsoporthoz több, mint 25 200 QSO (csaknem 13 000 CW-n és 12 200-nál is több SSB-n) született. Eli barátunk 3 napig távol volt a készülékektől, mivel két bordája eltört, – így mintegy 3000 QSO-val kevesebb lett a logban, HI! A rig: YAESU FT-900 és Kenwood TS-130S, ant.: HB9CV és HF6V vertikál. A helyi idő szerint 07-13 h között alapkészülékkel dolgozni nem lehet, kivéve 10 m-t, ha az beindul véletlenül. Sajnos, 80 és 40 m-en Európát szinte lehetetlen elérni, mert nyüzsgenek a nem amatőr dél-amerikai rádiósok. A 700 km-re levő Tahitiről a helybeli amatőrök nem vették szívesen az expedíciót és időnként 30...40 dB-vel, modulált jelekkel vagy vivőkkel „kedveskedtek”.

A krétai csapat HA4XG-vel kiegészülve Alipsiből (EU-015) 4676 QSO-t (ebből 3553-at CW-n), 112 országból 3389 hívójelet és 799 prefixet gyűjtött mint J49DX. A Chrisi-szigetről (EU-187) 9081 QSO (ebből 3125 CW-n), 114 ország, 6184 hívójel és 841 prefix volt az eredmény, nem egészen 70 óra alatt (J49NG és J49HW)! Eközben 3011, ill. 1500 QSO-val a CQ-WW-WPX-CW versenyben is szerepeltek.

– **HA3NL** is tagja volt 6 horvát amatőr mellett a 9A9D „World-Wide Young Contesters”, 30 év alatti fiatalok csapatának Bjelovarban. A CQ-WW-WPX-CW-ben, a többkezelő-1 adó kategóriá-

ban vettek részt igen figyelemre méltó antennaparkkal: 80 és 160 m-re dipól, 40 m-re 2 el. deltalooop + dipól, 20 m-re 5 el. Y. (25 m-en), 15 m-re 6 el. Y. (20 m-en) és 10 m-re 4/4/4 el. Y. (az alsó kettő JA-W irány között forgatható.).

## Szigetörület

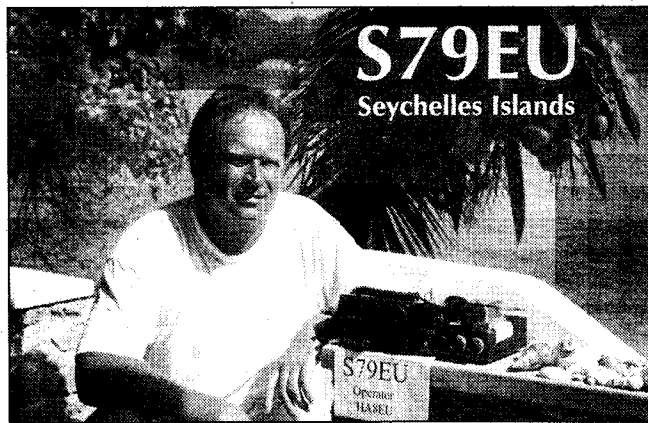
Az IOTA (Islands On-The-Air) projekt – ranglista, diploma- és versenyprogram – „megbolondította” az eddig csak DXCC-ben gondolkodó DX- és diplomavadászokat. Aki csak teheti, rádióállomásával turista-célpontként vagy szabadságos idejének eltöltéseként a leginkább kevesek által látogatott szigeteket keresi fel, lehetőségeket biztosítva ezzel az IOTA-vadászoknak. Mindezek igazolásaként íme, néhány adalék:

– Sok százan neveztek be az IOTA-bizottság által vezetett nemzetközi ranglistába, 2002 márciusáig közöttük 36 HA-állomás is. A hazai rangsort HA0DU 893, HA1AG 728 és HA5DA 631 szigettel vezette. Igen érdekes és tanulságos Pista barátunk, HA0DU 893 pontos eredményének megosztása az egyes kontinensek szigeteit illetőleg: 187 Eu, 81 Af, 16 Ant, 146 As, 187 NA, 194 Oc és 82 SA.

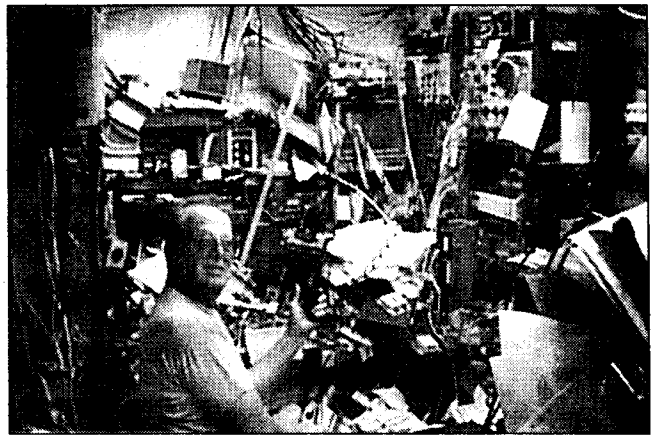
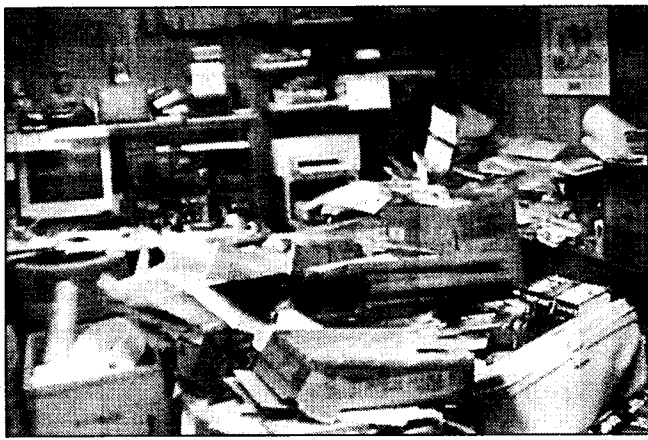
– GM3OFT/P a jún. 24.–júl. 12-i időszakban az EU-009-es Orkney-szigetek közül 15-öt, 9A4OP/P pedig júl. 24-től kezdve egymaga 23 (!) adriai szigetet látogatott meg a riggel. (Másik két horvát amatőr jún. 22–23-án „csak” 4-et.)

## Innen-onnan

– *George W. Bush.* amerikai elnök 2002. jan. 31-én Floridában, Daytona Beachben meglátogatott egy tűzoltóállomást, valamint megtekintette *John Schmidt* AF4PU amatőr adóállomását is. Ez utóbbtól az észak-floridai rádióamatőrök rádiós készenléti hálózatán







### Íme, két rendetlen adóállomás

keresztül üdvözölte a net tagjait és mindazon amatőröket, akik vészhelyzetek esetén segítséget nyújtanak a lakosságnak. Köszönetet mondott az önkéntes, áldozatos munkájukért:

– Nagyon hasznos munkát végeztek a rádióamatőrök New Orleansban a 2002-es „Super Bowl”, valamint Utahban a Téli Olimpiai Játékok rendezvényein. Hírláncaikkal segítettek a Vöröskeresztet, a biztonsági szolgáltatókat, továbbá üzembehelyeztek egy rádióállomást, amely az NOAA meteorológiai műholdas hírközléshez kapcsolódott. A munkákban több százan vettek részt.

– **GB90MGY** a Titanic luxushajó tragédiájának 90. évfordulója alkalmából és a hajórádiós *Jack Phillips*re emlékeztetve Godalming városból, Jack születésének helyéről forgalmazott ápr. 13–15. között. Jack az SOS-jelével mintegy 700 ember életét mentette meg, ő azonban odaveszett a hullámsírbába, mindössze 25 évesen. A rádióállomás hívójele **MGY** volt.

– II. Erzsébet angol királynő megkoronázásának 50. évfordulója tiszteletére az RSGB kiállítást rendezett, valamint a **GB50** alkalmi adóállomást működtette. Az eseményre a királynő férje is ellátogatott. A **GB50** összesen 24 727 összeköttetést létesített 145 országgal. A nyugtalapokat **G4DFI** kezeli. Fényképek láthatók az interneten, a [www.gb50.com](http://www.gb50.com) honlapon. A kanadai

amatőrtársak május 18.–július 18. között az aranyjubileumot speciális prefixű (**XL1–7, XM1–9, XN1–2, XQ0** és **XO2**) hívójelekkel ünnepelték.

– **HC5AI** talán a legaktívabb amatőr Ecuadorban. 75 éves és 63 éve tanult meg morzézni. Nyugdíjas vasúti távírázó és most már egész életét kitélti a rádiózás. Nemrég agyvérzés következtében lebénult a jobb keze, így távírózás esetén kénytelen keyboardot használni.

– Az **RK9XYW** klubállomás jún. 20–30. között **UA9XSC** hívójellel a 10. Uljanovói Cserkész táborból, egy kolostorból jelentkezett. A QSL-menedzser **RA9XF**.

– A Rendetlen Amatőr Adóállomások versenyét először 1987 áprilisában tartották meg az USA-ban. A második ilyen – fotókkal bizonyított – 2001-ben volt. Az eredményből 15 fényképpel illusztrálva ízelítőt nyújt a QST 2001/11. száma. Érdemes a 44...46. oldalt megtekinteni!

– **KONNN Zed Freeman** 1963 augusztusában **K0WWW**-vel QSO-zott. Miután megkapta a QSL-t is, elkezdte gyűjteni az azonos betűkből álló 3 suffixes QSO-kat és QSL-eket. Az utóbbiakkal **AAA**-tól **ZZZ**-ig ábécérendbe állítva kitapétázta az adószobája falát. Az utolsó (26-ik) összeköttetése **N1PPP**-vel 37 év után sikerült!

– 2001. december 17-én kilátásban volt, hogy Észak-Koreából megjelenik a **P5/YT1AD** az éterben. Ebből sajnos

nem lett semmi, ám ugyanezen a napon több kalózállomás borzolta fel például **P5/HA0HW**-ként (!) és **P5/OH2BH**-ként a kedélyeket. Az egyetlen legális állomás napjainkban a **P5/4L4F**.

– 2002. júl. 20-21-én tartották az immár 6. Nemzetközi Múzeumhajó Vikenet. Az USS Salem Rádióklub szponzorálta. Több, mint 70 résztvevőre számítottak a DL, G, UA, VE, W országokból. A tengeralattjárókról, hadihajókról, II. világháborús motorcsónakokról, montirokról stb. múzeumhajókról az eredeti hajórádiókat amatőrök működtették. A szervezők hívójele **K1USN** volt. A weboldaluk [www.qsl.net/k1usn/event.html](http://www.qsl.net/k1usn/event.html). Emléklapot kérhetnek mindazok, akik a 48 óra alatt legalább 10 hajóállomással dolgoztak. Csupán 9x12 cm méretű válaszborítékot kell küldeni **KC1XI George Clisham** címére: 126 Billings Rd, North Quincy, MA 02171, USA.

– Néhány, a hívójeles adóamatőrök számára vonatkozó adat az IARU 2001. őszi statisztikájából: Japán 1 296 056, USA 679 864, Thaiföld 141 241, Dél-Korea 141 000, NSZK 79 666, Tajvan 68 692, Spanyolország 58 700, Nagy-Britannia 58 426, Kanada 44 024, Oroszország 38 000. És néhány érdekes adat arról, hogy az engedélyesek hány százaléka tagja a nemzeti szövetségeknek: Japán 10, USA 22, NSZK 65, Nagy-Britannia 47, Ausztrália 30, Mauritius 90, Liechtenstein 94, Izland 95.



Számítástechnikai, irodatechnikai, híradástechnikai, háztartási, kerti, autóvillamossági eszközökhöz a **KONTAKT és CRC termékek teljes választékát kínáljuk.**



Tisztítás, zsírtalanítás és kontaktusjavítás, sűrítettlevegős portalanítók,

**CRC-DINITROL Szaküzlet**

1134 Budapest, Kassák Lajos u. 32.  
Tel./fax: 339-98-66

kenés és védelem, áramvezető bevonat, védőbevonat, speciális termékek stb.

**KONTAKER Vegyiáru üzlet**

1091 Budapest, Üllői út 111.  
Tel./fax: 215-95-77

# A rádióamatőr szolgálat számára felosztott frekvenciasávok táblázata és azok használatának feltételei

1. táblázat. RA, RB, RC osztályú engedéllyel használható frekvenciasávok

Frekvenciasáv	Jogállás (FNFT)	Maximális sávszélesség (kHz)	Legnagyobb adóteljesítmény (W)		Adásmód		Műholdas üzem megengedett (+)	Megjegyzés (egyéb szolgálatok, ha vannak; lábjegyzetek)	
			RA jelzésű engedély	RB, RC jelzésű engedély	RA jelzésű engedély	RB, RC jelzésű engedély			
135,7–137,8 kHz	másodlagos	1		1/1		A1A		ÁLLANDÓHELYŰ, TENGERI MOZGÓ S5.64, H4, H5, H6, H7, H8, H9	
1810–1850 kHz	elsődleges	2,1	10	100/200	A1A,A1B	A1A, A1B, A2B, J2B		S5.100	
1850–2000 kHz	másodlagos	3,4		10/10		A1A,J3E		ÁLLANDÓHELYŰ, MOZGÓ, a légi mozgó kivételével S5.92, S5.96, S5.103, H3	
3500–3800 kHz	elsődleges	8	25	150/1000	A1A, A1B, A1C, A2A, A2B, A2C, F1A, F1B, J2A, J2B, J2E, J3E	A1A, A1B, A1C, A1D, A2A, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, F1A, F1B, F1C, F1D, F2A, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, F3F, J2A, J2B, J2C, J2D, J2E, J3C, J3E, J3F, R3E		ÁLLANDÓHELYŰ, MOZGÓ, a légi mozgó kivételével S5.92, S5.120, H17	
7000–7100 kHz	elsődleges	8	25	150/1000				+	Kizárólagos amatőrsáv S5.120
10 100–10 150 kHz	másodlagos	1		150/1000		A1A		ÁLLANDÓHELY S5.120, H18	
14 000–14 250 kHz	elsődleges	8		150/1000	A1A, A1B, A1C, A1D, A2A, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, F1A, F1B, F1C, F1D, F2A, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, F3F, J2A, J2B, J2C, J2D, J2E, J3C, J3E, J3F, R3E		+	Kizárólagos amatőrsáv S5.120	
14 250–14 350 kHz	elsődleges	8		150/1000					Kizárólagos amatőrsáv S5.120
18 068–18 168 kHz	elsődleges	8		150/1000				+	Kizárólagos amatőrsáv S5.120
21 000–21 450 kHz	elsődleges	8	25	150/1000				+	Kizárólagos amatőrsáv S5.120
24 890–24 990 kHz	elsődleges	8		150/1000			+	Kizárólagos amatőrsáv S5.120	
28–29,7 MHz	elsődleges	8		150/1000			+	Kizárólagos amatőrsáv	

*Fizessen elő a*

## RÁDIÓTECHNIKA

és a

## Elektronika

*folióíratokra!*

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.

Tel./fax: 239-4932, 239-4933

A szerkesztőségben regisztrált HÉ előfizetőknek díjmentes nyók-film melléklet.

II. táblázat. RA, RB, RC, UA, UB, UC osztályú engedéllyel használható frekvenciasávok

Frekvenciasáv	Jogállás (FNFT)	Maximális sávszélesség (kHz)	Legnagyobb adóteljesítmény (W)		Adásmód		Műholdas üzem megengedett (+)	Megjegyzés (egyéb szolgáltatások, ha vannak; lábjegyzetek)
			RA, UA jelzésű engedély	RB, UB/RC, UC jelzésű engedély	RA, UA jelzésű engedély	RB, UB, RC, UC jelzésű engedély		
144–146 MHz	elsődleges	25	10	150/1000	A1A*, A1B, A1C, A1D, A2A*, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, F1A*, F1B, F1C, F1D, F2A*, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, J2B, J2C, J2D, J3C, J3E, R3E	A1A*, A1B, A1C, A1D, A2A*, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, F1A*, F1B, F1C, F1D, F2A*, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, J2A*, J2B, J2C, J2D, J3C, J3E, R3E	+	Kizárólagos amatőr sáv S.120
432–435 MHz	elsődleges	25	10	150/1000	A1A*, A1B, A1C, A1D, A2A*, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, A3F, C3F, F1A*, F1B, F1C, F1D, F2A*, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, F3F, J2B, J2C, J2D, J3C, J3E, J3F, R3E			ÁLLANDÓHELYŰ, RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.138, S5.277, S5.282, H30, H31, H33
435–438 MHz	elsődleges	25	10	150/1000				ÁLLANDÓHELYŰ, RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.138, S5.277, S5.282, H30, H31, H33
1240–1260 MHz	másodlagos	25		150/500	A1A*, A1B, A1C, A1D, A2A*, A2B, A2C, A2D, A3C, A3E, A3F, C3F, F1A*, F1B, F1C, F1D, F2A*, F2B, F2C, F2D, F3C, F3E, F3F, J2A*, J2B, J2C, J2D, J3C, J3E, J3F, R3E			Más szolgálattal (alkalmazással) megosztva
1260–1270 MHz	másodlagos	25		150/500			+ Föld-űr irány	RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.282, H12
1270–1300 MHz	másodlagos	25		150/500				RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.282, H12
2300–2400 MHz	másodlagos	**		75/150				ÁLLANDÓHELYŰ, MOZGÓ, Rádiólokáció H148
2400–2450 MHz	másodlagos	**		75/150			+ Föld-űr irány	ÁLLANDÓHELYŰ, MOZGÓ, Rádiólokáció S5.150, S5.282, H30, H148, H149, H150, H151, H152, H153
5650–5670 MHz	másodlagos	**		30/75		+ Föld-űr irány	RÁDIÓLOKÁCIÓ, Űrkutatás S5.282, H12	
5670–5830 MHz	másodlagos	**		30/75			ÁLLANDÓHELYŰ, RÁDIÓLOKÁCIÓ, Űrkutatás S5.150, S5.455, H12, H30, H31, H150, H151, H160, H161	
5830–5850 MHz	másodlagos	**		30/75		+ űr-Föld irány	ÁLLANDÓHELYŰ, MŰHOLDAS ÁLLANDÓHELYŰ, RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.150, S5.455, H12, H30, H31, H150, H151, H160	

Frekvenciasáv	Jogállás (FNFT)	Maximális sáv szélesség (kHz)	Legnagyobb adóteljesítmény (W)		Adásmód		Műholdas üzemi megengedett (+)	Megjegyzés (egyéb szolgáltatások, ha vannak; lábjegyzetek)
			RA, UA jelzésű engedély	RB, UB/RC, UC jelzésű engedély	RA, UA jelzésű engedély	RB, UB, RC, UC jelzésű engedély		
10,00–10,45 GHz	másodlagos	**		30/75				ÁLLANDÓHELYŰ, MOZGÓ, RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.479, H174
10,45–10,50 GHz	másodlagos	**		30/75			+	RÁDIÓLOKÁCIÓ
24,00–24,05 GHz	elsődleges	**		10/30			+	Kizárólagos amatőrsáv S5.150, H30, H31, H150, H151
24,05–24,25 GHz	másodlagos	**		10/30				RÁDIÓLOKÁCIÓ, Műholdas Föld-kutatás S5.150, H12, H30, H31, H150, H151, H152
47,00–47,20 GHz	elsődleges	**		10/30			+	Kizárólagos amatőrsáv
75,50–76,00 GHz	elsődleges	**		10/30			+	Úrkutatás
76,00–81,00 GHz	másodlagos	**		10/30			+	RÁDIÓLOKÁCIÓ, Úrkutatás S5.560, H197, H201
119,98–120,02 GHz	másodlagos	**		10/30				ÁLLANDÓHELYŰ, MŰHOLDAS ŰRSZOLGÁLATOK S5.341, S5.558
142,00–144,00 GHz	elsődleges	**		30/75			+	Kizárólagos amatőrsáv
144,00–149,00 GHz	másodlagos	**		30/75			+	RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.149, S5.555
241,00–248,00 GHz	másodlagos	**		30/75			+	RÁDIÓLOKÁCIÓ S5.138, H30, H31
248,00–250,00 GHz	elsődleges	**		30/75			+	Kizárólagos amatőrsáv

\*Az adásmód csak CEPT 1 osztályú engedély esetén használható.

\*\*A használt adásmód sáv szélessége ne legyen szükségtelenül széles.

A táblázatban közölt adatok felhasználásakor a mindenkor hatályos Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatának (FNFT) megállapításáról szóló kormányrendelet rádióamatőr frekvenciákra vonatkozó előírásait kell alkalmazni.

Az adásmódok sávonkénti meghatározása a Nemzetközi Rádióamatőr Szövetség (IARU) ajánlása szerinti sávszegmens-adásmód kiosztáson alapul.

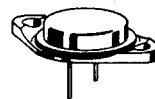
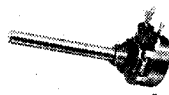
Megjegyzés oszlop jelmagyarázata:

Nagybetűs szöveg az elsődleges felhasználást jelenti.

S Nemzetközi Rádiószabályzat Frekvenciasávok Felosztási Táblázatában hivatkozott lábjegyzetek.

H FNFT nemzeti lábjegyzetei.

Belenézett már a **HAM-BAZÁR** kínálatába?



Megtalálható a **RÁDIÓTECHNIKA** és a **Elektronika** lapokban!

## A tengeri rádiózás rejtelmei

Horváth Lajos rádióbemondó

A nap minden percében sok ezer hajó, kisebbek, nagyobbak és óriások szelik a világtengereket, sokszor heteket töltenek a hatalmas óceánokon, anélkül, hogy szárazföldet látnának. Az is eseménynek számít a végtelen vizeken, ha két hajó összetalálkozik. Azt azonban még sem mondhatjuk, hogy a hajók személyzete magányos lenne, elszakadva a világtól. A távközlési eszközök sokasága ma már folyamatos kapcsolatot biztosít a tengerek legtávolabbi pontján úszó hajók és a távoli kikötők között. Sokféle eszköz teszi lehetővé, hogy gondolatok, adatok, képek, a szükséges információk szempillantás alatt ériék el a hajókat, s az úszó objektumokról a távoli szárazföldeket.

Immáron évszázada: Marconi kísérleteket kezdett abból a célból, hogy a szikratávírója segítségével a hajókat és a kikötőket összekösse. A közelmúltban emlékezett meg a tudományos világ arról, hogy 100 esztendővel ezelőtt hidalta át, kezdetleges készülékével az Atlanti-óceánt. Az elmúlt 100 esztendő fantasztikus eredményeket hozott! A rádiótechnika és az elektronika modern eszközeinek segítségével megbízhatóvá és folyamatosá vált a hajók és a kikötők kapcsolata. A navigációhoz, az üzemeltetéshez, a vészhelyzetek elhárításához szükséges jelek milliói száguldanak az éterben, beleértve a földfelszíni és a műholdas kapcsolatok óriási rendszereit. A hírközlés fejlődése ugyanakkor azt is eredményezte, hogy az üzenetvábbítás bizonyos eszközei háttérbe szorultak vagy teljesen eltűntek, s helyettük újak jelentek meg. Így például a legrégebbi üzenetvábbító mód, a morzekódot használó távíró a tengerészeti rádiózásban meglehetősen háttérbe szorult, néhány más területen teljesen megszűnt. Így pl. a leghíresebb parti állomások közül az angliai Portishead Radio, a németországi Norddeich Radio, a franciaországi St. Lys Radio teljesen beszüntette a működését. A helyükbe új technikák léptek, közöttük is első helyen a műholdas adatátvitel.

Érdekes módon azt azért mégsem állíthatjuk, hogy a nagy távolságok át-

hidálására alkalmas rövidhullámok használata észrevehetően csökkent volna. Belehallgatva a tengerészet számára kiosztott sávokba, változatlanul zsúfoltságot tapasztalhatunk; telve vannak a főiacsatornák, még egymást is zavarva „ciripelnek” az RTTY-állomások, s a CW-csatornák is zsúfoltak. Így azután nagy kő eshet le azon DX-erek szívéből, akik a utility-állomások vadászai és kedvelik a tengerészeti sávokban való barangolást. Ha száz esztendő Marconi hajórádiózási kísérlete, akkor száz esztendő az a törekvés is, hogy ezeket a kísérleteket a technika, a rádiózás iránt érdeklődők megfigyeljék. Ne szégyeljük bevallani, hogy ez az érdeklődés nem egyszerű kíváncsiság, méginkább nem kíváncsiskodás. Ma már jól ismert tény, hogy a szénvedélyek, vagy mondjuk inkább úgy, hogy a hobbik beteljesülése kielégülést ébreszthet bennünk, meghozhatja a lelki békét. Megeshet velünk az is, hogy otthon, a karosszékünkben ülve, egy rövid időre tengerészkapitánnyá válunk, esetleg egy Boeing 747-es pilótája székében érezzük magunkat. Viszonylag egyszerű berendezésekkel és némi ismerettel felvértezve ezt könnyen elérhetjük.

### A felszerelésekről

Mivel a hatalmas távolságokat beutazó hajók elsősorban a rövidhullámon érik el a parti állomásokat, vagy az üzemeltető cégek bázisait, így a megfigyelő számára is egy rövidhullámú vevő beszerzése az első feladat. Az ami közel 20 esztendővel ezelőtt Magyarországon még szinte elképzelhetetlen volt, ma már egyszerűen megoldható; szaküzletekben s a „bolhapiacokon” is általában könnyen hozzájuthatunk a megfelelő vevőhöz. Mivel a megfigyelőmunka során ez az alapvető eszköz, ezért takarékoskodni nem érdemes. Fontos követelmény a folyamatos hangolhatóság. Ez azt jelenti, hogy 2 MHz-től 30 MHz-ig minden frekvenciát venni lehessen. Mivel az állomások megtalálása és azonosítása pontos hangolást igényel, ezért inkább szintézerhan-

golású, digitális kijelzésű készüléket szerezünk be. A régi, analóg hangolási készülékek – mivel nem eléggé pontosak – zavart okozhatnak a vett állomás azonosításában.

Minden „utility-vadász” készülék legfontosabb tulajdonsága a Single Side Band (SSB) vételének képessége. A hajók, a repülőök, de még a rádióamatőrök is, ilyen üzemmódban dolgoznak. Ez az adásmód hagyományos műsorvevő készülékkel nem vehető. Végül megemlítem a rövidhullámú „vadászkészülékek” legfontosabb tulajdonságát. Mivel igen távoli és kevés energiával dolgozó állomásokat is venni kívánunk, ezért kiváló érzékenységgű készüléket kell beszerezni, s mivel az adások sokaságából kell kikeresni a bennünket érdeklőt, ezért a készülékünk legyen különösen szelektív.

A távoli adók vételéhez a teleszkópantenna általában nem elégséges, valamilyen módon külső antennát kell építeni. Ez a DX-elés során az egyik legkomolyabb feladat, különösen a városokban lakók számára. Méretezett antenna szoba sem jöhet, mivel a tengerészet sávjai szinte az egész rövidhullámú spektrumban megtalálhatók, ezért a „hosszú drót”, a longwire antenna valamely változatát ajánlatos elkészíteni. Ez az antenna a méretétől függetlenül valamennyi frekvencián kielégítő vételt nyújt.

Én egy 30 méteres longwire antennát használok, s ezt egy illetőn keresztül, koaxkábel segítségével kapcsolom a vevőhöz. Alkalmanként antennahangolót, preszelektort is bevetek. A „vadászfelszerelésem” közé tartozik egy dekóder is, amelynek segítségével a CW- és az RTTY-adásokat olvashatom a latin ábécével. Korábban egy CDE-670-es modellt alkalmaztam, ma egy Telereader CWR-685E típus van a birtokomban.

Jó ha van a felszereléseink között egy, az URH-sávban működő szkennert is. Igaz, mivel tengeri kikötőnk nincs, ezért kizárólag külföldi utazásaink alkalmával használhatjuk tengerészeti megfigyelésre. Ennek kipróbálását mindenkinek ajánlom, mivel nem min-

dennapi élmény az induló vagy érkező hajók és a kikötői szolgálatok forgalmazásának megfigyelése.

A felszerelések között végül egy rendkívül fontos segédeszköz beszerzését ajánlom, ez pedig olyan kézikönyv, amelyet kizárólag a megfigyelők számára állítottak össze. Ezekből több összeállítás is megjelent, én általában hármat használok közülük: a Seibel Verlag „Seefunk auf allen Meeren”, a Ferrel's „Confidential Frequency List” és a Klängenfuss „Utility Guide” címűt. Használatuk rendkívüli módon megkönnyíti egy-egy állomás megkeresését és azonosítását.

## A frekvenciák felosztása

A hajózóknak a pontos és megbízható rádió összeköttetésre, a napnak, s az évnek minden szakában egyformán szükségük van. A rövidhullámok terjedési tulajdonságait figyelembe véve, a teljes spektrumban kiosztottak sávokat a tengeri rádiózás számára. Mint valamennyi rádiószolgálat esetében, úgy a tengeri szolgálatoknál is az ENSZ szakosított szervezete, az International Telecommunication Union (ITU) osztja ki a frekvenciákat, s azok a tagországok számára kötelezőek.

Tehát első lépcsőben a felosztás a következő:

2505–2850 kHz (fix állomásokkal közösen)  
3155–3400 kHz (fix állomásokkal közösen)  
3500–4000 kHz (amatőr, műsoradók, légi és fix állomásokkal közösen)  
4000–4063 kHz (fix állomásokkal közösen)  
4063–4438 kHz  
6200–6525 kHz  
8195–8815 kHz  
12230–13200 kHz  
16360–17410 kHz  
18780–18900 kHz  
19680–19800 kHz  
22000–22855 kHz (fix állomásokkal közösen)  
15010–25070 kHz (fix állomásokkal közösen)  
26100–26175 kHz

Azonban, hogy az óriási mennyiségű rádióforgalmat szabályozni lehetetlen, hogy az egymás zavarása elkerülhető legyen, sajátos más rádiószolgálatoknál nem, vagy csak részben alkalmazott rendet vezettek be a tengeri rádiózásban. Először is a rendelkezésre álló sávokban, 3 kHz-es léptékben csatornákat osztottak ki, amelyeket sor számmal láttak el. A csatornák többségét pedig párokba rendezték azon elv alapján, hogy az egyikén a hajó ad, a

másikon a parti állomás. Ez az elv az SSB- és az RTTY-csatornákra vonatkozik, míg a CW-csatornák többsége szimplex üzemmű.

Hogy lássuk miről van szó, teljesen találmra felsorolok három csatornát:

8422 hajó – 8283 parti állomás  
13161 hajó – 12312 parti állomás  
17341 hajó – 16459 parti állomás

Valamennyi csatorna felsorolása lehetetlen, mivel több ezer frekvenciapárról van szó.

A rádiózás zavartalanságát további intézkedések szabályozzák. Valamennyi hajózási sávot az alkalmazott üzemműdök szerint is felosztották.

### 4 MHz-es sáv:

4063-tól 4155 kHz-ig 3 kHz-enként USB  
4160-tól 4210 kHz-ig RTTY és CW vegyes  
4210-től 4221 kHz-ig RTTY duplex csatornák  
2421-től 4354 kHz-ig CW csatornák  
4357-től 4435 kHz-ig USB csatornák

### 6 MHz-es sáv:

6200-től 6230-ig USB  
6230-től 6314-ig CW, RTTY vegyes  
6314,5-től 6330,5-ig RTTY duplex csatornák  
6332,5-től 6501-ig CW  
6501-től 6522-ig USB csatornák

### 8 MHz-es sáv:

8101-től 8195-ig USB, RTTY, CW vegyes  
8195-től 8335-ig USB  
8335-től 8436-ig RTTY  
8436-től 8718-ig CW  
8718-től 8812-ig USB

### 12 MHz-es sáv:

12230-tól 12329-ig USB, RTTY, CW vegyes  
12333-től 12435,9-ig USB  
12442-től 12656-ig RTTY  
12659-től 13076-ig CW  
13077-től 13197-ig USB

### 16 MHz-es sáv:

16360-tól 16806-ig USB, RTTY, CW vegyes  
16807-től 16903,5-ig RTTY duplex csatornák  
16904-től 17242-ig CW  
17242-től 17407-ig USB duplex csatornák

### 18 MHz-es sáv:

18780-tól 18900-ig USB, RTTY, CW vegyes

### 19 MHz-es sáv:

19680-tól 19703-ig RTTY duplex csatornák  
19705-től 19755-ig USB, RTTY, CW vegyes  
19755-től 19797-ig USB  
19800-tól 19990-ig RTTY és USB vegyes

### 22 MHz-es sáv:

22006-től 22165-ig USB  
22212-től 22376-ig RTTY, CW vegyes  
22376-től 22445-ig RTTY  
22445,5-től 22695,5-ig CW

22696-től 22852-ig USB duplex csatornák

### 25 MHz-es sáv:

25012-től 26101-ig USB, RTTY, CW vegyes  
26101-től 26145-ig RTTY duplex  
26145-től 26172-ig USB

Megjegyzem, hogy ez a kiosztás sem 100%-ig tiszta, mivel egy-egy „idegen” üzemműd fel-feltűnik a nagyobb tömbökben.

Még egy megjegyzés: A hajórádiózás üzemműdja az USB, de időnként feltűnik LSB és más főniaműd is, pl. ISB = independent sideband.

Már az üzemműdfelosztás első áttekintésekor is világossá válik, hogy a DX-erek által legjobban kedvelt SSB-forgalom valamennyi sáv elején és általában a végén található úgy, hogy ott kb. 100...200 kHz-nyi frekvenciát vesznek igénybe, a 3 kHz-es csatorna-felosztással. E tény nyomán világos, hogy az SSB-csatornák száma meglehetősen korlátozott, egy-egy csatornát akár 10–15 parti állomás számára is kiosztottak. Például a 8728 kHz-es, 804-es sorszámú csatornát a következő állomások használják: Helsinki Radio, Gdynia Radio, Monaco Radio, Madrid Radio, Astrahan Radio, Freetown Radio, Sao Tome Radio, Singapore Radio, Doha Radio, Aqabah Radio, Dixon Radio, Virgin Islands Radio, Callao Radio.

Egyik-másik rádió az adás, vagy a vételkésztség megkezdése előtt, rövid zenei azonosítóval, szignállal jelentkeznek, mint például a Monaco Radio, ezért megtalálásuk és azonosításuk egyszerű feladat. Itt jegyzem meg, hogy a parti állomások nagy része átjátszóállomásként is működik, így például nem ritka az az eset, amikor a Monaco Radio két orosz vagy más nemzetiségű állomás beszélgetését közvetíti.

## Változások a rövidhullámú, tengeri kommunikációban

A tapasztalt megfigyelők hamar észrevették, hogy 1999 februárjától valami változás történt a tengeri kommunikációban. Ettől az időtől ugyanis világszerte egységesítették a tengeri vész-helyzeti és biztonsági rendszert, a Global Maritime Distress and Safety Systemet (GMDSS). Az új rendszer bevezetésének egyik következménye volt a tengerjáró hajókon a Morse-kód, a CW használatának eltörlése, vagy az

Európában használt 2182 kHz-es vész-helyzet- és hívőfrekvencia használatának korlátozása. (Ez utóbbi intézkedés érzékenyen érintette az európai megfigyelőket is, mivel ez a frekvencia számos tengeri ország rádiózásának megfigyelését tette lehetővé.) Ugyancsak fontos változás volt az, hogy 1999 februárjától a vészhelyzeti rádiózásban bevezették a Digital Selective Calling (DSC) módot. Igaz, hogy ennél az új módnál is a 2182 kHz megmaradt beszédüzemű csatornának a helyi, parti rádiózásban. Ennek megfelelő frekvencia még a 2187,5 kHz. A DSC-módban a 100 baudos ASCII-t használják, 7 bit, 3 bit paritással, 170 kHz shifttel. A DSC-t világszerte használják, így megfigyelése viszonylag egyszerű feladat. A szimplex vészhelyzeti és hívőfrekvenciák [kHz] teljes listája a következő:

- 4125 vészhelyzeti és hívó
- 4146 hívó
- 4149 hívó
- 4417 hívó
- 6215 vészhelyzeti és hívó
- 6224 hívó
- 6227 hívó
- 6230 hívó
- 6516 hívó
- 8291 vészhelyzeti és hívó
- 8294 hívó
- 8297 hívó
- 12290 vészhelyzeti és hívó
- 12353 hívó
- 12356 hívó
- 12359 hívó
- 16420 vészhelyzeti és hívó
- 16528 hívó
- 16531 hívó
- 16534 hívó
- 22159 hívó
- 22162 hívó
- 22165 hívó
- 22168 hívó
- 22171 hívó

Az általános célú vészhelyzeti és biztonsági frekvenciák párokba szervezve, az 1999. évi kiosztás szerint a következők:

*Az egész világon:*

hajók	parti állomások
2189,5	2177
4208	4219,5
6312,5	6331
8415	8436,5
12577,5	12657
16805	16903
18898,5	19703,5
22374,5	22444

25208	26121
„A” sorozat:	
hajók	parti állomások
4208,5	4220
6313	6331,5
8415	8436,5
12578	12567,5
16805,5	13357,5
18999	19704
22375	22444,5
25209	26121,5

„B” sorozat:	
hajók	parti állomások
4209	4220,5
6315,5	6332
8416	8437,5
12578,5	12658
16804,5	16804,5
18995,5	19704,5
22375,5	22445
25209,5	26122

Megemlítem még, hogy középhullámon is rendelkezik egy vészhelyzeti párral a tengeri rádiózás: a hajók 458,5, a parti állomások 455,5 kHz-et használnak. Az URH-sávban szimplex csatorna a 70-es számú: 156,525 MHz.

Az új kiosztás érint még néhány üzemmódot. Most ezek frekvenciái következnek abban a reményben, hogy az érdeklődők közül sokan ezeket is képesek megfigyelni.

Narrow Band Direct Printing (NBDP), ez SITOR-A-ként is ismeretes; duplex frekvenciák kHz-ben:

hajók	parti állomások
4172,5-től 4181-ig.	4210,5-től 4218,5-ig
6263-től 6282-ig	6314,5-től 6328-ig
8377-től 8394-ig	8417-től 8434-ig
12477-től 12530-ig	12579-től 12632-ig
16683,5-től 16754-ig	16807-től 16872-ig
18870,5-től 18881-ig	19681-től 19691,5-ig
22284,5-től 22334,5-ig	22376,5-től 22426,5-ig
25173-től 25182,5-ig	26101-től 26110-ig

Ugyanezen üzemmód (NBDP) szimplex csatornái:

4205,5-től	4207-ig
6300,5-től	6311,5-ig
8396,5-től	8414-ig
12560-től	12576,5-ig
16785-től	16804-ig
18893-től	18898-ig
22352-től	22374-ig
25193-től	25208-ig

A facsimile (fax) csatornák a következők:

hajók	parti állomások
2070,5	4221-től 4351-ig
2072,5	6332,5-től 6501-ig

2074,5	8438-től 8707-ig
2076,5	12658,5-től 13077-ig
4154,5	16904,5-től 17242-ig
6235,5	19705-től 19755-ig
6259,5	22445-től 22696-ig
8302,5	26122-től 26145-ig
8338,5	
12370,5	
12814,5	
16551,5	
16614,5	
18847,5	
18868,5	
22181,5	
22238,5	
25123,5	
25159,5	

A NAVTEX-adások nem változtak. Mint ismeretes, ez a szolgálat 518 kHz-en működik világszerte. Európában használnak még 490 kHz-et is. Itt pontos időrendi beosztásban a legkülönbözőbb parti rádiók adják navigációból, meteorológiai és sürgős közleményekből álló adásaikat. Ezt az adást az állomástól kb. 800 km távolságig lehet venni. Adásmódja: FEC (Forward Error Correcting).

\*

Számomra mindig is a beszédüzemű rádiózás jelentette a legnagyobb szórakozást, a utility-rádiók bármely fajtáját is hallgattam, így azután természetes, hogy a hajózási, a tengeri rádiózásban is itt szereztem a legtöbb tapasztalatot. A tengeri szolgálatok is pontos frekvencia-kiosztás alapján dolgoznak, ez a megfigyelők munkáját megkönnyíti, az állomásokat viszonylag egyszerű megtalálni és azonosítani. Most a gyűjteményemből teszem közzé néhány európai ország rádiózási frekvenciáját és a vételhez szükséges adatokat. A lista nem teljes, mivel csak az általam vett és azonosított állomásokat tüntettem fel:

<i>Albánia</i>	
Dures Radio (hívőjele ZAD)	
Partközeli forgalom: 2182, 2282, 2525, 2730 kHz	
Tengeri forgalom: 4360, 8731, 13092, 19356, 21771 kHz	
<i>Belgium</i>	
Ostende Radio (OSU)	
Parti: 2253, 2373, 2758, 2817, 3632, 3684 kHz	
Tengeri: 4146, 4429, 6224, 6516, 8294, 8803, 12353, 13095, 13137, 16531, 17278, 17329, 22171, 22768 kHz	
<i>Bulgária</i>	
Burgasz Radio (LZL)	
Parti: 2638, 2750 kHz	



Varna Radio (LZW)  
Parti: 2770, 3740 kHz  
Tengeri: 4414, 6510, 13131, 17344, 22717 kHz

#### *Dánia*

Lynby Radio (OXZ)  
Tengeri: 4381, 4426, 8749, 8791, 13107, 13152,  
17344, 17305, 22717, 22777, 26145 kHz

#### *Észtország*

Tallinn Radio (UAH)  
Parti: 2182, 3310 kHz

#### *Finnország*

Helsinki Radio (OHG)  
Parti: 2182, 2803, 2810 kHz  
Tengeri: 4393, 8803, 13092, 17353, 22705 kHz

#### *Franciaország*

Boulogne-Sur-Mer Radio (FFB)  
Parti: 2691, 2726, 3722 kHz  
Saint Nazaire Radio (FFO)  
Parti: 2740 és 3795 kHz  
Marseille Radio (FFM)  
Parti: 2628, 3722, 3795 kHz

#### *Görögország*

Athina Radio (Athén, SVN)  
Parti: 2182, 2590 kHz  
Tengeri: 4399; 4429, 8734, 8722, 8785, 13086, 13116,  
13119, 17266, 17338, 17359, 22744, 22798 kHz

#### *Horvátország*

Rijeka Radio (YUR)  
Parti: 2191, 2585 kHz  
Tengeri: 4378, 6504, 8806, 13146, 17320, 22711 kHz  
Split Radio (YUS)  
Parti: 2191, 2221, 2681 kHz  
Dubrovnik Radio (YUX)  
Parti: 2191, 2221, 2615 kHz

#### *Jugoszlávia-Montenegro*

Bar Radio (YUW)  
Parti: 2191, 2615, 2752 kHz  
Tengeri: 8797, 13095, 17353 kHz

#### *Lettország*

Rīga Radio (UDH)  
Parti: 4375 kHz  
Tengeri: 13086, 17329 kHz

#### *Lengyelország*

Gdynia Radio (SPH)  
Parti: 2191, 2726 kHz  
Tengeri: 4372, 8734, 8788, 13122, 17338, 22720 kHz  
Szczecin Radio (SPO)  
Parti: 2191, 2831 kHz  
Tengeri: 4366, 6510, 8746, 13134, 17353, 22750 kHz

#### *Litvánia*

Klaipėda Radio (UNM2)  
Parti: 3215 kHz  
Tengeri: 4396, 13084, 17242 kHz

#### *Monaco – Monte-Carlo*

Monaco Radio (3AC)  
Tengeri: 4363, 8779, 13146, 17260, 22750 kHz

#### *Németország*

Norddeich Radio (DAN; szolgáltatásainak nagy részét  
beszüntette, de időnként még hallható)  
Parti: 2614, 2799, 2848 kHz  
Tengeri: 8776, 13128, 17311, 22807 kHz  
Kiel Radio (DAO)

Parti: 2182, 2775 kHz  
Rügen Radio (DHS)  
Parti: 2182 kHz

#### *Nagy-Britannia*

Land's End Radio (GLD)  
Parti: 2670, 2782, 3610 kHz  
Brit partiőrség (több állomáshelyen)  
Parti: 2226 kHz  
Port Patrick Radio (GPK)  
Parti: 2607 kHz  
Wick Radio (GKR)  
Parti: 2604, 2625, 2705, 2751, 2840,6 kHz  
Stonehaven Radio (GND)  
Parti: 2691, 2779, 3617 kHz

#### *Norvégia*

Rogaland Radio (LGO)  
Parti: 2653, 2656, 3638 kHz  
Tengeri: 4375, 8749, 8755, 13158, 13128, 17326,  
22792 kHz  
Bodö Radio (LGP)  
Parti: 2642, 2656, 2695 kHz

#### *Oroszország*

Novorosszjszk Radio (UFN)  
Parti és tengeri: 4369, 8761, 13101, 17242, 22786 kHz  
Asztrahán Radio (UCY2)  
Parti és tengeri: 4369, 8728 kHz  
Murmanszk Radio (UMV)  
Parti és tengeri: 4360, 8788 kHz  
Archangelszk Radio (UXN)  
Parti és tengeri: 4357, 8785, 13101, 17317 kHz  
Kalininrad Radio (UJY)  
Parti: 2182, 2580 kHz  
St. Petersburg Radio (URD)  
Parti és tengeri: 4396, 8737, 13086, 17254, 22732 kHz  
Moszkva Radio (UAT)  
Tengeri: 13077, 17527, 22714 kHz

#### *Spanyolország*

Madrid Radionaval (EBA)  
Parti és tengeri: 3790, 6408, 6930, 14641 kHz  
Madrid Radio (EHY)  
Parti és tengeri: 4372, 6510, 8746, 13104, 17350,  
22780 kHz

#### *Svédország*

Göteborg Radio (SAG)  
Parti: 2733, 2754 kHz

#### *Törökország*

Istanbul Radio (TAH)  
Parti: 2182, 2670 kHz  
Tengeri: 4363, 6510, 8746, 13128, 17272, 27732,  
22762 kHz

Izmir Radio (TAN)  
Parti: 2182, 2760 kHz

#### *Ukrajna*

Odessza Radio (UFB)  
Tengeri: 13089, 17308, 22699, 22747 kHz  
Izmail Radio (UJO3)  
Parti és tengeri: 4393, 6513 kHz

Ismételten megjegyzem, hogy a lista nem teljes, csupán az általam össze-  
gyűjtött és azonosított állomásokat és  
frekvenciákat tartalmazza. A frekven-

ciák többségén simplex forgalmazás  
folyik, de előfordult, hogy egy-egy  
duplex-frekipárból csupán az egyiket  
tudtam azonosítani. Arra is felhívom a  
figyelmet, hogy a 2, a 3 és a 4 MHz-es  
sávban csak jó terjedés esetén, az esti  
és a kora reggeli órákban van remény a  
sikeres megfigyelésre.

## Tengeri rádiózás URH-n

Az URH-terjedés sajátosságainak kö-  
szönhetően, arra nincs esélyünk, hogy  
az ebben a sávban folyó rádiózást meg-  
figyelhessük. Az egyetlen esélyünk,  
hogy ezt a rendkívül érdekes, izgalmas  
élményt nyújtó forgalmazást figyelem-  
mel kísérjük az, hogy külföldi utazá-  
sunk során magunkkal visszük szken-  
nerünket, s ha alkalom adódik, bele-  
hallgatunk a nagy kikötők URH-for-  
galmazásába. Egy-egy hatalmas, nagy  
forgalmú tengeri kikötő, mint például a  
német Hamburg, a francia Marseille,  
Toulon, az olasz Genova, Nápoly, a  
spanyol Barcelona, szinten minden  
percben indítja vagy fogadja a hatal-  
mas tengerjáró hajókat, amelyek bal-  
esetmentes irányítása csakis a rádió se-  
gítségével lehetséges. A kikötőket kije-  
lőlt hajózárvonalak szabadlják, s eze-  
ken szigorú rendben történik a hajózás.  
A forgalom irányítása nagyjából ahhoz  
hasonlatos, miként a hatalmas repülő-  
tereken, a fel- és a leszállást szabályoz-  
zák. Ha ilyen, nagy forgalmú kikötő  
közelébe vezet a jó sorsunk, akkor ne  
mulasszuk el a megfigyelést.

A tengerészet számára az URH-  
sávban a 150-160 MHz táján osztották  
ki a csatornákat. A duplex csatornák  
(más az adás és más a vétel frekvenci-  
ája) itt is alkalmazásra kerül, de a leg-  
fontosabb csatornákon simplex for-  
galmazás folyik. Most ezek közül sorol-  
om fel a legfontosabbakat [MHz]:

156,800 hívó és vészhelyzet  
157,400 az előbbi tartaléka  
156,300 nemzetközi hajó-hajó, kutató és mentő  
frekvencia  
156,400 teher- és utasszállító hajók számára  
156,450 hajó-hajó, vízirendőrség, révkalauz  
156,525 révkalauz-szolgálat, hajó-hajó  
156,650 hajó-hajó, hatósági járművek  
156,500 és 156,875 halászhajók  
156,375 és 156,675 munkahajók (kotró, vontató stb.)  
156,475 és 156,625 sporthajók, yachtok  
156,450  
156,525 és  
156,625 hajó-repülőgép a nyílt tengeren  
156,375

156,500 és  
156,675 hajó-repülőgép kutatók és mentők  
frekvenciája

Egy-egy nagy tengeri kikötő a következő rádiószolgálatokkal rendelkezik:

- Port Radio (általános kikötői rádió),
- Pilot Radio (a révkalauz és a kikötő között),
- Radar Radio (a radarkezelő és a hajó között),
- Lock Radio (révkalauz szolgálat),
- Bridge Radio (a hidak közelében).

Példaként közlöm a hamburgi kikötőiről által használt frekvenciákat:

Cuxhaven Elbe Port: 156,600,  
156,700, 156,800 MHz (Cuxhaven  
a személyszállítás kikötője)

Brunsbüttel Elbe Port: 156,500,  
156,700, 156,800 MHz

Stadersand Elbe Port: 156,550,  
156,700, 156,800 MHz

Hamburg Port Radio: 156,700 és  
156,800 MHz

Elbansteuerung Radar: 161,550  
Neuwerk Radar I.: 156,900

Neuwerk Radar II.: 156,250, párja  
160,850

Cuxhaven Radar: 157,050 párja  
156,050 vagy 161,650

Belum Radar: 156,150

Brunsbüttel Radar: 156,200 párja  
160,800

Freiburg Radar I.: 156,900 párja  
161,500

Freiburg Radar II.: 157,100 párja  
161,700

Steindech Radar: 156,250

Hetlingen Radar: 157,050

Elblotse Brunsbüttel: 156,650 és  
156,800

Cuxhaven Lock: 156,650 és 156,800

Hamburg Haufen.: 156,700 és  
156,800

Hamburg Elbe Port: 156,700 és  
156,800

Hamburg Lock: 156,650 és 156,800

Rethe Revier: 156,650

Süderelbe Revier: 156,560

Hamburg Pilot: 156,450

Hamburg Radar Radio: 156,150,  
156,250, 156,350 és 156,950

A világ összes nagy tengeri kikötője nagyjából ugyan ilyen bonyolult rádiórendszer segítségével irányítja területi vizein a hajóforgalmat.

## Még egy fontos hallgatnivaló

Ma már a világtengereken – szinte említésre sem méltó – annyira magától értetődő a hajók műholdas helymeghatározása, a GPS-navigáció. De főleg a partközeli hajózásban még egy fontos rádió navigációs rendszer létezik, amely évtizedek óta segíti a hajózást, s vélhetően még hosszú ideig segíteni is fogja. A hosszú- és a középhullámú sávban dolgozó NDB (Non Direction Beacon) rendszerről van szó, amely mint azt a neve is mutatja egy „nem irányított rádióadó”, általában a parton vagy partközeli elhelyezve, s ennek az adónak a vételével határozza meg a saját helyzetét a hajó. (Mellesleg ugyanezt az NDB-rendszert használják a repülőgépek is az útvonaluk pontos meghatározására, de ezek az adók természetesen a szárazföldön vannak felállítva.)

Az adók működése, s így a DX-erek által előszeretettel végzett megfigyelése roppant egyszerű. A 320 és 500 kHz között működő, körsugárzó antennához kapcsolt adó két vagy három betűből álló azonosítójelet sugároz, olyan lassú ütemben, hogy a morzejeleket nem ismerő megfigyelő is gyorsan azonosítani tudja. A betűjelekből az állomás helye könnyen kikövetkeztethető. Az állomások néhány száz kilométer távolságból hallgathatók, tulajdonképpen minden vevőkészülékkel, amely rendelkezik hosszúhullámú vételi lehetőséggel. Természetesen egy jó minőségű kommunikációs vevővel a vétel jelentősen jobb lesz. (Én egy YAESU MUSEN FRG-7-essel vadászok az NDB-adókra.)

Íme közülük néhány; a frekvencia kHz-ben:

frekv.	azonosító	név, lokáció
215,0	EM	Egedesminde, Grönland
284,5	MA	Cabo Machichaco, Spanyolo.
285,0	NO	Cabo de la Nao, Spanyolo.
286,5	FI	Cabo Figuera, Mallorca
288,5	FI	Cabo Finisterre, Spanyolo.
288,5	UD	Cabo Salon, Spanyolország
289,5	NP	Punta Carena, Olaszország
289,5	BT	Bjartangar, Izland
290,5	VI	Cabo Villano, Spanyolország
291,0	SN	Cabo San Sebastian, Spanyolo.
219,9	NA	Punta Lantaila, Kanári-sz.
291,9	LT	La Isleta, Kanári-sz.
292,0	MH	Mahon-Minorca, Beleári-sz.
293,5	RO	Cabo Silleiro, Spanyolország
295,0	DV	Djupivogur, Izland
296,0	KN	Skrova, Norvégia

297,0	B	Cabo Trafalgar, Spanyolo.
297,5	MA	Mantyluoto, Finnország
297,5	PS	Cabo Penas, Spanyolország
298,0	TA	Cabo Gata, Spanyolország
298,8	HO	Hornbjarg, Izland
299,0	O	Tarifa, Spanyolország
299,5	VS	Vieste, Olaszország
300,5	IO	Ilichevsk, Ukrajna
301,0	HA	Pt. del Hank, Marokkó
301,5	L	Torre de Hercules, Spanyolo.
303,0	D	Rota, Spanyolország
303,5	IA	Llanes, Spanyolország
303,5	OR	Punta de Llobregat, Spanyolo.
304,0	ME	Punta Maestra, Olaszország
304,5	MY	Cao Mayor, Spanyolország
305,0	KA	Klaipeda, Litvánia
305,7	DA	Dalatangi, Izland
306,5	H	Hel, Lengyelország
307,5	RS	Ristna, Észtország
308,0	MO	Punta Moriea, Zöld-foki sz.
309,0	CI	San Benedetto, Olaszország
309,5	BA	Punta Estaca Bares, Spanyolo.
309,5	EA	Jevpatoria, Ukrajna
309,5	OD	Odessa, Ukrajna
309,5	AL	Algiers, Algéria
309,5	SW	Herszon, Ukrajna
309,5	TR	Tarkankutsk, Ukrajna
309,5	WR	Voroncov, Ukrajna
310,0	IP	Capo Sandalo, Szardínia
310,5	BR	El Burullus, Egyiptom
310,5	DA	Damietta Mouth, Egyiptom
310,5	AS	Castellon, Spanyolország
310,5	GV	Genova, Olaszország
311,5	SA	Senigallia, Olaszország
312,5	AT	Ajtodorok-fok, Ukrajna
312,5	BK	Baltiysk, Oroszország
312,5	BT	Taran-fok, Oroszország
312,5	KA	Kiz-Aul-fok, Ukrajna
312,5	DB	Doobszk, Ukrajna
313,0	PA	Cabo de Palos, Spanyolo.
314,5	SK	Strandhofn, Izland
314,5	TL	Punta del Penna, Olaszország
315,5	ND	Nida, Litvánia
316,0	IN	Ingolfshofdi, Izland
317,0	VS	Cabo Estay, Spanyolország
328,0	HB	Holsteinsborg, Grönland
337,0	MY	Myggenaes, Faeroe-sz.
367,0	JV	Jakobshavn, Grönland
372,0	OZN	Prins Chris' s Sund, Grönland
381,0	AB	Akraberg, Faeroe-sz.
404,0	NL	Nolso, Faeroe-sz.

Az ajánlott frekvenciákhoz jó vételt és jó szórakozást kívánok. Felhívom a figyelmet arra, hogy – mint a utility-vadászatnál általában – a hajórádiózás megfigyeléséhez is sok türelem szükséges, mivel egy-egy frekvencián csak időnként folyik forgalmazás, s nem is tart hosszú ideig. Némi gyakorlattal azonban jó eredmény, sikerélmény érhető el.

# Kapcsolóüzemű tápegység autóhifihez

Vörös Tamás tanár, adlerson@freemail.hu, www.extra.hu/Nimare

A megfelelő teljesítményű és minőségű hangerősítők tápellátásához a gépjárművek villamos rendszere nem elegendő: a – többnyire – 12 V-nál jóval nagyobb, a testpotenciálhoz képest szimmetrikus feszültség szükséges. A gyári transzverterek árát a gazdag autók zsebéhez méretezték, ezért érdemes házilag megépíteni a teljesítmény-átalakítót. A cikk ehhez nyújt segítséget.

Az alábbiakban bemutatunk egy sokrétűen felhasználható kapcsolóüzemű tápegységet. A készülék elsősorban autóhifihez készült, de a gépkocsikban szükség lehet még nagyobb egyenfeszültségre is; a megépítéssel az ilyen irányú problémáink is megoldhatók.

## A tápellátás sajátosságai a gépjárművekben

Egy nagyobb teljesítményű erősítő működtetéséhez – mint tudjuk – nem elegendő közvetlenül a járműakkumulátor 11...14 V-os feszültsége. (Itt említhetjük a *Rádiótechnika* 2002/8. számát, amely már a 42 V-os fedélzeti feszültségű gépjárművek jövőjét vetíti elénk.) Ahhoz, hogy egy szokványos kapcsolású végfokot használhassunk, legalább 60...100 V-os, viszonylag stabil tápellátás szükséges. Ezt a feszültséget sajnos már nem gazdaságos az ismert feszültségsokszorozó-trükkökkel előállítani, ugyanis a „nagyfeszültséget” jelentős mértékű árammal szeretnénk terhelni. Ennek ellentmond a sokszorozók viszonylag magas belsőellenállása, így a kimeneti feszültségük elfogadhatatlan mértékű terhelésfüggősége. Ezekből következik, hogy transzformátoros tápegységet kell építeni.

A gyári végfokok egyikében-másikában egy nem túl szerencsés kompromisszummal oldották meg a problémát. Alkalmazznak ugyan kapcsolótápot, de az erősítőkhöz legfeljebb 2 Ω-os hangszugárzókat kell használni. Így nem szükséges 40...50 V feletti tápfeszültség, viszont a végtranszisztorokon és a hangszórókon óriási áramok folynak. (Mint tudjuk, a tranzisztorok erősítési tényezője jelentősen függ az azokon folyó áramtól, ez pedig járulé-

kos torzításokat okoz.) Be kell építeni továbbá egy 200...500 mF (azaz mintegy fél faradnyi) kapacitású kondenzátort az akkuval párhuzamosan. Nyilvánvaló, hogy ez az út otthoni építésre célszerűtlen, szinte követhetetlen a nagy áramok, színtel együtt a nyáktervezés problémái és az erősítők másfajta kapcsolástechnikája miatt.

## Korábbi rész megoldások

Ha végignézzük a hazai szakirodalmat, akkor ráakadhatunk néhány klasszikus (bár nem erre a célra használt) kapcsolásra. Az eddigiekben ismertetett, – a névlegesen – 12 V-ról működő transzverterek hátrányai a következők:

- csupán néhányszor 100 Hz, legfeljebb két-három kilohertz üzemi frekvencián működnek – így még megfelelő mechanikai szerelés esetén is hallható és zavaró a hangjuk,

- a méretük és a tömegük nagy az alkalmazott transzformátortípusok miatt,

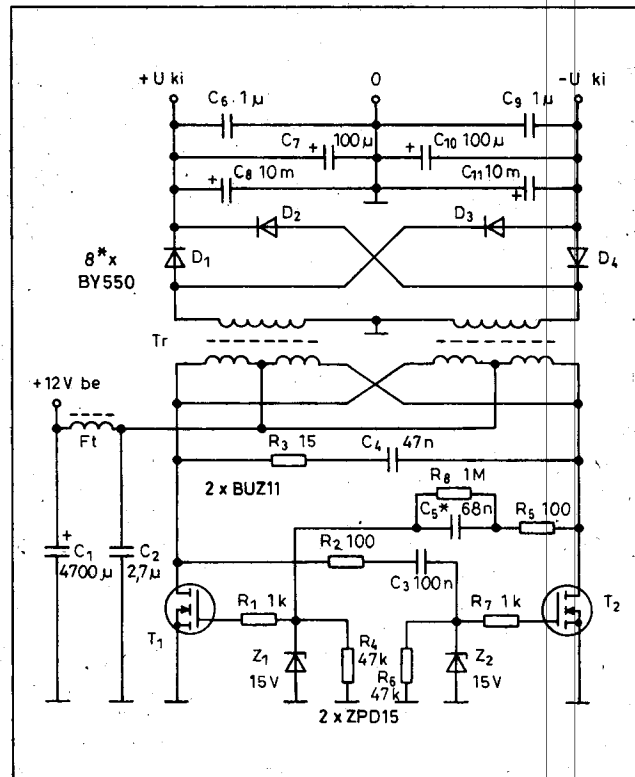
- a kapcsolóelemek bipoláris tranzisztorok (a 2N3055 típus vagy a BD-sorozat megfelelő elemei), azok összes fogyatékosságával együtt (nagy maradékfeszültség stb.).

Ezzel szemben a továbbiakban ismertetett átalakító jóval 20 kHz feletti frekvencián működik, a tömege kellően kicsi az alkalmazott ferritmág eredményeként. Aktív elemnek teljesítmény-MOSFET-eket használunk, azok összes előnyével.

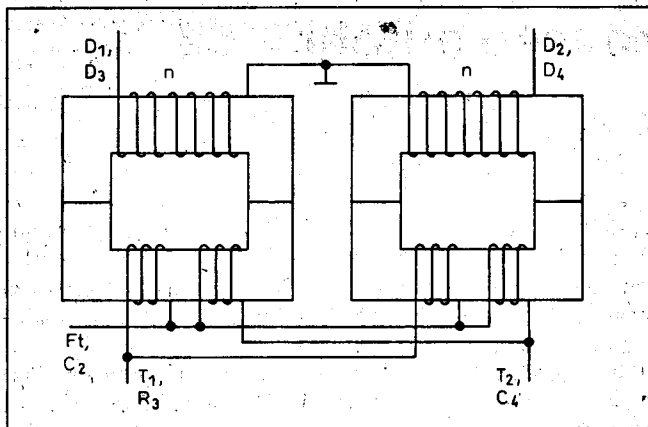
## A teljesítmény-átalakító megépítése

A teljesítmény-átalakító (transzverter) kapcsolási rajzát az 1. ábra szemlélteti.

Típus	U <sub>DS</sub>	I <sub>D</sub>	R <sub>DS</sub>
BUZ11	50 V	30 A	40 mΩ
BUZ12	50 V	42 A	30 mΩ
IRFZ44	50 V	35 A	28 mΩ
IRF530	100 V	10 A	56 mΩ



1. ábra. A transzverter kapcsolási rajza



2. ábra. A transzformátor vázlatrajza

Lényegében egy öngerjesztős feszültségátalakítóról van szó, amely hasonlít a tranzistoros astabil rezgéskeltőre. A kapcsolóelemnek felhasználható MOSFET-ek legfontosabb adatait a táblázatban találhatjuk. A mintapéldányban a BUZ11 üzemel. Érdeemes továbbá próbálkozni az IRF-ekkel is, mivel köztudott utóbbiak jobb nagyfrekvenciás viselkedése.

A szokásos transzverterektől eltérően a szükséges visszacsatolást itt nem tekercsekkel, hanem kondenzátorokkal ( $C_3, C_5$ ) érjük el. Két kondenzátort sokkal egyszerűbb beépíteni, mint két egyforma tekercset készíteni. Ide legalább 100 V-os fóliakondenzátorok kerüljenek, ne is próbálkozzunk elkóval!

A  $Z_1$  és a  $Z_2$  pozíciójelű Z-dióda a FET-ek gate-jét védi a túlfeszültségtől. E diódák szinte tetszőleges típusúak, a névleges feszültségük 15 V.

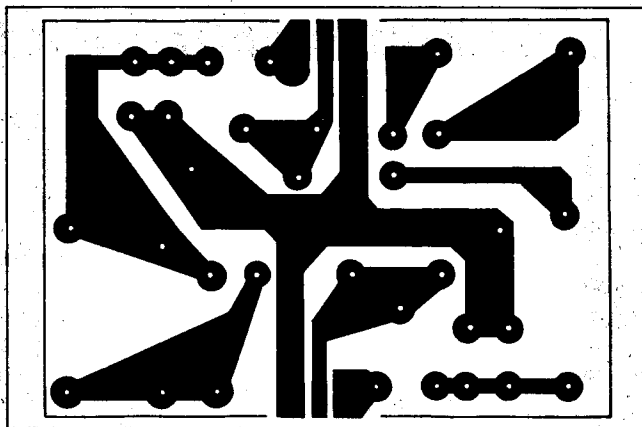
A kapcsolatban igen fontos szerepet kap az  $R_8$  ellenállás. Az oscilláció beindulása aszimmetrián alapul, ezért igen fontos, hogy bekapcsoláskor  $C_3$  vagy  $C_5$  csaknem töltetlen legyen.  $R_8$  a  $C_5$  kisütését segíti. A biztos beinduláshoz – a tapasztalat szerint – ezenkívül még kis különbség is kell a két kondenzátor kapacitása között, hogy az egyik határozottan gyorsabban töltődjön fel, mint a másik. Túl nagy eltérés viszont nem kívánatos, mert a szekunder jel nem lesz szimmetrikus, ezenkívül a FET-ek aszimmetrikus melegedését okozhatja. A tapasztalat szerint a  $100 \text{ nF} / 68 \dots 82 \text{ nF}$  arány éppen megfelelő, ha az alkatrészválogatást is figyelembe vesszük.

Az  $R_4$  és az  $R_6$  ellenállás helyezi határozott potenciálra a FET-ek gate-jét. Az  $R_3$ – $C_4$  soros tag feladata üresjárási esetén megvédeni a FET-eket a ki-

alakuló, 50 V-nál nagyobb feszültségtüskéktől.

A tápegység legkényesebb pontja kétségtelenül az Ft,  $C_2$ , Tr komplexum. A rezgési frekvenciát lényegében a  $C_2$  és a Tr határozza meg, ezért igen fontos az itt leírtak pontos betartása. Ft nagyfrekvenciásan leválasztja a transzvertert az akkuról, így megakadályozza a  $C_1$  és a  $C_2$  párhuzamosan kapcsolódását.

A transzformátor kivitelezésénél az volt az elsődleges szempont, hogy könnyen, olcsón beszerezhető magot tartalmazzon. A kísérletek során bizonyosodott, hogy a régi csöves tévékészülékek U57-es típusú sorkimenőmagja tökéletesen megfelel, persze némi válogatás után. 4 db komplett trafó szükséges a Tr összeállításához. Igyekezünk minél újabb magokat beszerezni, mert ezek jobban bírják a néhányszor tíz kilohertzyi frekvenciát! A gyári erősítők ferritjei ugyan sokkal kisebbek (ugyanekkorra teljesítményre), de szinte beszerezhetetlenek, sorkimenő-trafóhoz viszont nem nehéz hozzájutni.



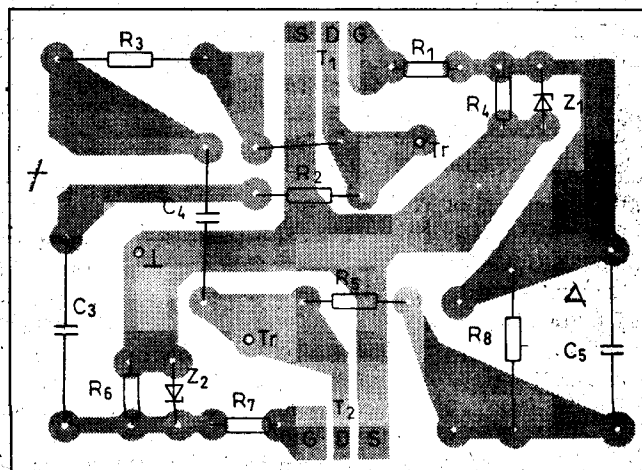
3. ábra. A transzverter nyák-rajza

A transzformátor gyakorlati kivitelezése a 2. ábrán látható. Két fő részből áll össze. Mindkét trafófél 4 db „U” formájú vasat tartalmaz, 2-2 összeragasztva, majd a két dupla vas összefordítva. A tekercselés menete a következő.

Az egyik elkészített duplamagra tekerjük a szekunder tekercset, amelynek menetszáma az

$$n = 0,21 \cdot U$$

képlet alapján számítható, ahol  $U$  az erősítő fél tápfeszültsége. Pl.  $\pm 50 \text{ V}$  előállítására érdekében trafóoldalanként  $n = 10,5$  menetes szekunder szükséges. Egy másik duplamagra pedig a primer tekercs kerül: ide  $2 \times 2,5$  menetet csévelünk. Ügyeljünk a pontos tekercselésre és a menetek gondos rögzítésére, mert ezen áll vagy bukik a kapcsolótíp jó működése! A tekercselőhuzal a mintakészülékben egyszerűes műanyag szigetelésű, hálózati rézvezeték volt. Érdeemes ezt alkalmazni, mert nem kell bajlódni a szigeteléssel, s elegendő a keresztmetszete is.



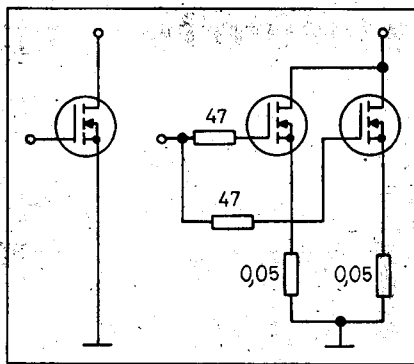
4. ábra. Az alkatrészek helye a nyákon

A beszeréléskor igyekezzünk a két trafót egymástól minél messzebb elhelyezni, az esetleges induktív csatolás elkerülése érdekében.

C<sub>2</sub> helyére célszerű igen jó minőségű típust beszerezni, ami legalább 63 V-os, bipoláris (polarizálatlan, pl. tömbkondi vagy papírkondi) típus legyen. Hagyományos elköt *ne* építsünk be, mert csak melegszik, de a feladatát – a rezgőköri kondenzátor szerepét – nem látja el. (Kísérletképpen érdemes kipróbálni, hogy mit „művel” a táp egy elkóval.) Egy kiváló beszerzési mód: az ORION TÁTRA tévékben 2 db 2,7 µF (160 V) is kínálkozik.

Az Ft fojtótekerccset szintén sorkimenő vasára készíthetjük el. Egy darab „U” vasat felhasználva a szükséges 5 menetet szorosan egymás mellé tekerjük, majd leragasztjuk azokat.

A táp nyák-rajza a 3. ábrán, alkatrész-beültetési rajza a 4. ábrán látható. A FET-eket a nyomtatási oldal felől forrasztjuk a nyákra, majd szigetelten csavarozzuk azokat egy-egy, kb. 50 × 30 × 10 mm méretű hűtőbordára. A transzformátort követő kétoldalas, teljeshullámú egyenirányító áganként 2-2 db párhuzamosan kapcsolt, pl. BY550 típusú (szilícium gyorskapcsoló) diódából áll. (Itt említem, hogy a félvezetők megválasztásában további segítséget nyújthat a *Hobby Elektronika* folyóirat 1992., '93. és '94. évi katalógus rovata.)



5. ábra. A teljesítménynövelés lehetősége

Célszerű, ha a C<sub>8</sub>-at és a C<sub>11</sub>-et több darab kondenzátor párhuzamos kapcsolásával állítjuk össze, ez a kimeneti feszültség simításának kedvez.

### A teljesítmény-átalakító bemérése

Ha elkészültünk a szereléssel, akkor a +U és a -U kimenet közé kössünk egy 10 kΩ-os ellenállást, majd – olvadóbiztosítón át – adjunk +12 V-ot az áramkör bemenetére! Az említett ellenállás sarkain legfeljebb 3...5 V-tal nagyobbat mérhetünk a kiszámítotthoz képest.

A beméréshez készítenünk kell továbbá egy nagyteljesítményű műterhelést. Szintén a régi tévévevőt hívhatjuk segítségül, ott találhatunk néhány darab 100 Ω-os huzalellenállást. Kettőt

párhuzamosítva és olajba eresztve, a teszt idejére megfelelő műterhelést kapunk. Kapcsoljuk az így elkészített 50 Ω-ot a +U és a -U kimenet közé! Ha a feszültség nem esik számottevően (max. 6...8 V), akkor jól dolgoztunk. Ha nem jönne ki az elegendő teljesítmény a készülékből, akkor cseréljünk vasmagot, s mérjük újra!

Az áramkörből – helyes szerelés esetén – 150 W-nak ki kell jönnie, a kívánt feszültség mellett. Akinek nem lenne elegendő ez a kimenőteljesítmény, a következőképpen növelheti meg. 2-2 db MOSFET-et kell alkalmazni az 5. ábra szerint. Ez esetben a kimenőteljesítmény kb. 170...180 W-ig növelhető. Sajnos, ekkor már a vasak nagyon melegsznek, ezenkívül a transzverter hallható hangot is sugároz, így ez az üzemmód nem igazán kívánatos; a kísérletező kedvűek persze feltétlenül próbálják ki! A tényleges továbblépést egy minőségileg jobb transzformátormag jelentené.

Aki szeretne – legalább virtuálisan – megismerni egy még nagyobb teljesítményű tápegységet, nos javaslom meglátogatni a honlapomat:

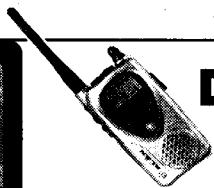
[www.extra.hu/Nimare](http://www.extra.hu/Nimare) (A *törtvonalat* követő karakter „nagybetű”. A szerk.)

Az utánépítéshez sok sikert, és persze balesetmentes közlekedést kívánok!

# PMR446

a Megoldás

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



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

Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!

### Közös jellemzők:

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

### Rendelhető tartozékok:

tokok, fejbeszélő-készletek, akkuk, akkutöltők

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

## Aktuális választék és árák a legfrissebb

# RÁDIÓTECHNIKA

# és Elektronika

lapszámokban!

A PMR446-os kézi adó-vevők és tartozékaik megrendelhetők, illetve megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában:

Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P: 9-14h  
 Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603.  
 Tel./fax: 239-4932/36 m., 239-4933/36 m.  
 E-mail: hambazar@radiovilag.hu

# Automata kisütő Ni-Cd akkukhoz

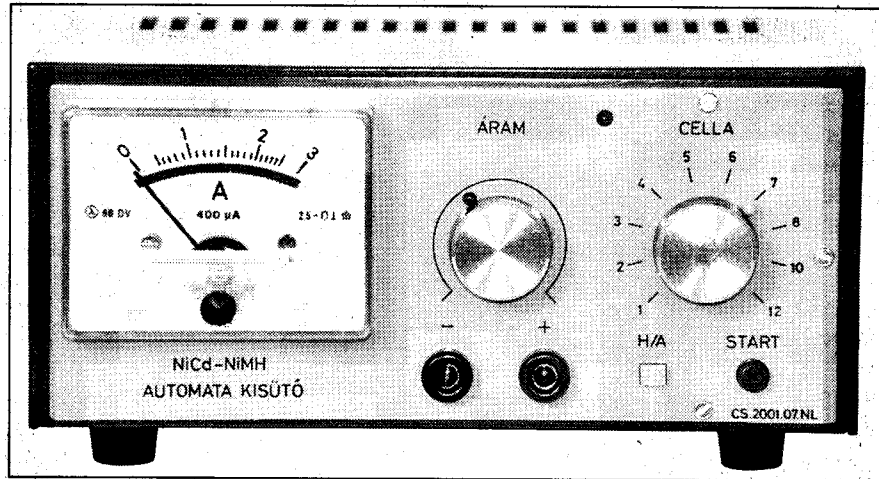
Németh Lajos tanár

Az ipari és a házi készítésű töltőkészülékek nem mindegyike rendelkezik kisütő egységgel, pedig az akkuk helyes kezeléséhez erre feltétlenül szükségünk van.

A felhasználók körében bizonyára ismeretes a Ni-Cd akkuk jellegzetes tulajdonsága, az ún. memóriaeffektus, vagyis a cellák „emlékeznek” arra, hogy az utolsó töltés milyen töltöttségi szintről indult. A kisütés (a használat) során eddig a töltési szintig normálisan működnek. További fogyasztáskor hirtelen teljesítménycsökkenés lép fel, pedig még van az akkumulátorban energia. Ez a jelenség különösen egy modellmotor meghajtásakor igen kellemetlen a versenyzés közben.

A jelenségnek az az oka, hogy a többszöri rátöltés következtében az „alsóbb rétegekben” nagykristályok alakulnak ki, amelyeknek a lebomlása a további terhelésnél nem olyan aktív, így ebből adódik a teljesítménycsökkenés.

Mindezekből következik, hogy az ún. rátöltés nem kedvező megoldás, ennek eredményeként egyre kisebb lesz az akkunk kapacitása. Ezért minden újabb töltés előtt le kell méríteni az akkukat 1 V/cella feszültségig, vagy



1. fénykép. A készülék előlnézetben

még ez alá. (A modellezők kedvelik a 0,5...0,8 V/cella értékig való kisütést.)

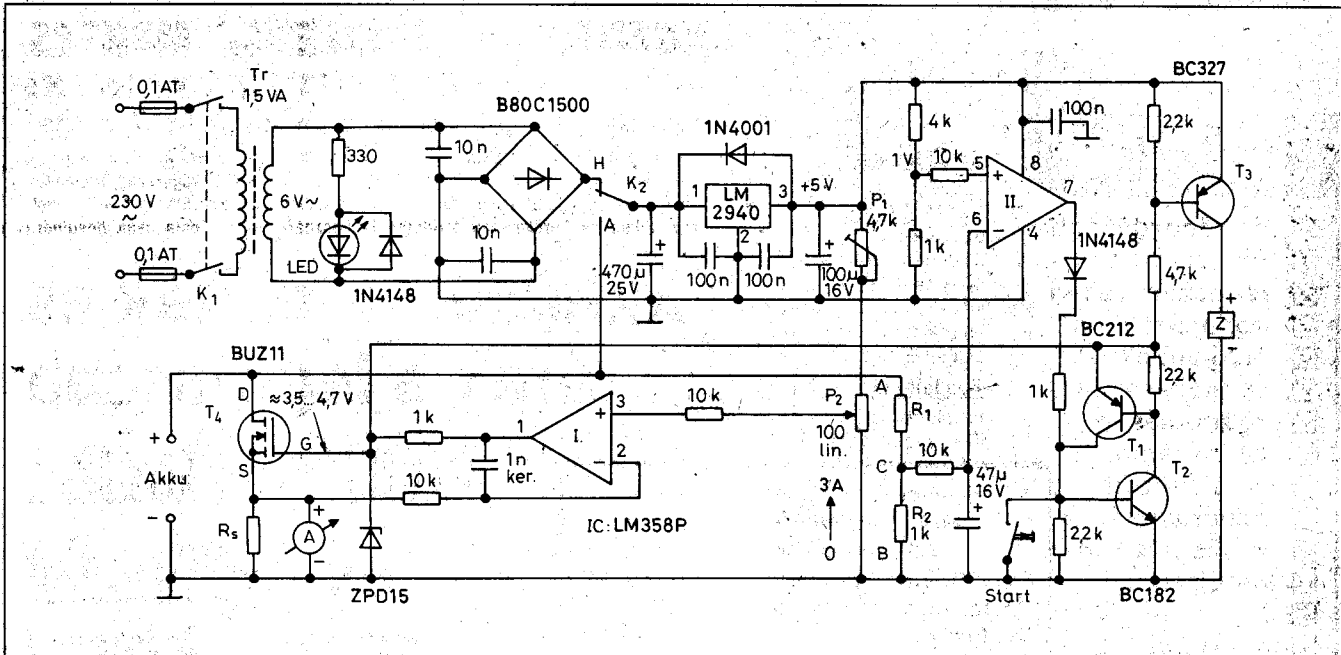
A kisütés történhet pl. egy izzólámpa rákapcsolásával úgy, hogy közben az akku feszültségét egy digitális voltmérővel figyeljük.

Ez azonban meglehetősen kényelmetlen módszer, nem beszélve az emberi figyelmetlenségből adódó esetleges túlzott kisütésről. Ilyenkor egyes cellák át-polarizálódhatnak, amelynek helyrehozása – ha sikerül – többszöri

normáltöltést/kisütést követel. Az unalmas és nem megbízható figyelő feladatot célszerű egy automatikára bízni, amely ezt a munkát tökéletesen ellátja, mentesítve alkalmazóját az előbbi kellemetlenségektől.

## A készülék jellemzői

Az ismertetésre kerülő készülék alkalmas 1...12 cellából álló akkusor 1 V/cella feszültségre való kisütésére,



1. ábra. A kisütő készülék kapcsolási rajza



a 9 és a 11 cellából álló köteg kivételével. A kisütési végfeszültség eléréskor a kisütés automatikusan leáll, amelyről a készülék hangjelzéssel figyelmeztet. A kisütő áramerősség értéke 0...3 A között folyamatosan beállítható. A beállított érték, amelyet egy analóg műszer jelez, a kisütési folyamatban állandó nagyságú. Működtethetjük a 230 V-os hálózatról, vagy átkapcsolással a kisütés alatt álló akkumulátor is, ha a cellák száma 6-nál nem kevesebb.

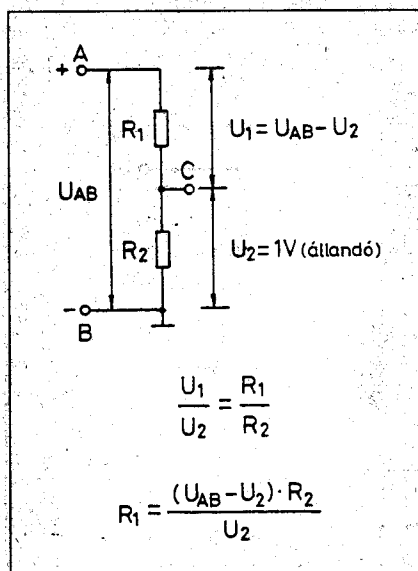
A készülék teljes áramfelvétele 70 mA; míg a kisütés alatt, amikor a relé és a zümmer nem működik, az áramfelvétel 20 mA.

## Működés

A kapcsolási rajz az 1. ábrán látható. A készülék hat fő részből áll, ezek működését alább részletezem:

### A tápegység

A tápellátás – mint már említettem – mind a 230 V-os hálózatról, mind a kisütendő akkumulátorokról történhet. Transzformátornak felhasználhatunk egy csengőreduktort, vagy egy használaton kívüli dugaszoló adapter kisméretű transzformátorát, esetleg magunk is elkészíthetjük, ha a transzformátorok készítésében kellő jártasságunk van. A legbiztonságosabb megoldás, ha vásárolunk egy kész, 6...9 V-os szekunder feszültségű, műanyagházban lévő, műgyantával kiöntött, 1,5 VA-es kis-



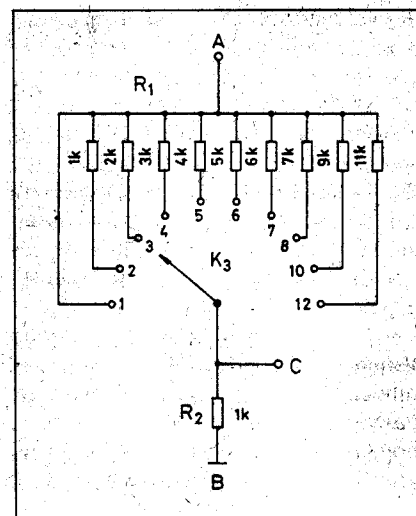
2. ábra. Az osztó ellenállások kiszámítása

transzformátort. Az egyenirányítást Graetz-híddal végezzük, a kapott feszültséget az LM2940CT típusú (5 V/1 A, TO-220 tokozású) IC-vel 5 V-ra stabilizáljuk. A K<sub>2</sub> kapcsoló segítségével lehetőség nyílik arra, hogy készülékünket ott is alkalmazhassuk, ahol nem áll rendelkezésünkre a 230 V-os hálózat (pl. terepen, egy modellversenyen). Átkapcsolva a K<sub>2</sub>-t a hálózati állásról a kisütésre váró akkumulátor pozitív csatlakozójára (H/A jelzés), a tápellátás az akkumulátorról történik. Ebben az esetben a köteg nem állhat 6-nál kevesebb cellából! Az előbb említett stabilizátor IC ún. „low-drop”, kis feszültségű típus, melynél a be- és a kimeneti feszültség különbsége akár 1 V is lehet. Ha nincs szükségünk az előbbi lehetőségre, akkor ne építsük be a K<sub>2</sub>-es kapcsolót, valamint stabilizátornak használjuk az olcsóbb 7805-ös IC-t! Ebben az esetben a transzformátor szekunder tekercse 7...9 V-os legyen. (Az IC védődiódája a panel forrasztási oldalán van elhelyezve.)

### A kisütő egység

Az akku kisütése a T<sub>4</sub> BUZ11 típusú, n-csatornás teljesítmény-FET-en keresztül történik. Ezen, mint fogyasztón az akku energiája hővé alakul, amelyet el kell vezetni. Ezért a FET-et hűtőbordára kell szerelni. A mintakészülékben alkalmazott hűtőborda mérete 120 × 55 × 15 mm. A jó hőátadás érdekében a tranzisztor hátlapját a felerősítés előtt vékonyan kenjük be szilikonnal vagy savmentes vazelin!

A T<sub>4</sub> vezérlését az LM358 IC I. műveleti erősítője végzi. Ennek neminvertáló bemenetére (3. láb) csatlakoztatjuk a P<sub>1</sub> és P<sub>2</sub> potencióméterekkel az 5 V-ból leosztott feszültséget, amelynek nagysága a P<sub>2</sub> 100 Ω-os, lineáris, tengelyes potméterrel változtatható. A kismértékű változást az IC felerősíti, és ezzel a jellel vezéreljük a FET-et a gate elektródján keresztül. A nagyobb pozitív feszültség nagyobb mértékben nyitja a FET-et, így ennek megfelelően nagyobb lesz a kisütő áram. A FET source elektródja és a test közé kötjük be a mérőműszer R<sub>s</sub> söntellenállását. Az ezen létrejövő feszültségesség egyrészt működteti a mérőműszert, másrészt ezt visszavezetjük az IC invertáló bemenetére (2. láb). Ha valami folytán megváltozna a kisütő áram erőssége, akkor az R<sub>s</sub>-en a feszültségesség nagysága is megváltozik, ez befolyásolja az IC ki-



3. ábra. A K<sub>3</sub> fokozatkapcsoló és az R<sub>1</sub>–R<sub>2</sub> osztó ellenállások összekapcsolása

meneti feszültségét, azaz a FET gatefeszültségét, biztosítva az áramgenerátoros jelleget. Így a beállított áramerősség a kisütés folyamán állandó nagyságú marad.

A kisütő áramerősséget 3 A-ra kell maximálnunk: Állítsuk a P<sub>1</sub> 4,7 kΩ-os trimmert kb. középpállításba, kapcsoljuk az akkumulátortelepet polaritáshelyesen a bemeneti hüvelyekre, a P<sub>2</sub> potméterrel növeljük a kisütő áramot. A P<sub>1</sub>-et állítsuk olyan helyzetbe, hogy a P<sub>2</sub> teljesen felcsavart állásánál a kisütő áram értéke 3 A legyen! 3 A-nél nagyobb kisütő áramra nincs szükségünk – bár beállításra ugyan lehetséges volna – mivel a lemerült akkumulátor akarjuk kisütetni 1 V/cella értékre. Ehhez az akkumulátor kémelése szempontjából elegendő az 1...1,5 A-es, legfeljebb 2 A-es áramerősség.

A T<sub>1</sub>–T<sub>2</sub>-vel felépített bistabil áramkör a bekapcsoláskor a FET gate elektródját a T<sub>2</sub>-n keresztül a testre zárja, így tiltja a FET vezetését. A START-gomb megnyomásakor a bistabil kimenete magas szintre billen, megindulhat a kisütés.

### A figyelő automatika

A kisütés alatt álló akku feszültségét az LM358-as IC II. erősítője komparátorként figyeli. A neminvertáló bemenetére (5. láb) csatlakozunk a stabil 5 V-ból leosztott referencifeszültséget, mely az osztóarányból következően 1 V. (A 4 kΩ és az 1 kΩ-os ellenállások 0,6 W-os, 1%-os fémréteg típusúak.) Az invertáló bemenetre (6. láb) pedig az R<sub>1</sub>–

$R_2$ -vel leosztott akkufeszültség csatlakozik. Amíg ez a feszültség 1 V-nál nagyobb, addig a komparátor kimenete (7. láb) alacsony szintű marad. Ha ez a leosztott feszültség 1 V alá csökken, akkor a kimenet magas szintre vált, a  $T_1$ - $T_2$ -vel felépített bistabil áramkör kimenetét visszabillenti alacsony szintre, mely tiltja a FET vezetését, így a kisütés megszakad. Az akku feszültségét ( $U_{AB}$ ) leosztó  $R_1$ - $R_2$  ellenállások értékeit úgy kell megválasztani, hogy a kisütési végfeszültség ( $U_2$ ) az  $R_2$  ellenálláson minden esetben 1 V legyen (C pont).

Isméretes, hogy a sorba kapcsolt ellenállásokon a rákapcsolt feszültség ellenállásaik arányában oszlik szét (ld. 2. ábra), így egy adott  $R_2$  értékhez a szükséges  $R_1$  értékek az összefüggés alapján kiszámíthatók, ha esetleg más értékeket akarunk alkalmazni, mint ami a 3. ábrán látható, vagy más cellaszámokat akarunk beállítani. Az  $U_{AB}$  érték a számításnál a köteg kisütési végfeszültsége; pl. 6 cellánál 6 V, 7 cellánál 7 V és így tovább.

Az  $R_1$  értékeket azonos, 1 k $\Omega$ -os (az utolsó kettő 2 k $\Omega$ -os) ellenállások sorba kapcsolásával is megoldhatnánk, azonban ilyenkor a százalékos eltéréstől adódó hibák is összegeződnek. Ezért inkább a 3. ábra szerinti megoldást választottuk. Ezek az ellenállások is 0,6 W-os, 1%-os fémréteg ellenállások legyenek!

Az egyes cellaszámokhoz tartozó  $R_1$  értékeket egy  $1 \times 12$  állású, zárt műanyagházas, LORLIN-típusú, nyákba forrasztható fokozatkapcsolóval állítjuk be, melynél csak 10 állást használunk fel. Az IC tápját hidegítő 100 nF-os kondenzátort a nyomtatási oldalon,

az IC 8. és 4. kivezetése közé forrasztjuk.

### A hangjelzés

A  $T_1$ - $T_2$ -vel kialakított bistabil kimenetéről vezéreljük a  $T_3$  BC327-es tranzisztort. Ennek kollektorkörébe iktatjuk (polaritáshelyesen) a Z zümmert. Ha a bistabil kimenete L szintű, akkor a  $T_3$  kinyit és rákapcsolja a pozitív tápot a zümmerre, mely az adott állapotot hangadással jelzi.

A készülék bekapcsolása után a komparátor kimenete magas szintű, mivel az invertáló bemenetén nincs feszültség. Ez a bistabil kimenetét alacsony szintre váltja. Az akkuk rákapcsolásakor az IC kimenete ugyan visszaáll L szintre, de ez nem változtatja meg a bistabil állapotát, így mindaddig van hangjelzés, amíg a START-gombot meg nem nyomjuk. Ekkor a bistabil kimenete H szintre vált, így a  $T_3$  bázisa pozitív potenciálra kerül, lezár, megszűnik a hangjelzés.

Amikor az LM358-as IC 7. lába H szintre billen, azaz az akkuk kisütése befejeződött, a bistabil kimenete ismét alacsony szintű lesz, így a  $T_3$  ismét vezet, a zümmer működik. A hangadás addig tart, amíg a készüléket ki nem kapcsoljuk. Az alkalmazott zümmer a CONRAD-nál beszerezhető, cikkszám: 75 18 98.

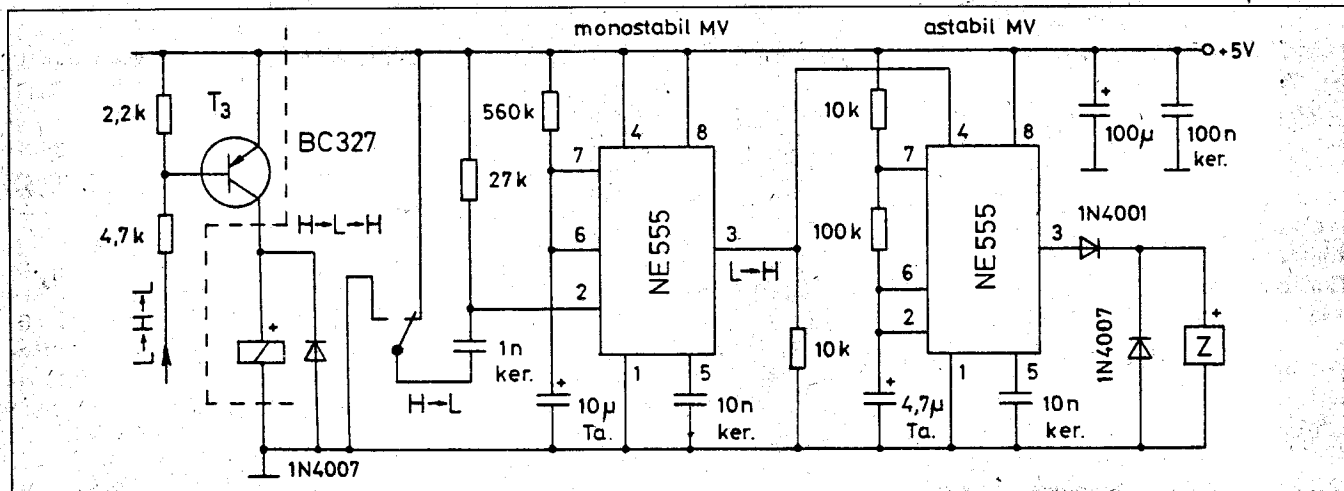
Ismerőseim közül néhányan utánépítették a készüléket. Véleményük szerint zavaró a hosszú hangjelzés. Előfordulhat, hogy éppen nem vagyunk a készülék mellett, hogy kikapcsolhassuk, amikor az a kisütést befejezte. A zümmer a hosszú ideig tartó működés következtében meg is hibá-

sodhat, általában a rezgőnyelvre ragasztott kis mágnes elválk a lemeztől.

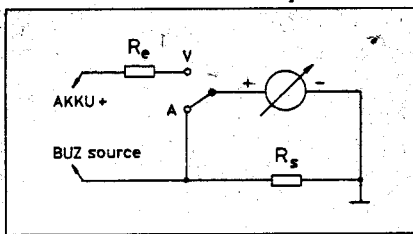
Az előbb vázolt problémák megoldására a hangjelzéshez külön panelen egy időzítőt készítettem. Kapcsolási rajza a 4. ábrán látható.

Az eredeti panelen a zümmer helyére egy váltóérintkezővel rendelkező, kisméretű jelfogót kapcsolunk. Így ezen a nyák-on nem kell változtatást csinálnunk. Az alkalmazott jelfogó OMRON G6E-134P 5VDC típusú. Más 5 V-os jelfogó is felhasználható, ha a szükséges nyomtatást áttervezjük. Felhasználhatjuk még a DIL-tokozású HF721-C0500-as jelű reed-jelfogót is. Sőt, ez a közel fele akkora áramfelvétele miatt még kedvezőbb is.

Amikor a  $T_3$  tranzistor vezet, a jelfogó meghúz, az érintkezői egy határozott H  $\rightarrow$  L átmenetű impulzust hoznak létre az első NE555-tel felépített monostabil MV indító bemenetén (2. láb). A jel érkezése után az adott időzítő elemekkel (560 k $\Omega$  és 10  $\mu$ F)  $\approx$ 6 másodperc időtartamig az IC kimenete (3. láb) magas szintű lesz. Ezt a kimenetet rákapcsoljuk a második NE555 törlőbemenetére (4. láb). Ez az IC astabil MV kapcsolásban működik. Ha a törlőbemenete pozitív potenciálra kerül, megindul az oszcilláció, kimenetén váltakozva kapjuk a jelet, mely működteti a zümmert. Az adott időzítő elemekkel (10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$  és 4,7  $\mu$ F) a 6 másodperces időtartam alatt 10 hangjelzést kapunk. Ha takarékosági megfontolásból meglegszünk a folyamatos hanggal, akkor a második 555-öst nem építjük be, a zümmert a védődiodákkal együtt az első 555-ös 3. lábára kötjük, az ott lévő 10 k $\Omega$ -os ellenállást eltávolítjuk.



4. ábra. A hangjelző kapcsolási rajza

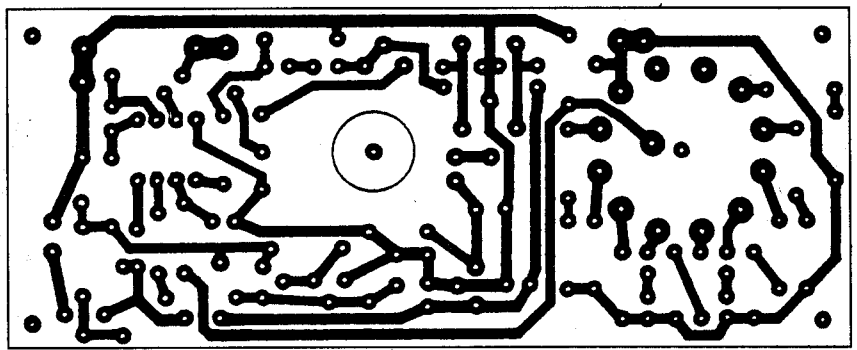


5. ábra. A mérőműszer V-A átkapcsolása

A hangrész paneljén az ellenállások 1/6 W-osak, két raszterre ültethető méretűek. Ha 1/4 W-osokat használunk, akkor azokat álló helyzetben építsük be!

### A mérőműszer

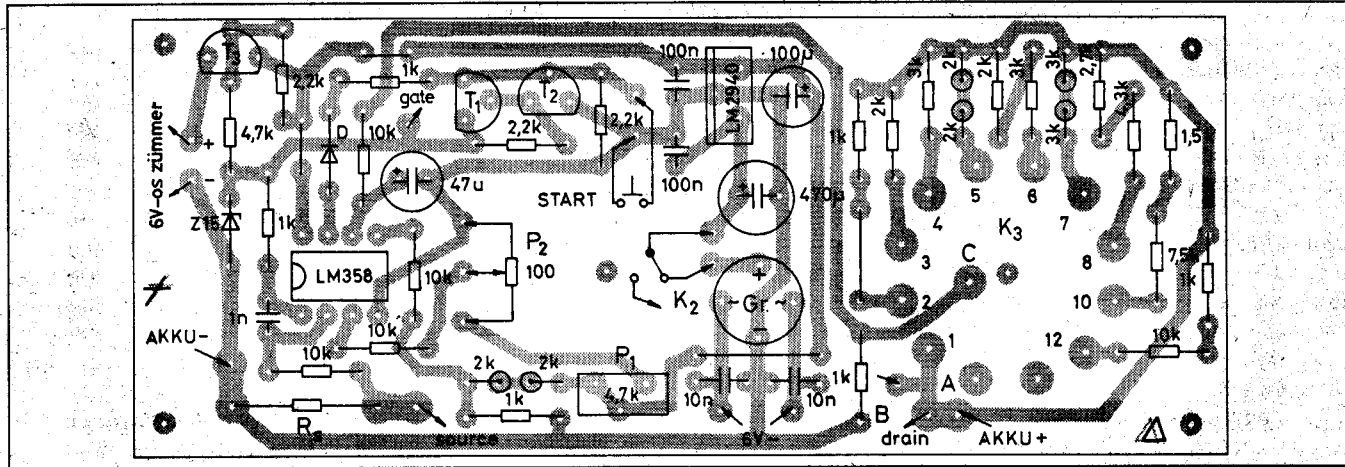
Annak érdekében, hogy a kisütő áramerősséget a készüléknél folyamatosan



6. ábra. Az elektronika nyomtatási rajza

- $R_m$  = a műszer belső ellenállása ( $\Omega$ )
- $I$  = a műszerrel mérendő maximális áram (A)
- $I_m$  = a mutató teljes kitéréséhez szükséges áram (A), a műszer érzékenysége

adódik. A kiszámított értékhez felhasználhatjuk a szabványos 0,1  $\Omega$  5 wattos huzallellenállást. Ennek toleranciája  $\pm 10\%$ , így lehet, hogy vásárláskor a számított értékhez közel azonosat sikerül beszereznünk. Esetleg ellenál-



7. ábra. Az alkatrészek elhelyezési rajza

be tudjuk állítani, szükségünk van egy kijelző műszerre, melyről az éppen beállított érték leolvasható.

A mintakészülékbe egy kis méretű, forgótekercesz alpműszert építettünk be. (A cikk írásakor a HAM-bazár kínálatában több féle, különböző érzékenységű ilyen Deprez-műszer is szerepelt!)

A műszer skáláját 3 A-es végkitérésre megrajzoljuk, a hozzá szükséges söntellenállás értékét kiszámítjuk. Gondolva a kevésbé jártas amatőrökre, gyakorlati segítségként, a sönt értékének kiszámításához az alábbi összefüggést megadjuk:

$$R_s = R_m \frac{I_m}{I - I_m}, \text{ ahol}$$

$R_s$  = a sönt ellenállása ( $\Omega$ )

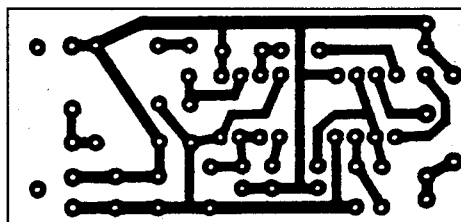
A számítási módot az előbb említett kivezérlésjelző műszerhez alkalmazva:

$$R_m \approx 650 \Omega$$

$$I_m = 500 \mu A = 0,0005 A$$

$$I = 3 A$$

$$R_s = 650 \cdot \frac{0,0005}{3 - 0,0005} = 0,108 \Omega$$



8. ábra. A hangjelző nyomtatási rajza

lášhuzalból tapasztalati úton is elkészíthetjük a söntöt, a terhelés figyelembe vételével. A maximális pontosság itt nem követelmény, nem labor pontosságú mérési eredményre van szükségünk.

Ha szeretnénk megfigyelni a kisütés alatt lévő akkuk feszültségváltozását is, akkor a kisütő áramerősség beállítása után a 5. ábra alapján egy átkapcsolóval az  $R_e$  előtét-ellenálláshoz kapcsoljuk az alpműszert. Ezt a lehetőséget a mintakészülékbe nem építettük be. Mivel max. 12 cellából álló akkusort akarunk kisütni, elegendő, ha műszerünket 15 V-os végkitérésre skálázuk. Az ehhez szükséges előtét-ellenállást az alábbiak szerint kiszámíthatjuk:

$$R_c = \frac{U}{I_m} - R_m, \text{ ahol}$$

$U$  = a mérendő max. feszültség (V)  
 $I_m$  = a mutató teljes kitéréséhez szükséges áram (A)  
 $R_m$  = a műszer belső ellenállása ( $\Omega$ )

Az összefüggést az előbbi műszerhez alkalmazva:

$$U = 15 \text{ V}$$

$$I_m = 500 \mu\text{A} = 0,0005 \text{ A}$$

$$R_m = 650 \Omega$$

$$R_e = \frac{15}{0,0005} - 650 = 29\,350 \Omega$$

Ezt az értéket összeállíthatjuk pl. egy 27 k $\Omega$ -os és egy 2,4 k $\Omega$ -os 1/4 W-os ellenállás sorba kapcsolásával. Itt sem törekszünk a laborszintű pontosságra.

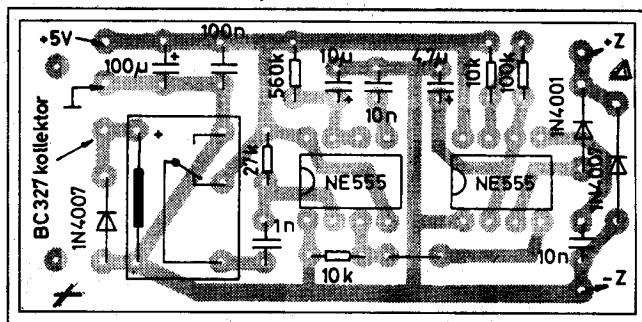
Az analóg műszer helyett alkalmazhatunk digitális kijelzést is. Ez ugyan modernebb, a mért érték könnyebben leolvasható, beszerezhető hozzá a 0,1% pontosságú  $R_e$  és  $R_s$  ellenállások, de kissé költségesebb megoldás a hátránya, hogy külön tápegységet igényel. (Ilyen digitális panelműszer szintén kapható a HAM-bazárban.)

## Mechanikai felépítés

Az kisütő-elektronika panel nyomtatási rajza a 6. ábrán, az alkatrészek elhelyezése a 7. ábrán látható. A hangjelzés-elektronika nyomtatási rajzát a 8. ábra, a beültetést a 9. ábra mutatja. Ezek a nyomtatott áramkörök egyoldalon fóliázott nyák-lapokon készültek.

A doboz 160 × 100 × 70 mm méretű, lapjai bakelit lemezből készültek, melyeket alumíniumból lévő, 15 mm-es L-idomok kapcsolnak egymáshoz. A rögzítést a bontható részekenél M3-as szegccselhető anyával és süllyesztett

9. ábra. A hangjelző alkatrészeinek elhelyezése



fejú csavarral, a nem bontható részekenél  $\varnothing 2 \times 7$  mm-es csőszegecsel oldottuk meg. Az alaplap, valamint az előlap és a hátlap 4 mm-es, az oldallapok és a fedőlap 2 mm-es lemezből vannak. A doboz kívülről nitrolakkal metálbarna színre van festve.

Az alaplapra helyeztük a kisméretű hálózati transzformátort, a FET hűtőbordáját, az alaplaptól távtartókkal 10 mm-rel megemelve, továbbá a hangkeltő rész elektronikáját és a zümmert, illetve a műszerhez szükséges söntöt. Az alaplapot a hűtőborda környezetében  $\varnothing 8$ -as lyukakkal perforáltuk, valamint a fedőlapon is készítettünk szellőzőlyukakat a fotón látható módon. A hátlapon van a hálózati csatlakozó ún. borotva-aljzata és a hálózati kapcsoló. A hátlapon is – két sorban –  $\varnothing 8$ -as szellőző lyukakat fúrunk. (A szerk. megjegyzése: A vonatkozó érintésvédelmi szabvány szerint ilyen nagy átmérőjű szellőzőnyílásokkal nem szabad ellátni egy hálózatról üzemelő „közszükségleti” készüléket, mert az „műujjal átjárható” –, mint azt a szabvány bikkfanyelve mondja. Ezen kívül, egy terepen is használandó berendezésbe így könnyen bejuthatnak kisebb kavicok és más egyéb nemkívánatos dolgok. Mivel a megfelelő hűtés miatt

tényleg szükség van a nagyobb szellőző felületre, a nagy méretű furatok mögé célszerű beragasztani műanyag szítát, pl. szúnyoghálót. Ez esetben eleget teszünk mindenféle követelménynek.)

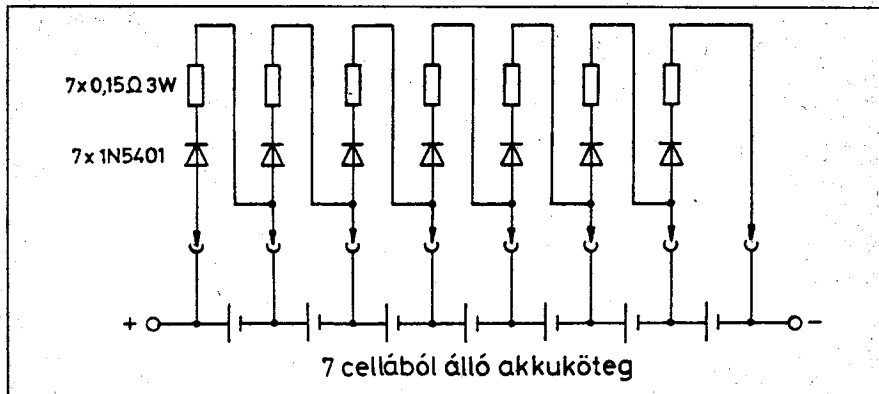
Az előlaphoz van erősítve 25 mm hosszúságú távtartókkal az elektronika panelja. Itt helyezkedik el a mérőműszer, a START nyomógomb, valamint itt találjuk a piros és fekete színű bemeneti hüvelyeket is. Ide építjük be – ha szükséges – a hálózat/akkut (H/A jelű) átkapcsolót is. Beépítettünk az előlapra egy 3 mm átmérőjű, piros színű LED-et is, mely a transzformátor bekapcsolt állapotát jelzi. A LED-et egy 330  $\Omega$ -os ellenállással sorba kapcsolva közvetlenül a transzformátor szekunder tekercsére kötjük. Szemünk úgy sem tudja érzékelni a hálózati frekvenciából adódó villódzást. Ha 6 V-nál nagyobb feszültségű a szekunder tekercs, akkor növeljük meg a korlátozó ellenállás értékét a szükségesnek megfelelően.

Az előlap takarólemeze 0,8 mm-es alumíniumlemezből készült, világos drapp színű nitrofestéssel fújtam le. A feliratozás fekete tusintával készült, csőtoll és sablon segítségével. A szárítás után a feliratozást szintelen nitróval rögzítjük.

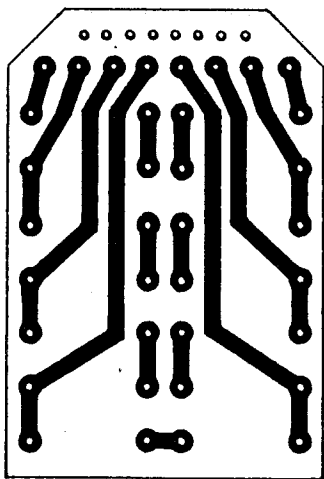
Az egyes egységek elhelyezését és a készülék megjelenési formáját a fotókon megfigyelhetjük.

## A kisütő működtetése

Az ÁRAM jelű potmétert alaphelyzetbe, a CELLA feliratú fokozatkapcsolót a cellaszámnak megfelelő helyzetbe állítjuk. Bekapcsoljuk a hálózati kapcsolóval a készüléket. Ekkor az időzítés időtartama alatt szaggatott hangjelzést kapunk. A hangjelzés után csatlakoztatjuk az akkut a bemeneti hüvelyekhez. Megnyomjuk a START-gombot, ezzel a kisütés megindul. Az ÁRAM jelű potméterrel beállítjuk a kívánt kisütőáram értékét. Ha beépítettük a mű-



10. ábra. A cellaszintű kisütő kapcsolási rajza



11. ábra. A cellaszintű kisütő nyomtatási rajza

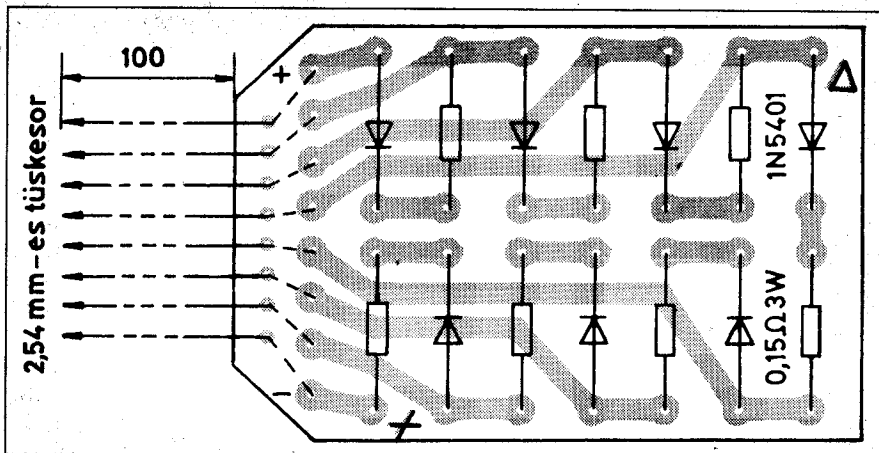
szerhez a kapcsolót és az  $R_e$  ellenállást, akkor átkapcsolhatunk a feszültség mérésére. A kisütés végén, amikor a cellaszámnak megfelelő 1 V/cella feszültséget elértük, az automatika a kisütést beszünteti, amelyről szaggatott hangjelzéssel figyelmeztet. Ezután eltávolíthatjuk az akkut, és a készüléket ki kapcsoljuk.

Megépíthetjük a készüléket önálló egységként, vagy ha éppen most kezdünk egy új töltő építéséhez, érdemes a kisütőt vele egy dobozban elhelyezni.

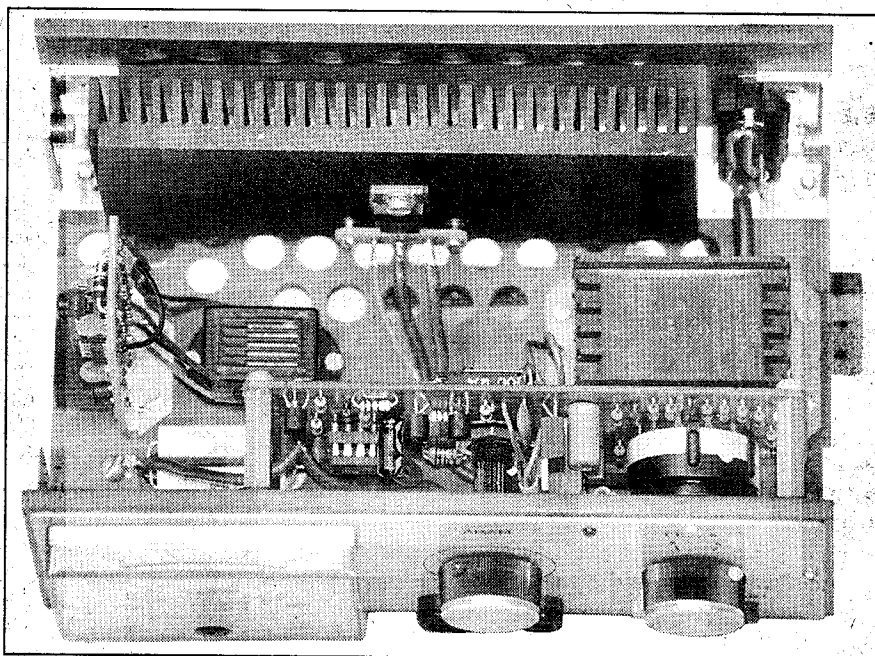
Az építéshez sok sikert és örömet kívánok!

### Kiegészítés modellezőknek

A készüléknél nem megoldott a cellaszintű kisütés. Az 1 V/cella kisütési végfeszültség az akkukötegre nézve átlagos érték. Előfordulhat, hogy a kötegben lesznek olyan cellák, melyek 1 V alá, mások 1 V fölötti értékre sül-



12. ábra. A cellaszintű kisütő alkatrészeinek elhelyezése



2. fotó. Az egységek belső elhelyezése

nek ki. (Idővel az azonos kapacitására válogatott celláknál is különbözőség mutatkozik.) Töltésnél az előbbiek később, az utóbbiak hamarabb elérik a töltöttségi állapotot. Ez az általános célra való felhasználásnál nem okoz különösebb gondot. Más a helyzet a modellező sportban. Vannak pl. a hajómodellezésben olyan versenykategóriák, melyekben az akkuknak 5 percig maximális teljesítményt kell nyújtaniuk úgy, hogy a futam végére legfeljebb annyi energia maradjon bennük, hogy a hajó a stéghez ki tudjon úszni. A gyakorlott modellezők ezt a motor megválasztásával, a hajócsavar méretével, emelkedési szögével stb. kellően összehangolják. Azonban ehhez még az is szükséges, hogy az egyes cellák a

töltéshez azonos szintről induljanak. Ezért a készülékkel való kisütés után a 10. ábrán lévő kapcsolás szerint elvégezzük a cellaszintű kisütést is. Az egyes cellák kivezetéseit egy diózával és a vele sorba kötött korlátozó ellenállással összekapcsoljuk. A kisütés folyamán, ha a cella feszültsége a dióda nyitóirányú küszöbfeszültsége alá csökken, akkor megszűnik a kisütés. Ez 0,6...0,7 V között következik be. Ezzel az eljárással a köteg egyes cellái megközelítően azonos szintre merülnek le.

A 11. ábrán láthatjuk az egység nyomtatási rajzát, a 12. ábrán pedig a diódák és az ellenállások elhelyezését. A panel 7 cellához van előkészítve, értelemszerűen a számuk bővíthető vagy esetleg csökkenthető. A nyák-on a megjelölt helyeken  $\varnothing 1,5$  mm-es fúróval kifúrjuk a 8 db kis furatot, a hajlékony szigetelt vezetékét beforrasztjuk, majd a furatokon átbújtatjuk. A vezeték másik végeit egy tűskesorhoz forrasztjuk. Az akkuköteg összeállításakor vagy a kész sornál utólag elkészítjük a 10. ábrának megfelelően a vezetékezés, amelynek a végére ráforrasztjuk a tűskesor aljzatát. A csatlakozókat (aljzat és dugó) azonos oldalukon, a fordított összedugás elkerülése céljából pl. színnel megjelöljük. A kisütés befejezését tapintással ellenőrizzük. Ha már egyik dióda és ellenállás sem langyos, a kisütést befejezettnek tekinthetjük.

# Rádiócső kódjelek

A Tungram elektroncsöveknél a típuszám mellett mindig található egy betűkből–számokból álló rövid jelzés, ami a gyártási évre és hónapra utal. A táblázatból megállapíthatjuk bármilyen Tungram csőről, hogy azt mikor gyártották. 1971 júliustól a kaposvári gyárban készült csövek kódjele alatt egy O is van.

Év	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December
1940	en	mn	hn	nn	on	xn	tn	yn	kn	in	gn	zn
1941	ee	me	he	ne	oe	xe	te	ye	ke	ie	ge	ze
1942	em	mm	hm	nm	om	xm	tm	ym	km	im	gm	zm
1943	eh	mh	hh	nh	oh	xh	th	yh	kh	ih	gh	zh
1944	ed	md	hd	nd	od	xd	td	yd	kd	ld	gd	zd
1945	eo	mo	ho	no	oo	xo	to	yo	ko	lo	go	zo
1946	et	mt	ht	nt	ot	xt	tt	yt	kt	it	gt	zt
1947	ey	my	hy	ny	oy	xy	ty	yy	ky	iy	gy	zy
1948	ex	mx	hx	nx	ox	xx	tx	yx	kx	lx	gx	zx
1949	ek	mk	hk	nk	ok	xk	tk	yk	kk	lk	gk	zk
1950	ea	ma	ha	na	oa	xa	ta	ya	ka	la	ga	za
1951	eb	mb	hb	nb	ob	xb	tb	yb	kb	lb	gb	zb
1952	ec	mc	hc	nc	oc	xc	tc	yc	kc	ic	gc	zc
1953	ed	md	hd	nd	od	xd	td	yd	kd	ld	gd	zd
1954	ee	me	kx	ha	xy	ga	kz	zt	hr	tz	ne	ud
1955	z8 et	g8 mt	i8 hk	k8 ny	y8 dh	t8 hh	x8 ho	o8 yh	n8 kh	h8 tm	m8 ti	e8 tk
1956	e9	m9	h9	n9	o9	x9	t9	y9	k9	l9	g9	z9
1957	E1	M1	H1	N1	O1	X1	T1	Y1	K1	L1	G1	Z1
1958	e2	m2	h2	n2	o2	x2	t2	y2	k2	l2	g2	z2
1959	E5	M5	H5	N5	O5	X5	T5	Y5	R5	L5	G5	Z5
1960	E6	M6	H6	N6	O6	X6	T6	Y6	R6	L6	G6	Z6
1961	E7	M7	H7	N7	O7	X7	T7	Y7	R7	L7	G7	Z7
1962	E8	M8	H8	N8	O8	X8	T8	Y8	R8	L8	G8	Z8
1963	E9	M9	H9	N9	O9	X9	T9	Y9	R9	L9	G9	Z9
1964	E1	M1	H1	N1	O1	X1	T1	Y1	R1	L1	G1	Z1
1965	E2	M2	H2	N2	O2	X2	T2	Y2	R2	L2	G2	Z2
1966	E3	M3	H3	N3	O3	X3	T3	Y3	R3	L3	G3	Z3
1967	9T	ET	1T	7T	GT	3T	4T	HT	6T	2T	IT	8T
1968	2G	4G	RG	6G	YG	7G	9G	ZG	5G	XG	3G	1G
1969	8H	1H	6H	TH	4H	MH	2H	OH	3H	NH	5H	EH
1970	6I	XI	4I	MI	2I	YI	1I	NI	7I	RI	9I	ZI
1971	X8	98	Z8	28	R8	58	M8	38	Y8	48	E8	68
1972	4N	ZN	ON	YN	7N	HN	2N	EN	6N	RN	3N	XN
1973	5M	TM	8M	EM	3M	RM	6M	XM	4M	IM	2M	OM
1974	37	E7	67	O7	47	X7	87	R7	27	Z7	57	17
1975	Z9	59	X9	39	E9	29	I9	49	H9	89	G9	T9
1976	1Y	NY	RY	7Y	TY	MY	XY	IY	3Y	HY	8Y	GY
1977	M5	65	G5	85	R5	15	O5	T5	75	X5	45	H5
1978	DC	7C	YC	4C	KC	8C	FC	1C	RC	9C	MC	5C
1979	Y4	84	54	F4	94	D4	74	H4	G4	34	N4	T4
1980	8Z	XZ	4Z	MZ	2Z	YZ	1Z	NZ	6Z	RZ	9Z	HZ
1981	E6	36	B6	56	M6	46	Z6	26	T6	76	O6	86
1982	2W	GW	SW	YW	8W	DW	4W	EW	9W	ZW	3W	HW
1983	NS	7S	DS	3S	YS	9S	TS	2S	RS	8S	CS	4S
1984	2T	BT	6T	AT	8T	CT	3T	ZT	4T	KT	5T	RT
1985	S1	SK	S3	ST	S5	SZ	S4	SU	S8	SY	S7	SL
1986	I6	IX	I4	IM	I2	IY	IJ	IN	I7	IR	I9	IZ

Mészáros Sándor



# bevezető kapcsolások

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

*Ez évi kapcsolástechnikai összeállítá-sunkban is igyekeztünk sok ötletet, ta-nácsot és tippet adó áramköri megol-dásokat ismertetni.*

*Elsősorban a gyors megvalósítást kedvelőknek ajánlhatók utánépítésre az itt ismertetésre kerülő kapcsolások. Ezek zöméhez nyomtatott áramköri- és alkatrész-beültetési rajzot is megad-tunk.*

*A témák gyakorlati szinten, elméleti fejtegetések nélkül kerülnek ismertetés-re.*

## Motorvezérlő áramkörök

A járműmodellek (hajó, vonat stb.) vil-lamos motorjait és egyéb más villamos motorokat (pl. antennaforgatók stb.) vezérlő-áramkörökkel működtethet-jük. Ezen villamos motorok fordulats-zámának és forgási irányának a helyi, illetve távvezérlését kell megoldanunk.

A modellek többségében állandó mágnesű (permanens) motorokat alkal-maznak. Esetenként főáramkörű (soros álló- és forgórész-kapcsolású) motorok is használatosak. Az alábbiakban ezen motorok alapvető vezérlési lehetősége-it mutatjuk be. Tesszük ezt azért, hogy a két összetett funkciójú nyáklappal el-látott, gyakorlati kapcsolási megoldás működését könnyebben megérthessük és további ötleteket adjunk az áramkö-rök továbbfejlesztéséhez.

## Forgásirány (előre-, ill. hátramenet) változtatás

Egy állandómágnesű elektromotor for-gási iránya polaritáscserével (kétveze-tékes mozgásirányváltás), vagyis a táp-vezeték megcserélésével egyszerűen megváltoztatható. A polaritáscserét az alábbi módokon válthatjuk ki:

Két váltóérintkezővel rendelkező jelfogó alkalmazásával (1.a és 1.b áb-ra). Mindkét esetben a jelfogó gerjesz-tésekor, vagyis az  $U_v$  vezérlőfeszültség

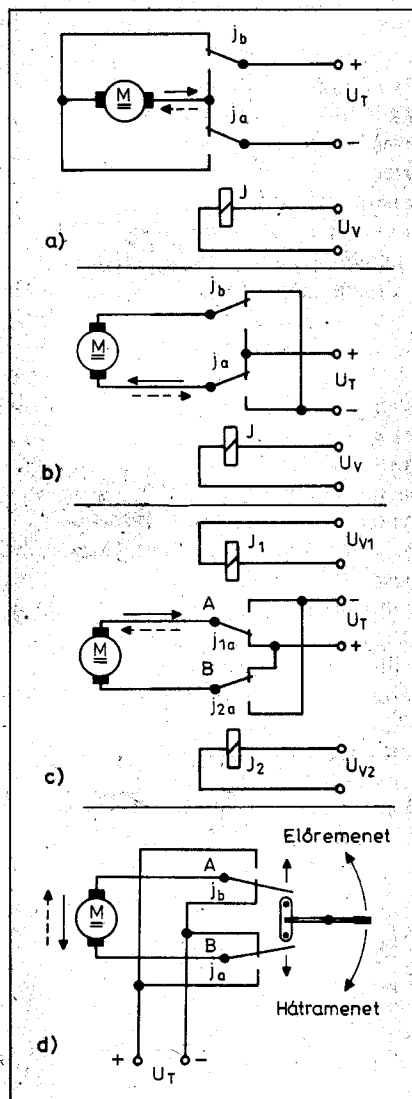
bekapcsolásakor a motor forgásirányá-nak megváltoztatását, vagyis ellentétes menetirányt érhetünk el. Hátránya e megoldásnak, hogy az átkapcsolások, vagyis a forgásirányváltások teljes ter-helés mellett, brutálisan történnek, s ez a nagyobb teljesítményű motorok ese-tében a jelfogó-érintkezők gyors tönk-remeneteléhez vezethet.

A polaritáscsere történhet két ve-zérlő jelfogó alkalmazásával is (1.c áb-ra). Itt, az ábrán látható felső jelfogó gerjesztése adja az előremenetet, az al-só jelfogó pedig a hátramenetet. Ha mindkét jelfogó gerjesztetlen, a motor kapcsai rövidre vannak zárva a jelfo-gók érintkezőin keresztül. Ennek ered-ményeként a motor igen gyorsan, fé-kezte áll le. A jelfogók váltva történő gerjesztése esetén a forgásirány-váltás ezért itt nem brutálisan történik. A gond az, hogy e megoldás két külön vezérlőcsatorna és két jelfogó meglétét teszi szükségessé.

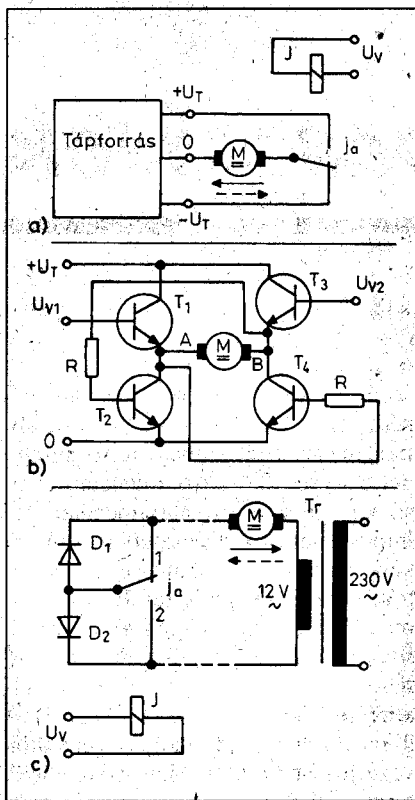
A forgásirány-váltás az 1.d ábrán láthatóan megoldható kézi vezérléssel, vagyis egyszerű szervóval is. Itt a két váltóérintkezőt (lásd. 1.c ábrát is!) nem az egyes jelfogók horgonya működteti, hanem egy kézzel mozgatható váltó-kar, mellyel az előre, ill. hátramenetet válthatjuk. A kar alaphelyzetbe állítá-sakor a motor tápkapcsai rövidre zá-ródnak, így a motor fékezte áll le. A kar egyik-, ill. másik irányba mozgató-sával válthatjuk a motor forgásirányát (előre- ill. hátramenetet). Ez az egysze-rű, kézzel működtethető vezérlőkar nemcsak a motor forgásirányváltására, hanem sebesség-szabályozásra is alkalmas pl. egy hajómodell esetében, ha a váltókart szakaszosan mozgatjuk.

Az 1. ábrán látható kapcsolási meg-oldások tápfeszültség-ellátása pl. szá-razelemekről vagy Ni-Cd akkumuláto-rokról lehetséges.

A motor forgásirány-váltása történ-het kéttelepes táplálással is, mely igen egyszerű áramköri kialakítással oldha-tó meg (2.a ábra). Forgásirány-váltás-ra használhatunk tranzisztoros hídkap-csolást is (2.b ábra), ha az első vezérlőbemenetet pozitív potenciálra, a má-sodikat pedig negatív potenciálra kap-csoljuk, akkor  $T_1$  tranzisztor vezet és nyitja  $T_4$ -et. Most  $T_2$  és  $T_3$  lezár álla-potban van. A motor A bemeneti kap-csa pozitív, a B bemeneti kapcsa pedig



1. ábra



2. ábra

közel nulla potenciálon van. Ha a fentiekben leírt módon a második vezérlőbemenetet aktiváljuk, a motor forgásiránya az előzővel ellentétes lesz. Szilícium tranzisztorok alkalmazásakor, azok kollektora és emittora között közel 1 V feszültség esik. Ez az érték alacsony tápfeszültség esetében nem hanyagolható el.

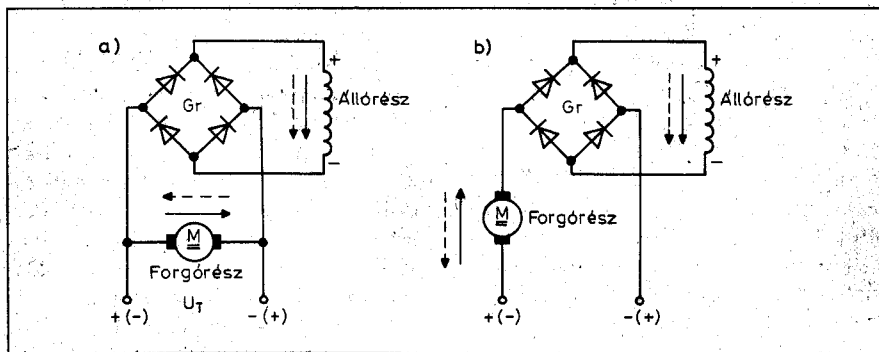
A 2.c ábrán az állandómágnesű motor félhullámú tápellátásának „megfordításával” érjük el, a motor forgásirányának megváltoztatását. A diódák itt egyutas egyenirányítóként szerepelnek. A motor forgásiránya a jelfogó gerjesztésével változtatható meg. A jelfogó gerjesztett, illetve árammentes állapotában hol az egyik, hol a másik

diódán és a motoron folyik át az egyutasan egyenirányított áram, e módon váltva a motor forgásirányát. Forgásirány-váltásra a vezérlő jelfogó helyett egy középállású kapcsolót is használhatunk. A motorhoz mindössze két vezetékkel kell használnunk (lásd. szaggatott vonallal jelölt vezetékszakaszt!). Kisteljesítményű motorok esetében LED-eket is használhatunk, ezek most egyben egyutas egyenirányítóként és forgásirány-kijelzőként is szerepelnek. Példaként megemlítjük, hogy e megoldással egy diavetítő optikáját mozgató, „élesreállító motor” távvezérlő áramkörénél találkoztunk.

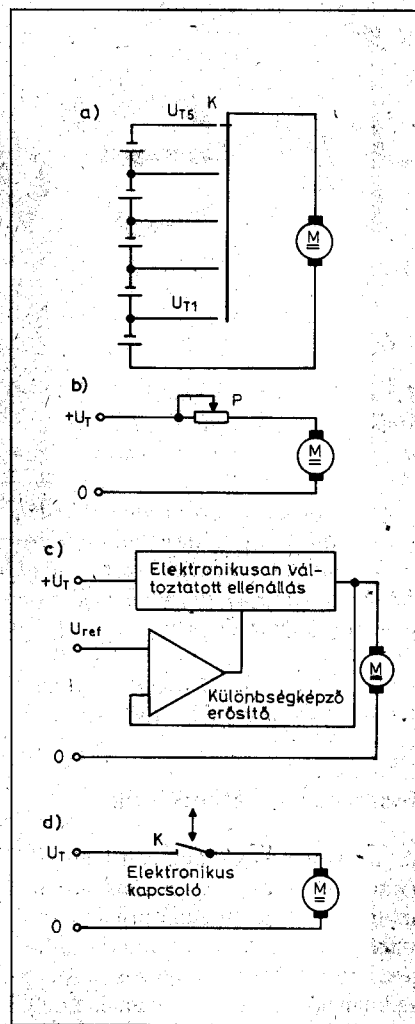
Az állandómágnesű modellmotorok forgásirány-váltására különféle egyéb hídkapcsolású áramkörti megoldások is ismeretesek. Vezérlőjelként impulzusokat vagy hangfrekvenciás feszültséget is alkalmazhatunk (lásd. RT 1971/7. szám 259–260. old. és RT 1986/2. szám 104–105. old.).

Köztudott, hogy a mellékáramkörű és a főáramkörű két kivezetéses (teker-cselt álló-, és forgórészű) egyenáramú motoroknál a tápfeszültség polaritáscseréjével nem változtatható azok forgásiránya. A permanens mágnesű motoroknál azok állórésze egy állandómágnes, így annak mágnes mezeje nem változik a tápfeszültség polaritáscseréjével, tehát csak a forgórészben „vált át” a mágnesmező.

A mellékáramkörű (párhuzamosan kapcsolt álló- és forgórész-tekercsű) és a főáramkörű (sorosan kapcsolt álló- és forgórész-tekercsű) motoroknál a permanensmágnes egy elektromágnes helyettesíti. Ezeknél a motoroknál a polaritáscsere esetén mindkét tekercs mágnesstere átvált, így a forgásirány nem változik meg. A megoldás egyszerű. Hogy az állórész mágnesmezője ne változzon meg a tápfeszültség polaritáscseréjekor, az állórész tekercset egy Graetz-hídon keresztül látjuk el tápfe-



3. ábra

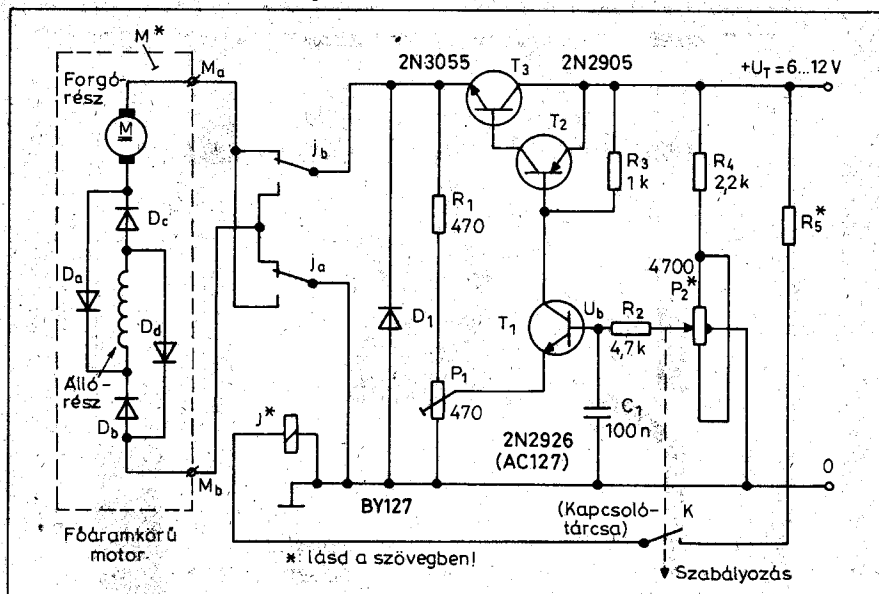


4. ábra

szültséggel. A 3.a ábrán láthatóan egy mellékáramkörű, a 3.b ábrán pedig egy főáramkörű (soros tekercselrendezésű, nagy indítónyomatékot képviselő) motor állórésztekercsére jutó gerjesztő feszültséget egy Graetz-egyenirányítóról biztosítjuk. A kapcsolásban a felhasznált diódáknak el kell viselniük a motor bekapcsolásakor létrejövő nagy áramlökések is! A diódák az azokkal párhuzamosan kapcsolt tranzien-s-elnymó kondenzátorokkal is védhetők.

#### Motorfordulatszám-vezérlés

Egy villamos motor fordulatszámának változtatásánál gondolhatunk, olyan megoldásra, hogy a motor tápfeszültségét (pl. a beiktatott telep-cellák számát) változtatjuk. A 4.a ábra szerinti fokozatkapcsolós megoldásnál arra kell vigyázni, hogy az átkapcsolás közben nem szabad két egymás után követ-



5. ábra

kezdő telep-cella kivezetésnek rövidre záródnia!

Hasonló eredmény érhető el, ha a villamos motorral egy potenciómétert kötünk sorba (4.b ábra). Hátrányként jelentkezik, hogy e megoldás nem veszi figyelembe a motor terhelésének a változásait. Ennek kiküszöbölésére szolgál a 4.c ábrán látható kapcsolás, soros (analóg-disszipatív) tápegység tömbvázlata. Az ilyen áramkörnél (a működési határon belül) a terhelés változása a kimeneti feszültségnek csak jelentéktelenül kicsi változását okozza. A kapcsolás hátránya az alacsony hatásfok. Kedvezőbb megoldás, ha a motort „szaggatottan” tápláljuk egy elektronikus kapcsolón keresztül (4.d ábra). A célból, hogy a minimális és a maximális fordulatszám között szabályozni tudjunk, elegendő a nyitott és a zárt állapot időtartamának arányát változtatni. A felhasznált kapcsolók többnyire teljesítménytranszisztorok. E módszer előnyeként jelentkezik, hogy a motort mindig teljes tápfeszültséggel tápláljuk, tehát az minden körülmények között megtartja a maximális nyomatékát. A kapcsolóttranszisztoron a disszipált teljesítmény minimális. Figyelembe veendő azonban, hogy a kapcsolóüzemű rendszereknél a ki- és bekapcsolás folytán villamos zaj keletkezik és ez – megfelelő elővigyázatossági intézkedések hiányában – kisugárzódhat, vagyis eljuthat más áramkörökbe is. Ezért a zavarzűrésről feltétlenül gondoskodnunk kell! E hátrány ellen-

re, az ilyen egységeknek előnyük, hogy azok könnyebbek, kisebbek, kevésbé melegednek és nagyobb hatásfokuk folytán nem túl költséges a használatuk. Ezek az előnyök persze csak a nagyobb teljesítményű villamos motorok esetében számottevők.

#### Elektromotor fordulatszám- és forgásirány vezérlő

Az 5. ábrán egy megépített, gyakorlati modellmotor fordulatszám- és forgásirány-vezérlő kapcsolást láthatunk. Ennek főáramköre megegyezik egy változtatható kimeneti feszültségű, soros tranzisztoros stabilizált tápegységkapcsolással. Itt a 2N3055 tranzisztor szolgál soros áteresztőelemként, vagyis változtatható ellenállásként. A T<sub>1</sub> tranzisztor bázisa változó, a szervomechanizmus által vezérelt középleágazásos potencióméter állásától függő potenciálon van. A T<sub>1</sub> tranzisztor emitterének potenciálja arányosan nő mindaddig, amíg a bázis-emitter feszültség le nem csökken a maradékfeszültségre. A T<sub>1</sub> ekkor lezár és megállítja a motorra jutó feszültség növekedését. A stabilizátor-kapcsolásnak köszönhetően a motorterhelés „normális” változása nem csökkenti annak feszültségét, így a motor megtartja teljesítményét. A középkivezetéses potencióméter azért kell, mert a megállást a szervomechanizmus nulla helyzete mellett, a maximális sebességet pedig annak valamelyik pályája végén akarjuk kapni. Így, ha a potencióméter csúszkája középál-

lásban áll, T<sub>1</sub> bázisa 0 V-on van, ha viszont bármelyik irányba is elforgatjuk a középpontra szimmetrikus helyzetek esetén, mindig ugyanazt a pozitív feszültséget kapjuk. A jelfogó pozitív feszültséget kapjuk. A jelfogó vezérlése, vagyis a motor forgásirány-váltása e potencióméter tengelye által működtetett kapcsolótárcsával (K kapcsoló az 5. ábrán, lásd később a 7.b és c ábrát is!) történik. Ha a potenciómétert a középhelyzetből egyik irányba elforgatjuk, a kapcsolótárcsa zár, a jelfogó meghúzás érintkezőin keresztül (3 A terhelhetőségű) megfordítja a motorra jutó egyenfeszültség polaritását. Ha a potencióméter tengelyét másik irányba forgatjuk el a jelfogó gerjesztetlen marad, így a motor forgásiránya nem változik meg. A forgásirány (előre- ill. hátramenet) átkapcsolása a motor árammentes állapotában történik, mivel ekkor a T<sub>1</sub> bázisa földpotenciálon van. A tranzisztorok védelmére (a brutális manőverek kivédésére) a kimenetre párhuzamosan kötöttünk egy diódát (D<sub>1</sub>) úgy, hogy a veszélyes ellentétes polaritású túlfeszültségek kialakulását megakadályozza. A T<sub>1</sub>-ként 2N2926 (vagy pl. BC170) tranzisztor használat esetén, annak bázisára +0,5 V-ot kell adni ahhoz, hogy a tranzisztor vezetni kezdjen. Ez a nullpont közelében egy kellemesen nagy tartományt ad, amikor a kimenet még nulla marad. Ez megkönnyíti az átkapcsolást. AC127 tranzisztor (U<sub>be</sub>=0,1 V) használata esetén ez a tartomány kisebb, de még elég ahhoz, hogy probléma nélkül lehessen átkapcsolni. A tartomány esetleges szélesítésére a tranzisztor emitterkörébe egy vagy több nyitóirányba beiktatott germániumdiódát használhatunk. Ha a vezérlőegységet 6...12 V tápfeszültségről kívánjuk működtetni, akkor 6 V-os jelfogót kell használnunk, megfelelő előtétellenállás (R<sub>5</sub>, min. 0,5 W) alkalmazásával. Amennyiben csak 12 V-os tápfeszültségről kívánjuk működtetni a kapcsolást, úgy ésszerűbb 12 V-os üzemfeszültségű jelfogót használni, mivel az áramfogyasztás így nem nő meg haszontalanul.

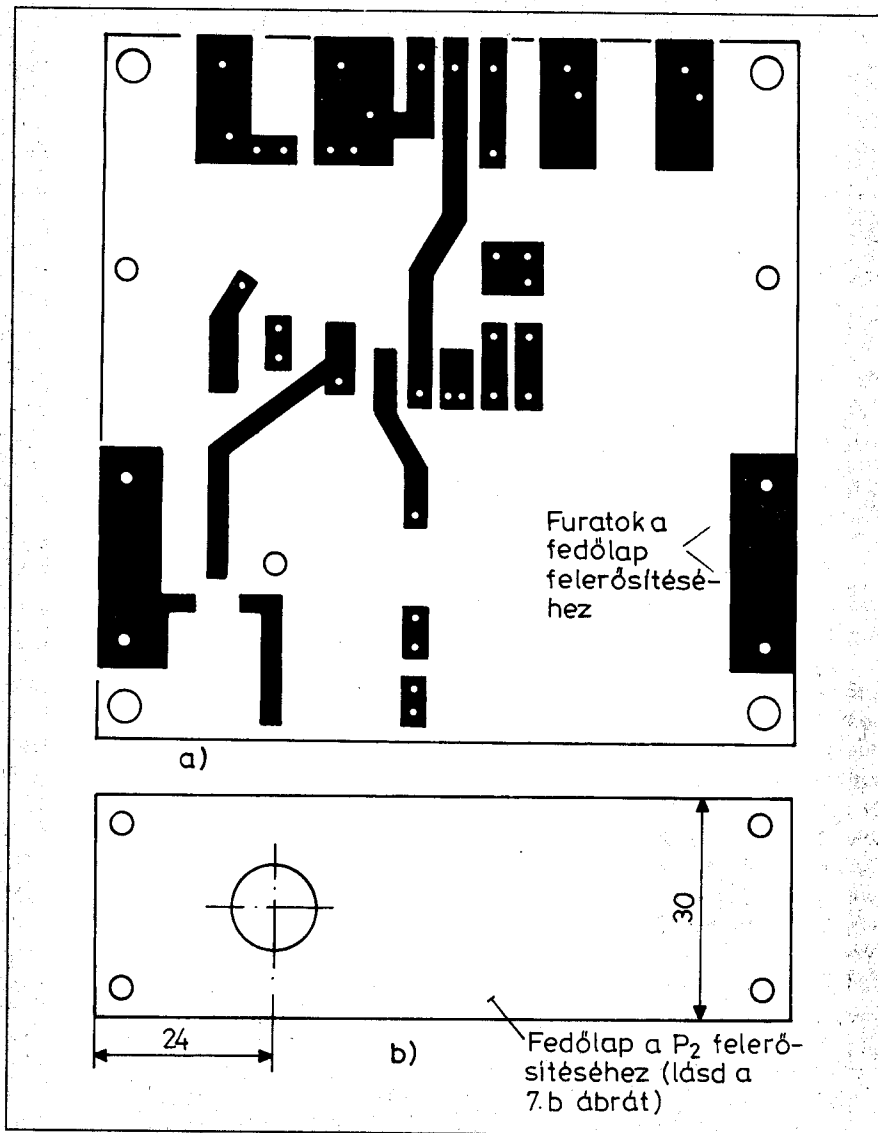
A kapcsolásban főáramkörű motort használtunk, melynek állórészét egy Graetz-egyenirányító beiktatásával tettük „permanensmágnesű motorrá”, hogy az a polaritásváltásra forgásirányt váltson.

A vezérlőkapcsolás megépítése teljesen kockázatmentes, semmiféle élesítésre nincs szükség, az az összeszerelést követően azonnal működőké-

pes. Mivel a 2N3055 tranzisztort nagy hűtőbordára kell szerelni, ezért egy  $95 \times 95$  mm-es nyomtatott áramköri lapot használtunk (6.a ábra). Közbevetőleg megjegyezzük, hogy a későbbiekben ismertetésre kerülő kapcsolóüzemű vezérlőáramkör-változatot ugyanezen, de kissé módosított nyáklapon készítjük el, ahol a szabályozás (fordulatszám- és forgásirány) mechanikai kivitelezése azonos az ezen kapcsolásnál ismertetettekkel. A P<sub>2</sub> közép-kivezetésű forgásirányváltó- és fordulatszám-szabályozó potenciométer egy rézbevonatmentes epoxi fedőlemezen helyezkedik el (6.b, és lásd később 7.b ábrát!). Ez a közép-kivezetésű potenciométer két huzalpotenciométerből könnyen kialakítható.

A kapcsolás alkatrész-beültetési rajzát a 7.a ábrán tüntettük fel. A 6.a és a 7.a ábrán láthatóan a kapcsolótárcsa helyén kiegészítő réz vezetősávok láthatók (lásd 7.b és c. ábrát is!). A P<sub>2</sub> és a jelfogó a nyáklap és a fedőlap között nyert elhelyezést. A 7.b és c. ábrán látható, hogy a motor forgásirányát váltó kapcsolótárcsa és annak érintkező keféi mi módon nyertek elhelyezést a potenciométer alján-, ill. az érintkező kefék a nyáklapon. A szokással ellentétben az alkatrészeket itt a nyáklap réz bevonatú oldalára forrasztjuk. A fedőlap felerősítése a nyáklaphoz távtartókkal történik. A nyáklap fennmaradó részét a 2N3055 tranzisztor hűtőbordája foglalja el, amely ugyancsak távtartókon helyezkedik el.

A besabályozás során a trimmerpotenciométert középállásba, a szervomechanizmus P<sub>2</sub> potenciométerét közép-kivezetésre állítsuk, a jelfogó tekercsét most még ne kössük be! A D<sub>1</sub> dióda kapcsaira vagyis a kimenetre kössünk egy 12 V/7...15 W-os gépkoctsiizzót. Így a P<sub>2</sub> potenciométer egyik, ill. másik irányba forgatásával növekvő fényerőt kell tapasztalnunk. A jelfogó (ill. a motor) bekötését követően már csak a trimmerpotenciométer besabályozása van hátra. A vezérlőegység szervomechanizmusának P<sub>2</sub> potenciométerét valamelyik végállástól (az ütközéstől) kb. 1 mm-re állítsuk, a trimmerpotenciométert pedig olyan helyzetbe forgassuk, hogy maximális motorfordulatszámot kapjunk. Így a szervomechanizmust működtetve a motor állásától a maximális fordulatszámig minden lehetséges sebességet megkaphatunk, mind az előre, mind pedig a hátra irányban.



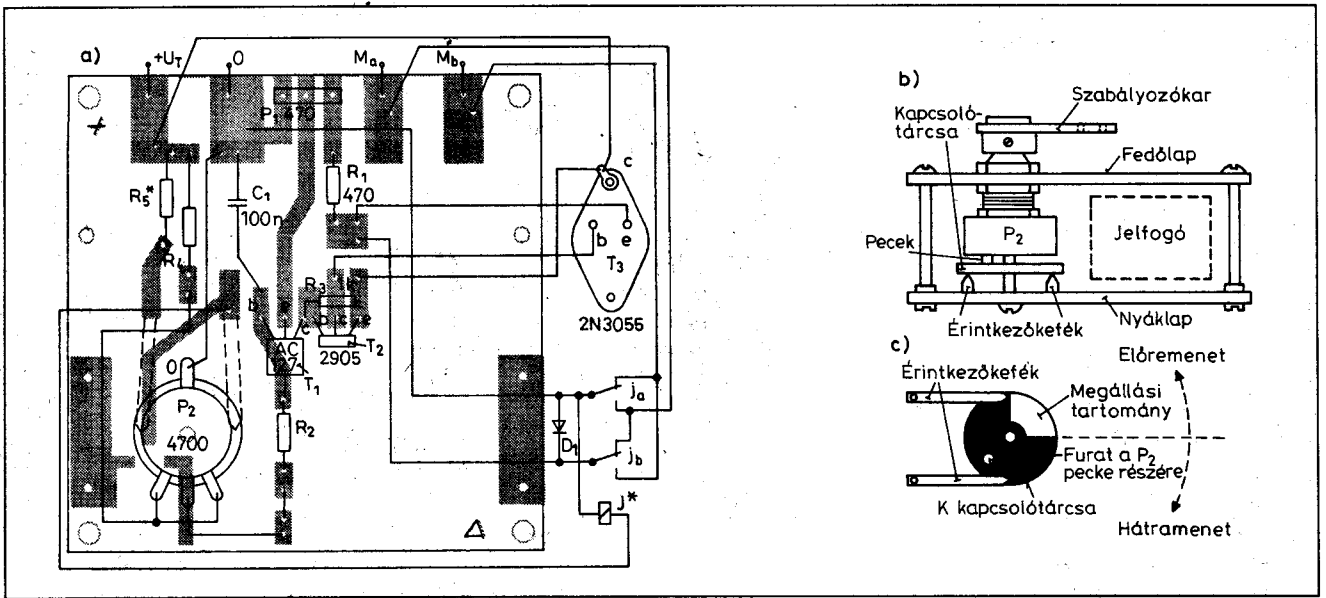
6. ábra

### Kapcsolóüzemű vezérlőáramkör elektromotorhoz

A 8.ábrán egy megvalósított kapcsolóüzemű modellmotort-vezérlő áramkört láthatunk. A fordulatszám-szabályozó és forgásirányváltó P<sub>2</sub> közép-kivezetésű potenciométeres szervomechanizmus kivitele azonos az 5. ábrán látható kapcsolásnál leírtakkal (lásd előbb 6.b, 7.b és c. ábrákat!).

A vezérelt motor itt egy mellékáramkörű (párhuzamosan kapcsolt álló-, és forgórésztekercsű) típus. Azt, hogy forgásirányát egyszerű tápfeszültség-polaritásváltással megoldhassuk, annak állórésztekercsét egy Graetz-egyenirányítóról tápláljuk. Így az állórész mágnesmezejének pólussarkai a tápfeszültség polaritáscseréjekor nem változnak meg.

A kapcsolásban a T<sub>6</sub> egyrétegű tranzisztor (UJT) oszcillátorként dolgozik, lineáris fűrészfogfeszültséget állít elő. Ezt a jelalakot úgy érjük el, hogy a T<sub>7</sub> tranzisztort konstans áramú generátorként üzemeltetjük, az a C<sub>3</sub> kondenzátort tölti. Az áram értékét a T<sub>7</sub> bázisának feszültségértéke határozza meg, amely a P<sub>3</sub> trimmer potenciométerrel állítható. Így a C<sub>3</sub> kondenzátorra jutó töltőáram-, és ezzel a frekvencia változtatható. Besabályozáskor ezt a frekvenciát 50 Hz-re állítjuk be. (Az állíthatóság 20...200 Hz között van.) A T<sub>5</sub> tranzisztor által továbbított fűrészfog alakú feszültséget a tranzisztor hasznosítja, melynek bázisára változtatható értékű fűrészfog kerül. Ugyanekkor pedig ezen tranzisztor emittora a P<sub>2</sub> közép-kivezetésű fordulatszám-szabályozó és forgásirányváltó potencio-

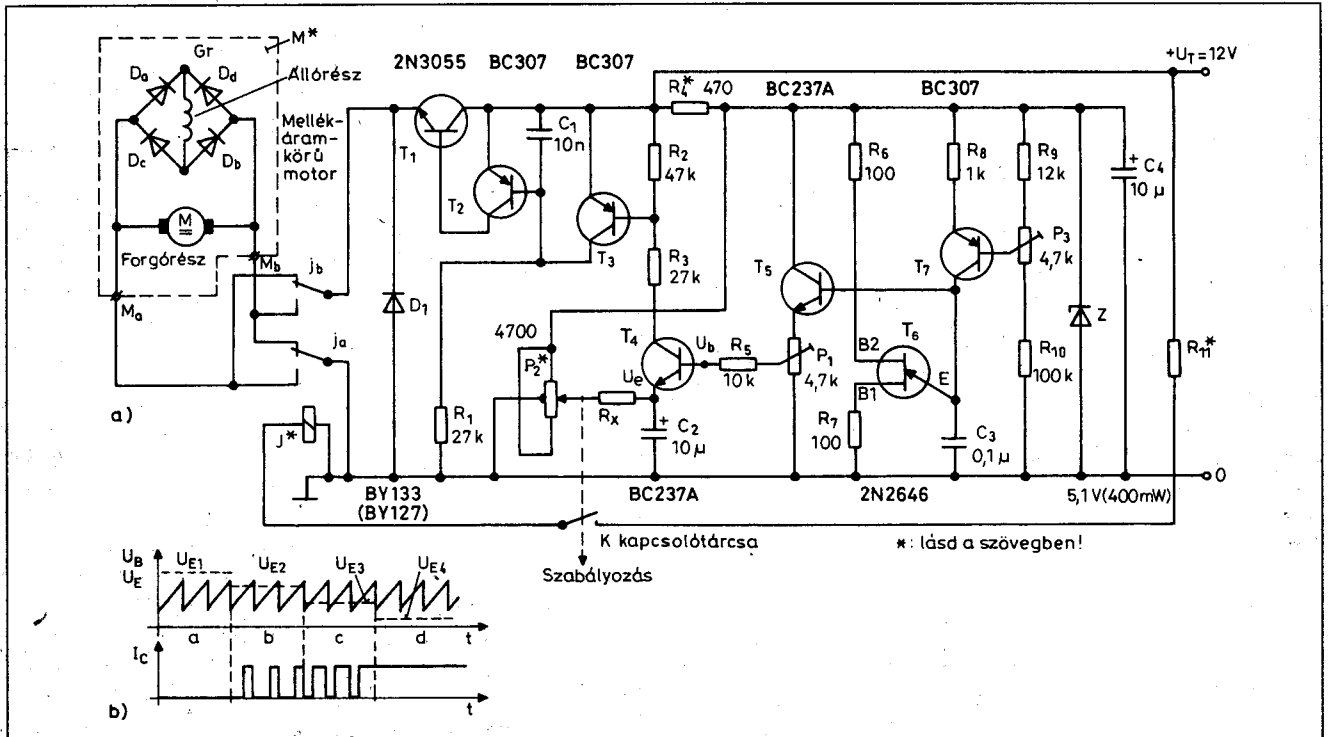


7. ábra

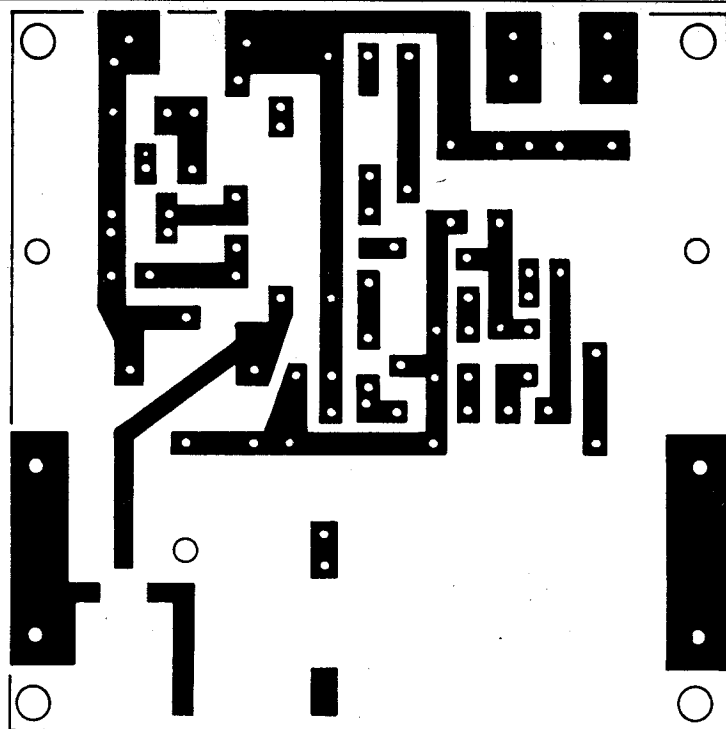
méter (vagyis a szervomechanizmus) szabályozókarjának helyzete által meghatározott, állítható értékű potenciál van. Ha a  $T_4$ -nek az emitterpotenciálja minden időben pozitívabb, mint a bázisáé, akkor ezen tranzistor folyamatosan lezárt állapotú. Oly mértékben, ahogy az emitter feszültsége csökken, a lezárt állapot időtartama a vezetés időtartamához képest egyre inkább kisebb lesz, mint az a 8.b ábra b,

$c$  időszakaszán látható. A folyamatos vezetési állapothoz akkor jutunk, a 8.b ábra  $d$  időszakaszán, amikor az emitter feszültsége közel 0 V-ra csökken. E módon tehát a  $P_2$  potenciométer forgatógombjának jobbra és balra forgatásával változtatható impulzuskitöltési tényezőjű jelet állíthatunk elő. Amikor a  $T_4$  tranzistor nem vezet,  $T_3$  is lezárt állapotban van. Így ez a  $T_2$  és  $T_1$  tranzistorok vezetővé válását váltja ki. A

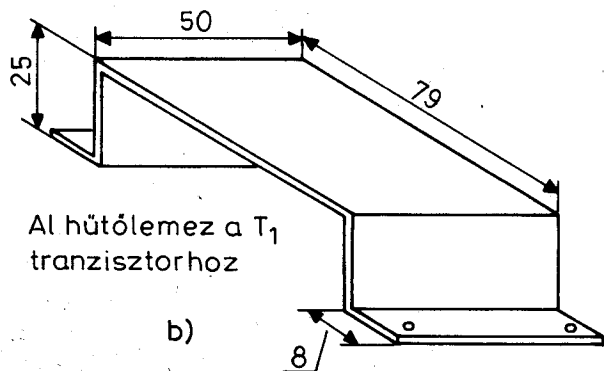
motor most maximális fordulatszámmal forog. Amikor a  $T_4$  tranzistor vezet, a  $T_5$  is vezető állapotú és  $T_2$  bázisának táplálását megszünteti, így az lezár és lezárja a  $T_1$  tranzistort is. A motor tehát most nem forog. A 8.b ábra  $a$  időszakasza a legnagyobb fordulatszámúnak, a  $d$  időszakasz pedig a leállásnak felel meg. A  $b$  és  $c$  időintervallumok a közbenső fordulatszámokat mutatják. A kimenetre kötött  $D_1$  diódá-



8. ábra



a)



b)

9. ábra

val itt is, mint az 5. ábra kapcsolásánál a  $T_1$  tranzisztoron esetlegesen megjelenő végzetes negatív feszültséglökéseket szüntetjük meg.

A megépítés során ugyanazt a felépítést választottuk, mint az 5. ábra kapcsolásának esetében. A nyomtatott áramköri rajzot a 9.a ábrán láthatjuk. A szokással ellentétben az alkatrészeket itt is a nyáklap rézbevonatú oldalára forrasztjuk. Mivel a  $T_1$  tranzisztor kapcsolóüzemben dolgozik, így az kevésbé melegszik. A hőelvezetéshez ezért a nagy hűtőborda alkalmazása helyett, mint az a 9.b ábrán látható, egy egyszerű alumínium hűtőlemez is megfelel. A megépítés során a már ismertett, az 5. ábra kapcsolására vonatkozó lépések itt sorra megismétlendők.

Ugyanazt a középkivezetéses potenciométer-, kapcsolótárcsát, és ugyanazt a fedőlapot kell elkészíteni (lásd előbb 6.b, 7.b és c ábrák).

Mintegy kb. 1,5 A motor terhelőáramig a  $T_1$  tranzisztor vezérlőárama elegendő. Ezen érték felett célszerű egy Darlington-fokozaton keresztül vezérelni a 2N3055 tranzisztort (lásd 10.a ábra). A nyomtatott áramkörön ezen Darlington-kapcsolás számára is hagyunk helyet. A kapcsolás alkatrész-beültetési rajzát a 10.b ábrán láthatjuk.

A felélesztés során a  $T_5$  emitterre csatlakoztassunk oszcilloszkópot és a frekvenciát a hálózati frekvenciával összehasonlítva 50 Hz-re állítsuk be! Kössünk a kimenetre 12 V/7...15 W-os izzót és ellenőrizzük, hogy a kapcsolás

jól működik-e! Ezután csatlakoztassuk a motort és ezzel is próbáljuk ki az összeállítást! A középállástól felfelé tolva a szabályozókart, a motor fordulatszámának növekednie kell. A középállástól lefelé haladva ugyancsak nő a fordulatszám, de ekkor a motor a jelfogós polaritásváltás miatt ellentétes forgásiránnyal forog.

Nagy áramfelvételű motor (pl. 5 A-es) motor használata esetén két vagy három 2N3055 típusú tranzisztort könnyűszerrel párhuzamosan kapcsolhatunk, a Darlington kapcsolás ekkor is feltétlenül szükséges.

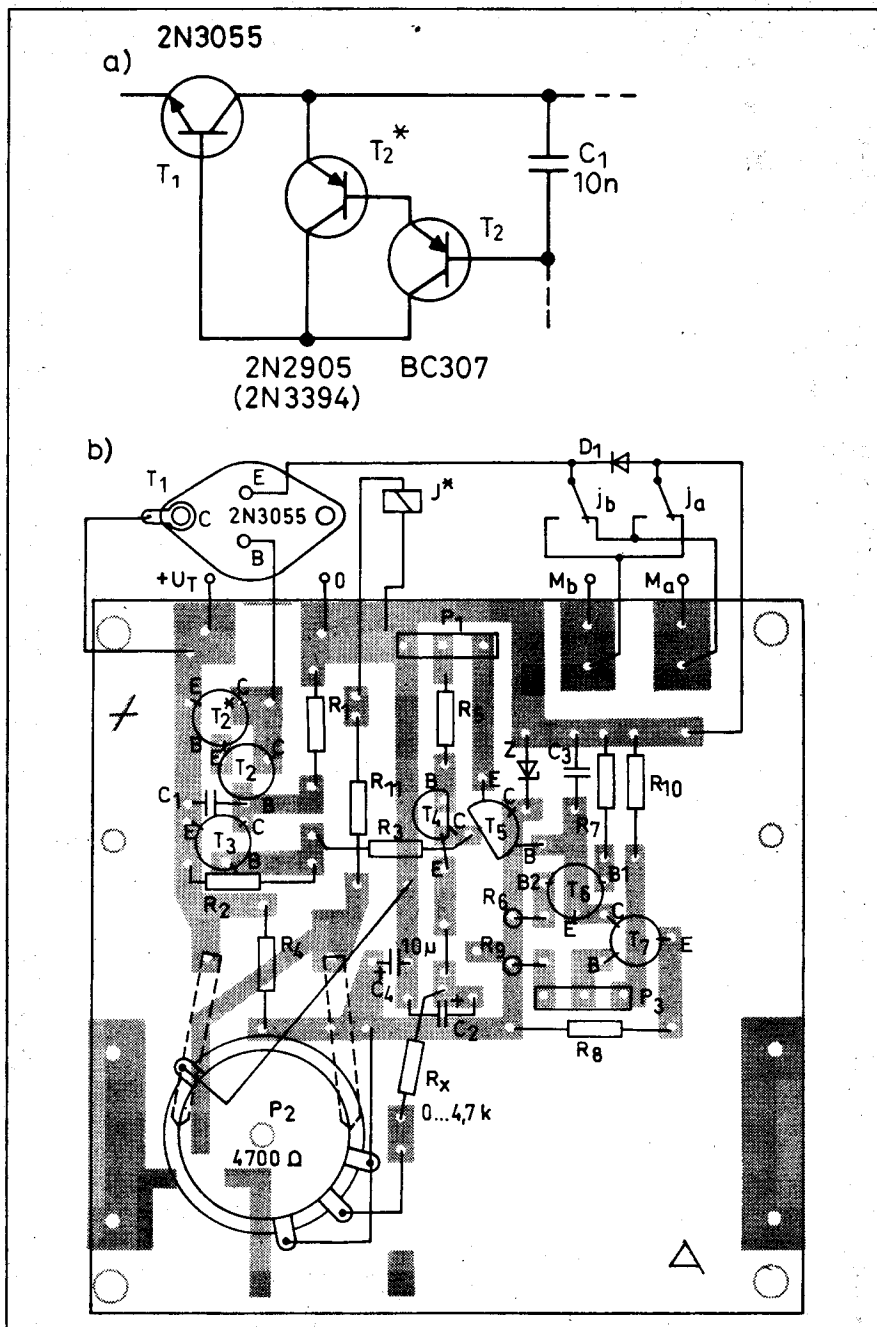
Az áramkör 6 vagy 12 V-os tápfeszültségről működtethető. Abban az esetben, ha azt 6 V-os tápfeszültségről működtetjük, akkor  $R_x=0 \Omega$ ,  $R_4=82 \Omega$ ,  $R_{11}=0 \Omega$  6 V-os névleges feszültségű jelfogó alkalmazásakor. Ha 12 V-os tápfeszültség esetén is 6 V-os jelfogót használunk, akkor az  $R_{11}$  értéke a 6 V-os jelfogó tekercsellenállásával egyezik meg. Amennyiben csak 12 V-os tápfeszültségről kívánjuk a kapcsolást működtetni, ésszerűbb 12 V-os jelfogót ( $R_{11}=0 \Omega$ ) használni, ugyanis így a fogyasztás nem nő meg haszontalanul.

### Differenciális rumpliszűrő

A régi hanglemezeink hi-fi minőségű hangvisszaadásának egyik legfőbb problémája a jelentős mértékben fellépő infrahangfrekvenciás jelek, amelyeket „rumpli” néven is ismerünk. E problémára szokásos megoldásként kínálkozik egy 50 Hz alatt meredeken vágó szűrő, de sajnos ily módon bizonyos zenei információ is elvesz.

A nemkívánatos jelek vizsgálata azt mutatja, hogy ezek főképpen a hangszedőtű függőleges síkú mozgásából adódnak, melynek következtében sztereó különbségi jelek lépnek fel. Mivel csupán a függőleges irányú tű-jelek termelnek ellenfázisú kimeneti feszültségeket a hangszedőkapcsokon, ezért ezek egyszerűen a két csatorna keverésével kiküszöbölhetők. Ha a keverés a 100 Hz alatti frekvenciákra korlátozódik, a monó mélyhang kimeneti jel nem lesz hatással a sztereóképre.

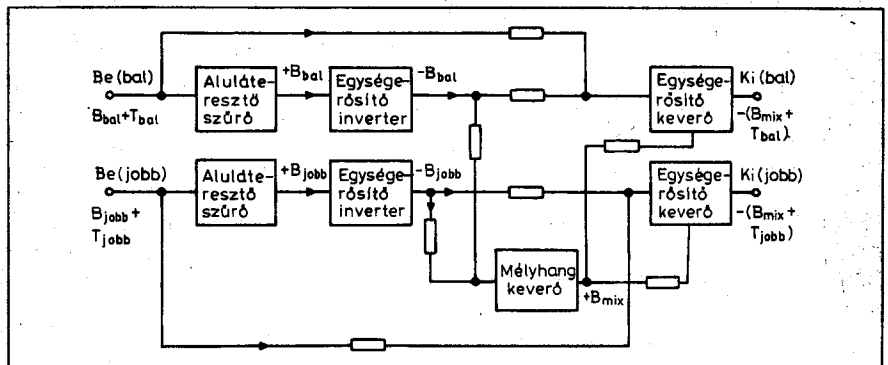
A 11. ábra tömbvázlata az alapszert mutatja. A leválasztott mélyhangjeleket egyidejűleg vonjuk le a  $T_{bal}$  és  $T_{jobb}$  magashang-komponesekből, és a monó mélyhang szinten hozzáadódik a magashang-komponesekhez a keverőkben, amelyek kimenetén egy sztereójel áll elő, monó mélyhanggal.



10. ábra

A gyakorlati áramkörben (12. ábra) a bal csatorna, a szűrővel és az inverterrel egy fokozatot alkot  $T_1$ -gyel. Egy 12 dB/oktáv meredekségű Butterworth-szűrőt alkalmazunk, a közös mélyhang-keverőt pedig a  $T_3$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ , és  $R_{15}$  alkotja.

A  $T_2$  tranzisztor képezi a keverőt és látszólagos földelt módusban működik. A fáziseltérés minimalizálása és az alkatrészek számának csökkentése céljából a teljes kapcsolásban közvetlen csatolást alkalmaztunk. Az áramkört az elő- és végerősítő közé kell beiktatni és



11. ábra

10 k $\Omega$ -nál nem nagyobb impedanciájú meghajtásról kell gondoskodni.

A megépített áramkör jelentősen csökkenti a hamis alacsonyfrekvenciás jeleket és nincs hatással a zenei mélyhangokra. Az áramkörben lévő egységgel, vagy anélkül semmiféle különbség nem fedezhető fel a mélyhangok szintjében és a megépített kapcsolás mért frekvenciaátvitel a -1 dB-es pontokon 15 Hz-től 30 kHz-ig terjed. A torzítás kisebb mint 0,1%, 1 V<sub>eff</sub>-nél nem nagyobb kimeneti feszültség esetén.

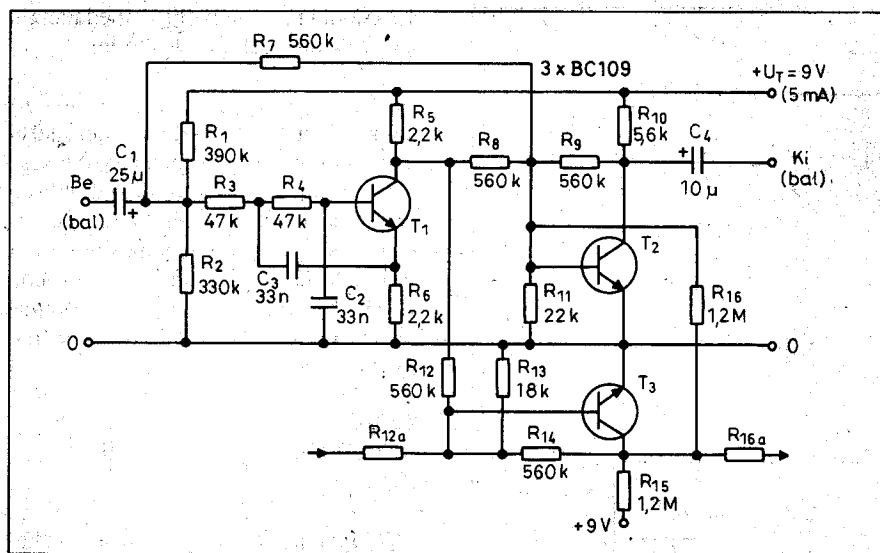
### 230 V/5-6-7,5-12 V, max. 1 A terhelhetőségű stabilizált tápegység

Sok olyan hordozható elektronikus készülékünk van, mely a fentiekben említett különböző tápfeszültségről működik (pl. rádiómagnó, játék, modell). Az ilyen készülékeket a szárazelemek, akkumulátorok költségessége miatt célszerű stabilizált tápegységről működtetni.

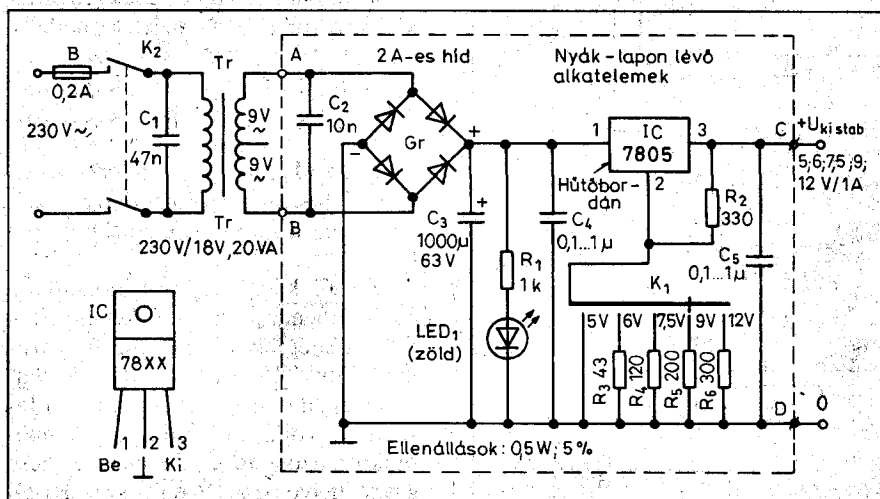
A 13. ábrán látható, különböző kimeneti feszültségeket adó stabilizált tápegység a szokásos elemekből épül fel.

A  $K_1$  kapcsolóval változtatható adott kimeneti feszültségeket egyetlen 5 V-os integrált feszültség szabályozóval állítjuk elő. Ezzel az IC-vel tulajdonképpen csak egyetlen kimeneti feszültség volna előállítható. Áramkörünkben azonban az IC 2-es kivezetése a test helyett az  $R_2$ -ből és az  $R_3$ -tól  $R_6$ -ig terjedő ellenállásokból álló feszültségosztó középső pontjára csatlakozik. A kimeneti feszültség az  $R_2$  kapcsain fellépő feszültség (vagyis 5 V) és a  $K_1$  kapcsolóval kiválasztott ellenálláson eső feszültség összegével egyenlő. A kapcsoló a rá csatlakozó ellenállásokkal együtt 470  $\Omega$  körüli potencio-

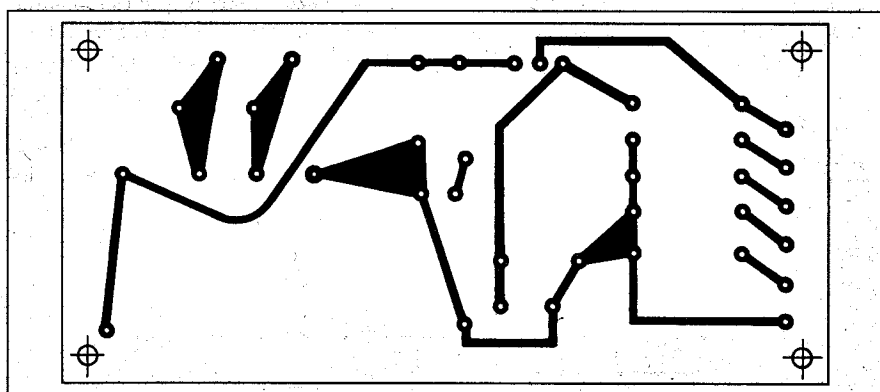




12. ábra



13. ábra



14. ábra

méterrel helyettesíthető. Ez azt az előnyt biztosítja, hogy 5 V és 12 V között bármely közbenső stabilizált kimeneti feszültség beállítható. Ebben az esetben azonban a kimeneti feszültség ellenőrzése céljából feszültségmérő műszer beépítése is szükséges. Ha az 1

A terhelhetőséget teljes mértékben ki akarjuk használni, akkor az IC-hez megfelelő méretű hűtőbordát kell alkalmazni.

A készülék nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajzát a 14. és a 15. ábrán adtuk meg.

A különböző készülékek tápellátásának megkönnyítése céljából a tápegység kimenetét különböző csatlakozókkal láthatjuk el.

### 10...500 mA-es állandó áramú akkumulátortöltő

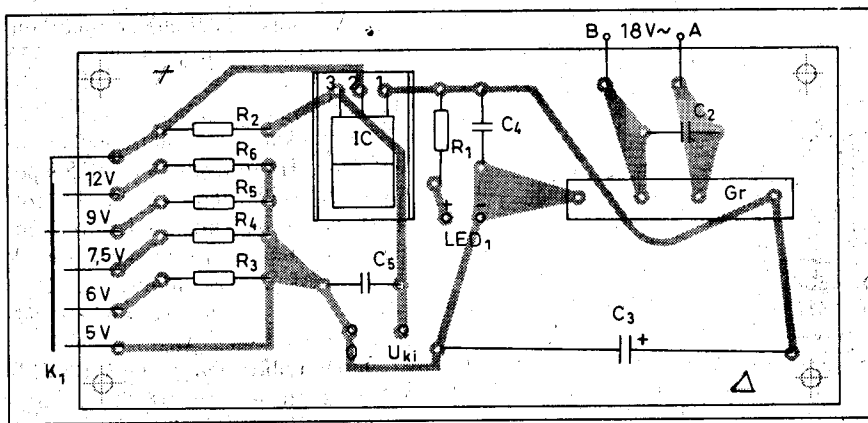
A 16. ábrán 10...500 mA-es, a K<sub>2</sub> fokozatkapcsolóval 10, 50, 120, 180, és 500 mA állandó töltőáramra beállítható akkumulátortöltő kapcsolás látható. Megjegyezzük, hogy a töltőáram értékét általában az akkumulátor névleges tárolókapacitásának 1/10-re szokták megválasztani. (Pl. egy 5 Ah tárolókapacitású akkumulátort 14...15 órán keresztül 500 mA-es árammal töltenek, lásd később, a következő kapcsolás ismertetésénél.)

Az állandó töltőáram megvalósítása vagyis az áramgenerátor kapcsolás integrált feszültségszabályozóval egyszerűen kialakítható. Az IC kimenetére csatlakozó, a K<sub>2</sub> kapcsolóval kiválasztott ellenállás kapcsain mindig 5 V stabilizált feszültség jelenik meg. Az ellenálláson átfolyó áram értéke:  $I = 5 V/R$ , ahol R a K<sub>2</sub> kapcsolóval kiválasztott ellenállás. Ez az áram folyik át (a 7805-ös IC 2-es kivezetésének *i* áramával megnövelve) a töltőre kötött akkumulátoron. Az integrált feszültségstabilizátor által felvett kb. 5 mA körüli *i* áram az ellenállás értékek kiszámítása során gyakorlatilag elhanyagolható. Az akkumulátor töltőárama a sorosan kötött akkumulátorcellák számától független és azt csak a K<sub>2</sub> kapcsolóval kiválasztott ellenállás határozza meg. Figyelembe veendő azonban, hogy nyolcnál több sorba kapcsolt akkumulátorcella (ill. 9 V-nál nagyobb kapocsfeszültségű akkumulátor) töltése nem ajánlatos! Egy tizenkét cellából álló telep töltéséhez pl. 24 V-os szekunder feszültségű trafó szükséges.

A kapcsolásban a C<sub>4</sub> és C<sub>5</sub> kondenzátorok az esetleges gerjedések kivédésére szolgálnak.

Az R<sub>2</sub>...R<sub>10</sub> töltőellenállások értékeinek meghatározása számítás és mérés segítségével történt. Egyes értékek két ellenállás soros vagy párhuzamos kapcsolásával voltak csak megvalósíthatók. R<sub>2</sub> = 910 Ω/0,25 W, R<sub>3</sub> = 39 Ω/0,25 W, R<sub>4</sub> = 100 Ω/1 W, R<sub>5</sub> = 10 Ω/1 W, R<sub>6</sub> = 43 Ω/1 W, R<sub>7</sub> = 62 Ω/1 W, R<sub>8</sub> = 56 Ω/1 W és R<sub>9</sub> = R<sub>10</sub> = 24 Ω/2 W.

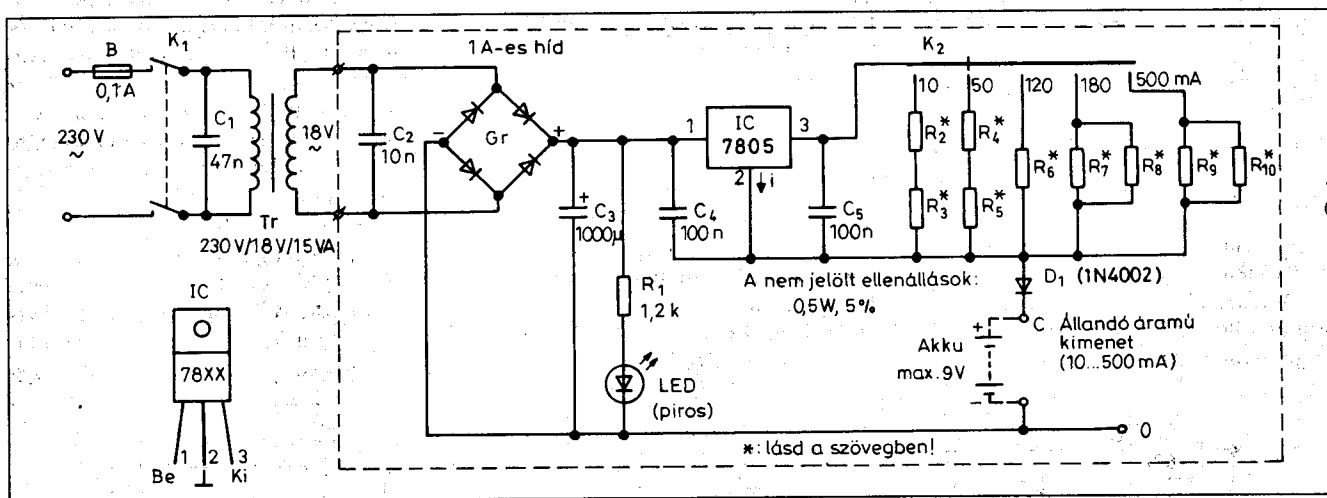
Aki a készülékkel eltérő tárolókapacitású akkumulátorokat kíván tölte-



15. ábra

## Állandó áramú akkumulátortöltő automatikus kikapcsolással

Ni-Cd és Ni-MH akkumulátorok esetében a teljes feltöltéshez az Ah/10 töltőáram mellett elvileg 10 óra töltési idő lenne szükséges. Ehhez tevődik még hozzá azonban az elektródák „helyreállításához” és a gázok fejlődéséhez szükséges, mintegy 4 órányi időtartam. A 14 órán át végzett töltést követően a feltöltés befejeződik. A töltőáramot továbbra is az akkumulátoron hagyva, az újratöltődik. A cellák több töltés felvételére képtelenek, így a beábrált elektro-



16. ábra

ni, az a szükséges töltőáramot ( $I = Ah/10$ ) a töltőellenállás megváltoztatásával állíthatja be a kívánt értékre.

A kapcsolás nyomtatott áramköri rajzát a 17. ábrán, a beültetés módját pedig a 18. ábrán láthatjuk.

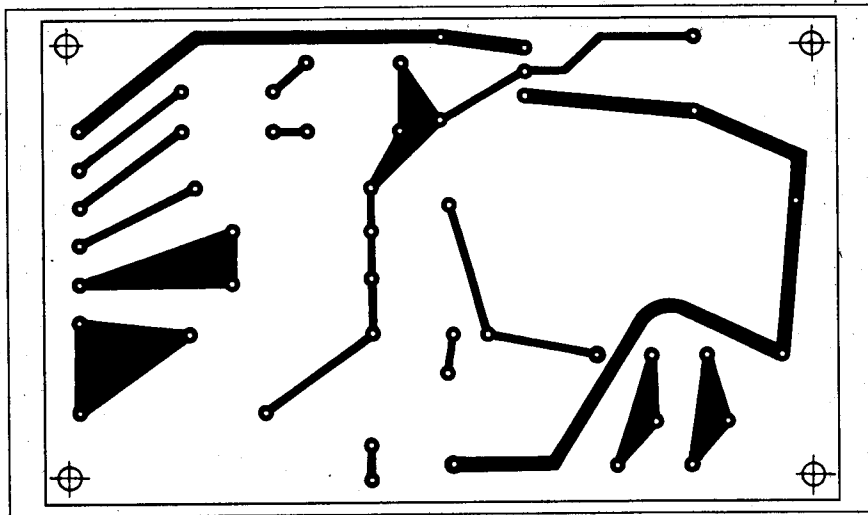
A különböző készülékekbe beépített akkumulátorok töltésének megkönnyítésére, azokba megfelelő csatlakozót építhetünk, így a töltés az akkumulátor kivétele nélkül a csatlakozó bedugásával történhet. A töltőt 14...15 óra eltelte után a töltendő akkumulátorról le kell választani.

Az olyan készülékeknél (pl. a riasztók, biztonsági berendezések stb.) ahol az akkumulátorok folyamatos töltéssel (cseptöltéssel) működnek, ott az akkumulátorok töltésfenntartó áramát a névleges töltőáram (Ah/10) 20...50%-ára választják meg.

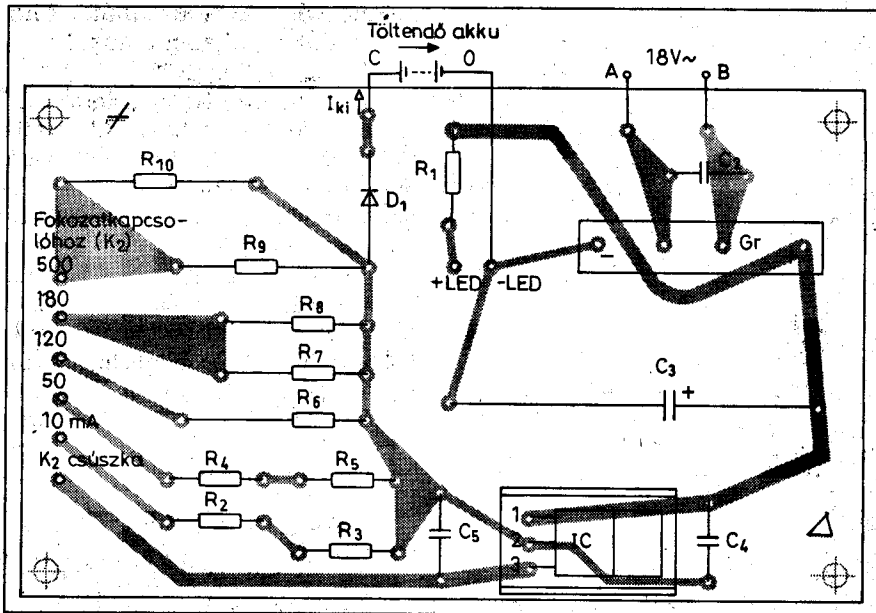
A Ni-Cd akkumulátorok töltéstárolási időtartama hőmérsékletfüggő. Mintegy 60 °C-on a töltés 60...80%-a marad csak meg néhány hét elteltével.

A 0 °C-on végzett három havi tárolást követően az akkumulátorban még a betöltött energia 80...90%-a rendelkezésre áll. A nikkel-metálhidrid (Ni-MH) akkuk önkisülése némileg kisebb mértékű.

mos energiát hővé alakítják át. Az egyes típusok a gyártók szerint a túltöltést különböző mértékben viselik el. Természetesen legcélszerűbb a 14 órás töltés befejeződése után a töltőáramot megszakítani. Erre szolgál a 19. ábrán



17. ábra



18. ábra

bemutatásra kerülő áramkör, melynek J jelfogója a 14 óra elteltével a töltőáramot kikapcsolja.

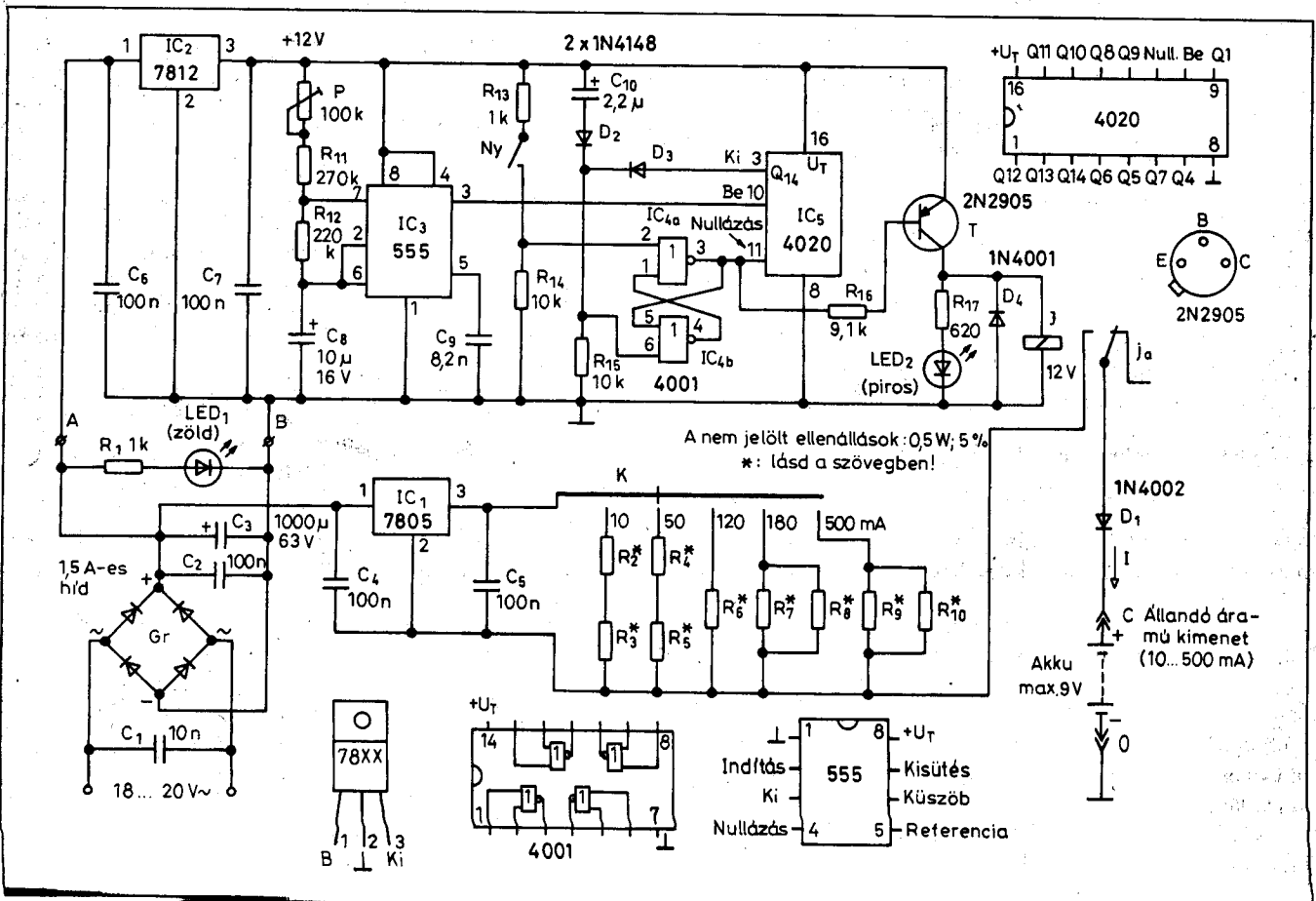
A készülék 10...500 mA-es állandó áramú töltőáramkörre minimális eltéréssel gyakorlatilag megegyezik a 16.

ábrán látható kapcsolási kialakítással. Itt az egyenirányító-és szűrőáramkört és a zöld fényű LED áramkört azonban külön nyomtatott áramköri lapra helyeztük el (lásd 20. ábra). Az alkatrészek beültetési rajzát a 21. ábrán láthatjuk.

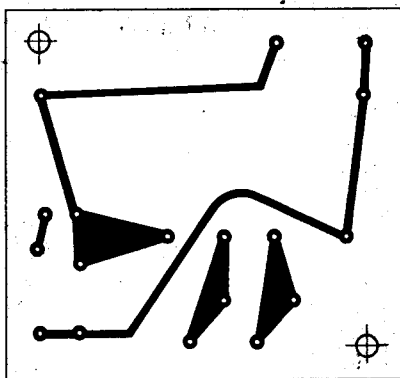
A 14 órás késleltető áramkörben, más szóval az időzítő egységben az 555 típusú integrált időzítő áramkör oszcillátor kapcsolásban működik. A  $C_8$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{11}$  és  $P$  alkatrészek által meghatározott 0,163 Hz frekvenciájú (6,15 s periódusidejű) jel ezen IC 3-mas kivezetésén jelenik meg, mely az IC<sub>5</sub> frekvenciaosztó 10-es bemenetére jut. Ennek az osztónak a 3-as kimenete 2-nek a 14-dik hatványával (vagyis 16 384-gyel) történő osztást végez.

Amennyiben nem lenne két NEM-VAGY kapu, akkor itt 100 800 s, vagyis 28 óra időtartamú jelet vehetnénk le. Ennek csak az első 14 órás félperiódusát használjuk ki, a második félperiódusban az IC-t nullázzuk (11-es kivezetés!).

A készülék bekapcsolásakor a  $C_{4b}$  kondenzátor az IC<sub>4b</sub> 6-os bemenetére pozitív impulzust juttat. Ennek következtében az IC<sub>4a</sub> és IC<sub>4b</sub> NEMVAGY kapukból kialakított RS flip-flop 3. kivezetésén magas logikai szint jelenik meg. Az IC<sub>5</sub> lezárt állapotú, kimenetei 0 szintűek. A T tranzisztor lezárt állapotú, így a jelfogó gerjesztetlen állapotban van, a piros fényű LED most

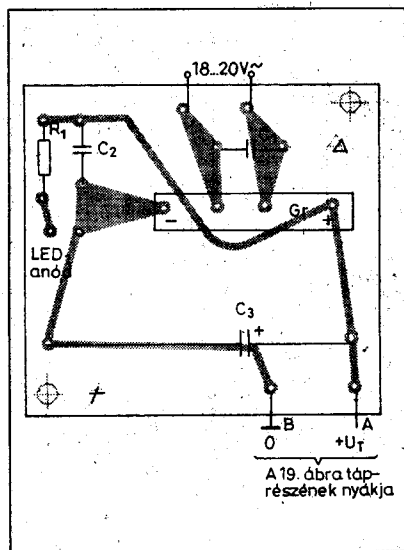


19. ábra

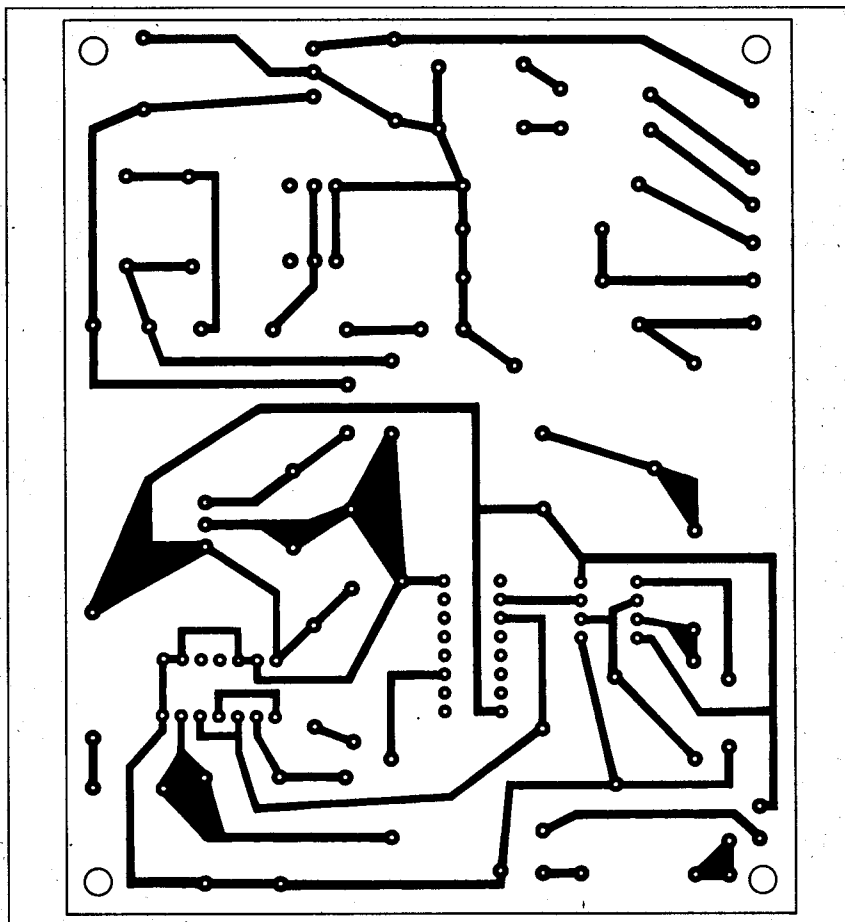


20. ábra

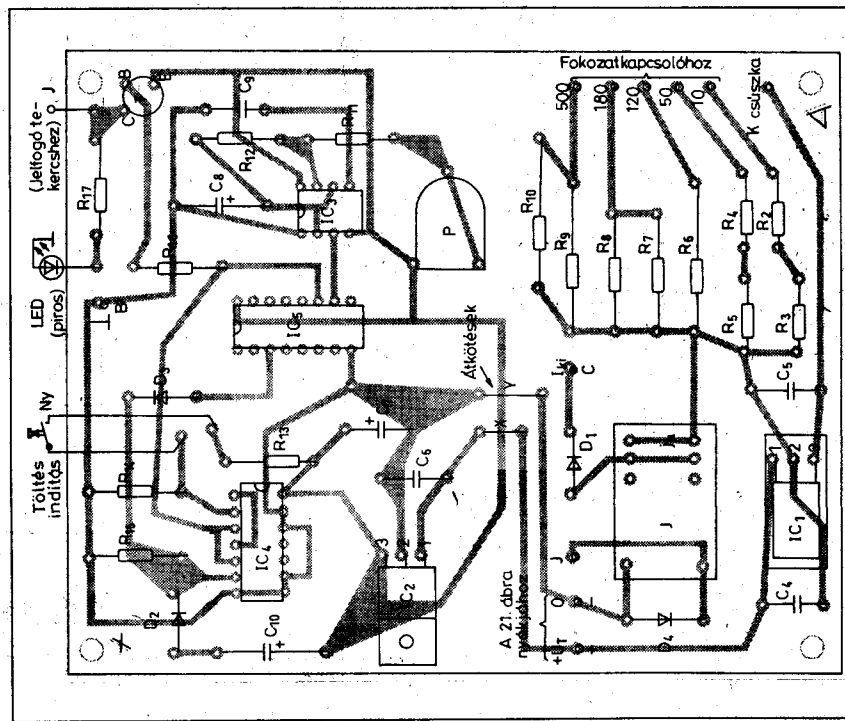
nem világít. Ha megnyomjuk az Ny nyomógombot, akkor 1-es szintet hozunk létre a másik bemeneten; vagyis az IC<sub>4a</sub> 2. lábán. Ekkor IC<sub>4a</sub> kimenetének szintje 0-ra vált át, a tranzisztor vezetővé válik, a jelfogó meghúz és záróérintkezőjén keresztül lehetővé teszi a készülék kimenetére csatlakoztatott akkumulátor töltését. Egyidejűleg a piros fényű LED is kigyullad. Ettől a pillanattól kezdve az IC<sub>5</sub> frekvenciaosztó megkezdzi az IC<sub>3</sub> oszcillátorról érkező négyzögjelek számlálását. Egy félperiódus (vagyis 14 óra) elteltét követően az IC<sub>5</sub> kimenete 1 szintet vesz fel, ezzel megváltoztatja az RS-flip-flop állapotát: IC<sub>4a</sub> újra 1-es szintet vesz fel, ami IC<sub>5</sub> összes kimenetét nullázza és így a tranzisztor lezárt állapotba kerül. Ennek következtében a jelfogó és a piros fényű LED áram ellátása megszűnik. Az elégedett jelfogó bontja a töltőáramkört, s ezzel az akkumulátor töltése befejeződött.



21. ábra



22. ábra



23. ábra



A hőmérsékletmérő megfelelő pontosságának elérése céljából a kapcsolás tápfeszültségét stabilizálni szükséges. A  $\pm 12$  V-os tápfeszültséget egy egyszerű, diszkrét alkatelemekből kialakított stabilizált hálózati tápegység-kapcsolással biztosítjuk (25. ábra).

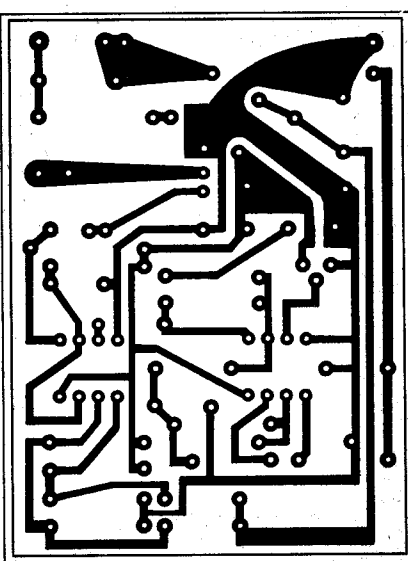
A hőmérsékletmérő áramkört és annak tápfeszültség-ellátására szolgáló tápegység kapcsolást (a transzformátor kivételével) egyazon a nyomtatott áramkört lapon helyeztük el (26. ábra). Az alkatrész- beültetési rajzot végeztük a 27. ábrán láthatjuk.

### Motorfordulatszám-szabályozó

A 28. ábrán látható kapcsolás 230 V-os, max. 1 kW-os főáramkörű (soros), vagyis univerzális elektromotorok fordulatszám-szabályozására alkalmas (a megfelelő terhelőáramot elviselő triak, pl. TIC225D használata esetén).

A kapcsolás tápfeszültségellátását a 230 V-os váltakozófeszültségű hálózatról az  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $Z$ ,  $D_1$ , és  $C_1$  alkatelemek végzik. A 12 V-os (4 mA-rel terhelhető) tápfeszültség a  $C_1$  kondenzátor kapcsain jelenik meg. Az  $R_2$  és  $Z$  közös pontja a nullaátmenet-érzékelőhöz vezet. A Texas Instruments cég LM393 típusú kettős komparátora (1/2 LM393) a változó áramú hálózat negatív és pozitív félhulláma között, vagyis a nullaátmenetnél egy negatív impulzust szolgáltat.

A fűrészjelet ( $R_7$  töltőellenállás) a  $C_2$  kondenzátoron kapjuk. Tekintetbe véve a triak vezérléséhez szükséges vi-



29. ábra

szonylag kis teljesítményt, az LM393 rendelkezésre álló másik felét, mint teljesítmény-komparátort használjuk fel. A kapcsolásban kis visszarámú triakokat használunk (TIC206 D, 4 A/400 V, 5 mA-nél kisebb és a TIC225 D, 8A/400 V, 10 mA-nél kisebb).

A csúcsáram-érzékelő és a hibaerősítő LM358 típusú IC-vel került megépítésre. A motoron átfolyó csúcsáram érzékelésére a motor áramkörébe sorosan kötött  $R_{15}$  áramérzékelő ellenállás (egy 0,1  $\Omega$ -os konstantán huzaldarab) szolgál. Az érzékelőáramkör, így a motor nyomatékával arányos ellenreakció kifejtésére alkalmas.

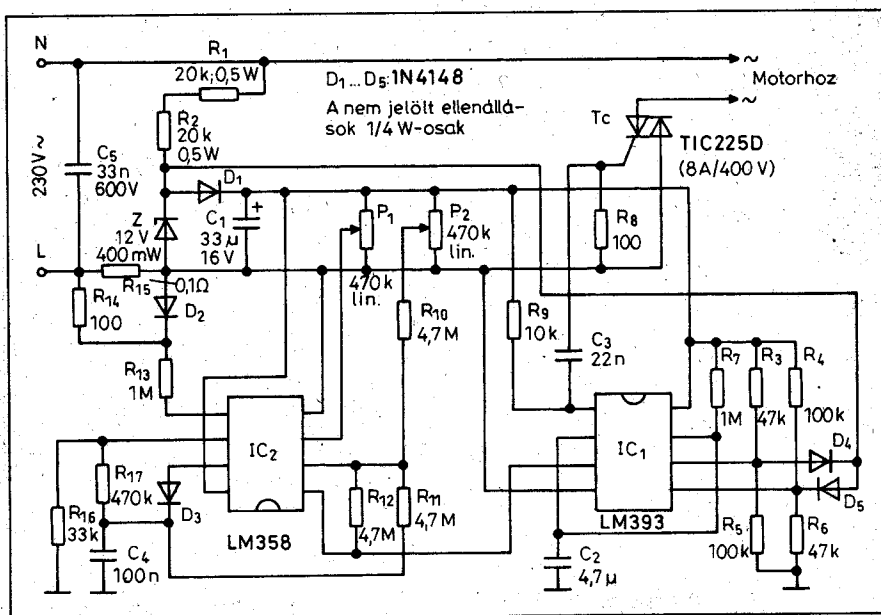
A hibaerősítő fokozat nem igényel különösebb magyarázatot, hacsak nem azt, hogy nagyon nagy a bemeneti impedanciája (5 M $\Omega$ ), mely lehetővé teszi kis kapacitás értékű (100 nF-os) kondenzátor használatát a csúcsérzékelőnél.

A kapcsolás 1:1 méretarányú nyomtatott áramkörti rajza a 29. ábrán, az alkatelemek nyomtatott áramkörre történő beépítési vázlata pedig a 30. ábrán látható. A  $P_1$ , mint az ábrán is látható, trimmerpotenciométer. A  $P_2$  fordulatszám-szabályozó potenciométert itt a nyáklapra szereltük.

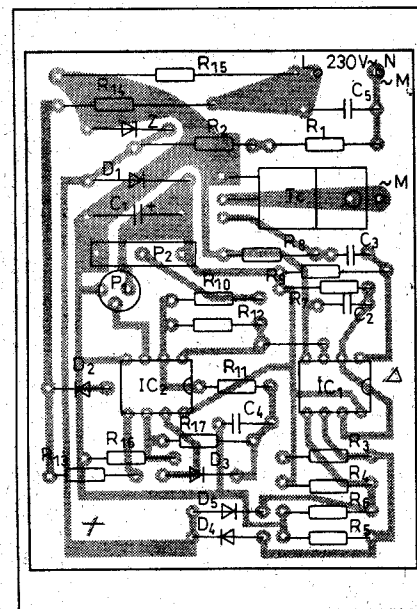
A besabályozás először a maximális fordulatszám eléréséhez  $P_1$  beállítással történik. A  $P_2$ -nek ekkor „maximális állásban” kell lennie. Így a  $P_2$  állításával a motor fordulatszámát 0-tól a maximumig változtathatjuk. Az  $R_{16}$  nagy értékeinél (47 k $\Omega$  felett) és a vezérlendő motor jellemzőitől függően nagyon stabil működést érhetünk el, de egy „kissé lágyat”.

Az  $R_{16}$  kis értékeinél (27 k $\Omega$  alatt) a hurkolt rendszer kevésbé stabil, de a nyomaték növekedésénél kedvezőbb reagálást kapunk. A besabályozás során 100 k $\Omega$  és 10 k $\Omega$  közötti értéket válasszunk ki, 33 k $\Omega$ -mal kezdve, így határozva meg a legkedvezőbb ellenállás értéket a legmegfelelőbb és igazán stabil működéshez.

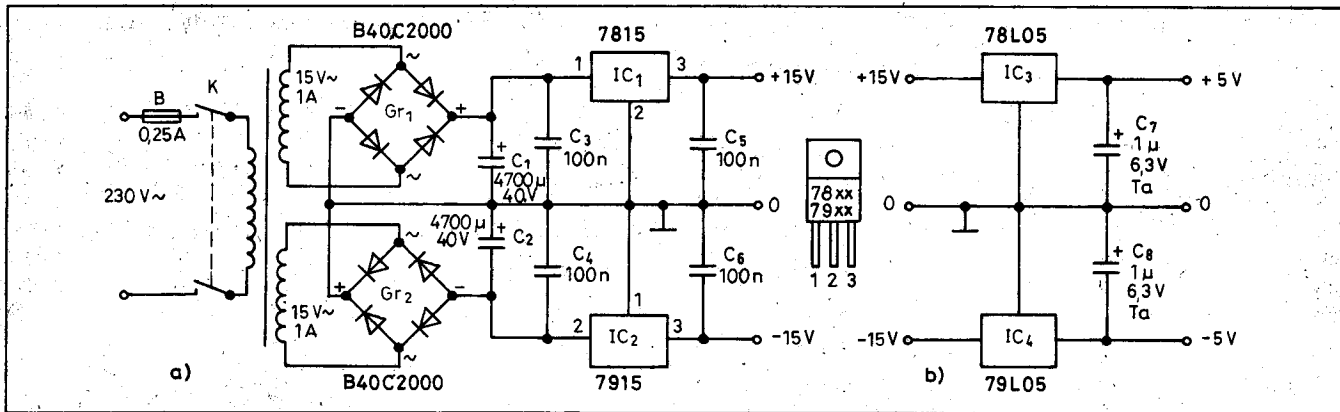
Nagyon fontos, hogy a motorba beépített zavarűző kondenzátort-, amennyiben van, feltétlenül távolítsuk el! Különben a triak tönkre mehet. A



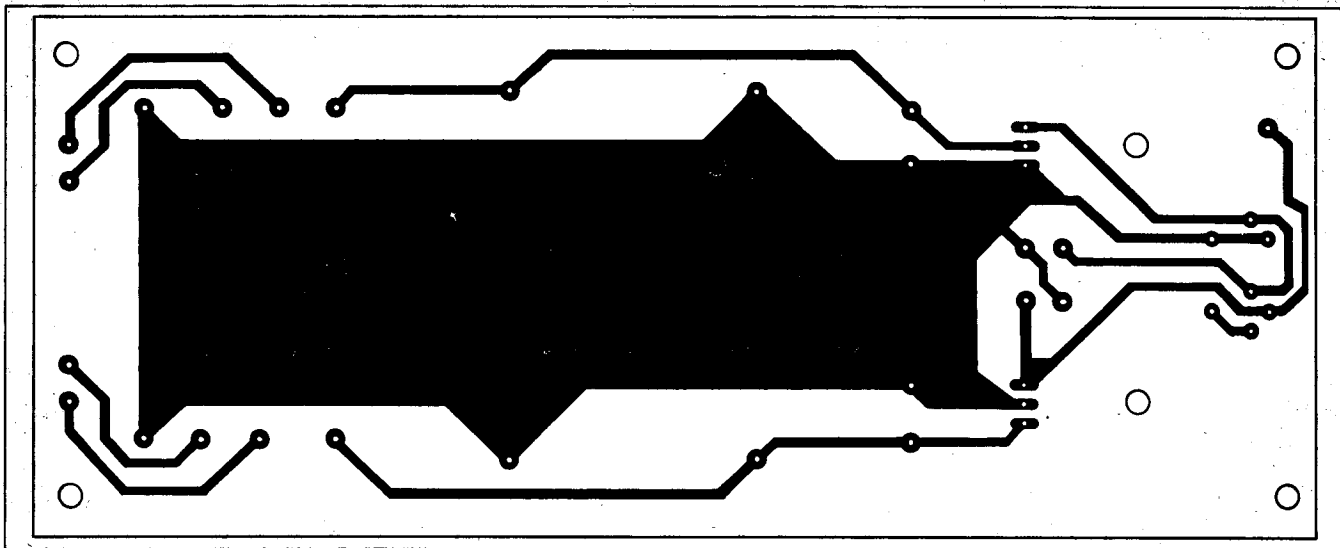
28. ábra



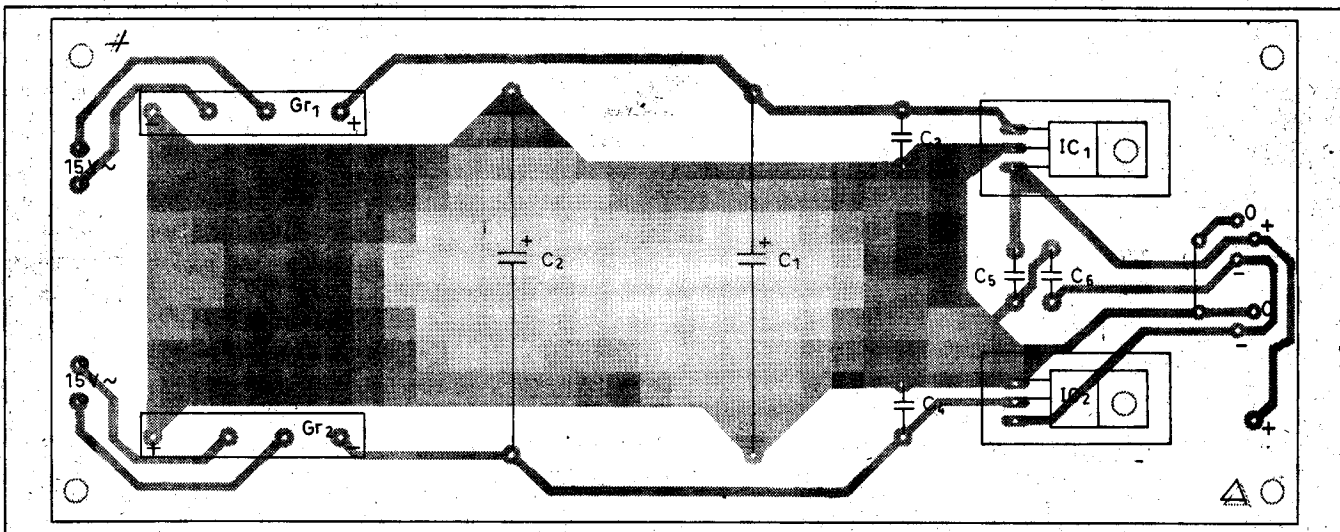
30. ábra



31. ábra



32. ábra



33. ábra

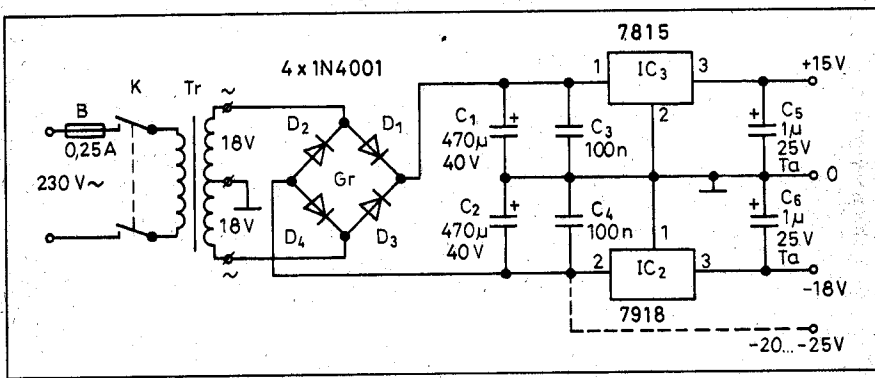
teljes kapcsolás parazita áramok elleni védelmére, vagyis a zavarűrésre a nyomtatott áramkörünkön a  $C_5$  kondenzátor alkalmazásával gondoskodtunk.

A működés megértéséhez esetlegesen felmerült további kérdések az alkalmazott IC-k adatlapjaiból, s az ott közölt jelalakokból könnyen nyomon követhetők.

**Kettős kimeneti feszültségű stabilizált tápegységek**

Az elektronikus berendezések egyik legfontosabb része a tápegység. Az



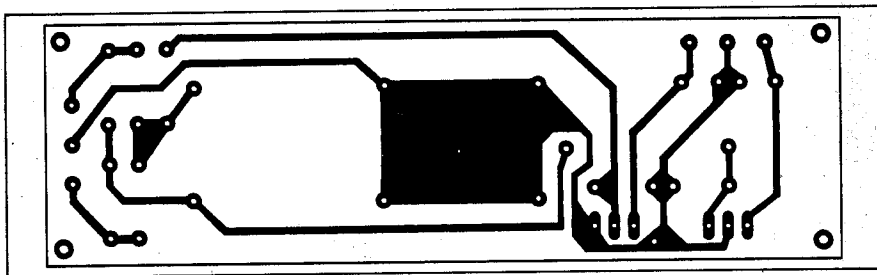


34. ábra

amatőröknek sok esetben okoz gondot az adott kapcsoláshoz megfelelő stabilizált tápegység megépítése. A következőkben elsősorban a gyors megvalósítást kedvelőknek mutatunk utánépítésre két integrált áramkörös stabilizált tápegység-kapcsolást, melyek az adott nyáklapra történő hibátlan megépítés esetén azonnal működőképeseek.

lósíthatjuk, mint ahogy az a 31.b ábrán látható.

A 34. ábrán egy hasonló áramköri kialakítású +15 V-ot és -18 V-ot adó tápegység-kapcsolást láthatunk, melynek nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajzát a 35. és 36. ábrán adtuk meg. Mindkét kapcsolásnál (a rövidzár ellen védett) kimeneti feszültségek előállítása adott, fix feszültségű integrált feszültség-szabályozók felhasználásával történik. A szabályozatlan tápfeszültségek az esetleges berezgések megakadályozása céljából mindkét kapcsolásnál a C<sub>3</sub> és C<sub>4</sub> kondenzátor segítségével áthidalásra kerültek. A tápegységek kimenetein a nagyfrekvenciás szűrésre a C<sub>5</sub> és C<sub>6</sub> kondenzátor szolgál. A kapcsolások terhelésszabályozása: 15...100 mV, bűgőfeszültség-elynyomása: 67...71 dB.

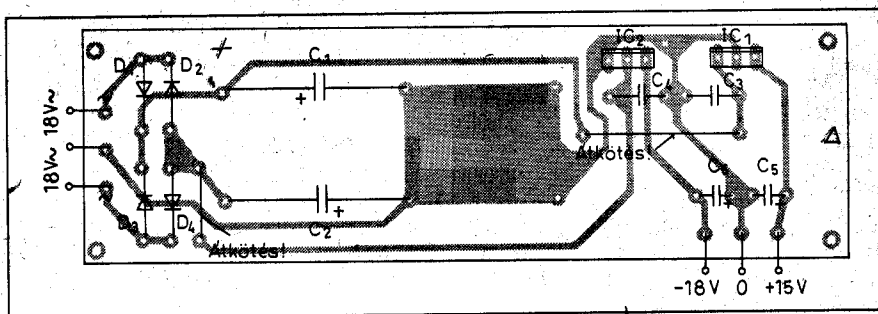


35. ábra

A 31.a ábrán 230 V/±15 V, max. 1 A terhelhetőségű stabilizált tápegység elvi kapcsolási rajzát tüntettük fel. A kapcsolás megépítéséhez alkalmas nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajzot a 32. és 33. ábrán adtuk meg.

Sok áramkör működtetéséhez egyidejűleg 5 V tápfeszültség is szükséges lehet. Ezt a 15 V feszültségből egyszerű módon két további feszültségszabályozó „után-kapcsolásával” is megva-

segek előállítása adott, fix feszültségű integrált feszültség-szabályozók felhasználásával történik. A szabályozatlan tápfeszültségek az esetleges berezgések megakadályozása céljából mindkét kapcsolásnál a C<sub>3</sub> és C<sub>4</sub> kondenzátor segítségével áthidalásra kerültek. A tápegységek kimenetein a nagyfrekvenciás szűrésre a C<sub>5</sub> és C<sub>6</sub> kondenzátor szolgál. A kapcsolások terhelésszabályozása: 15...100 mV, bűgőfeszültség-elynyomása: 67...71 dB.



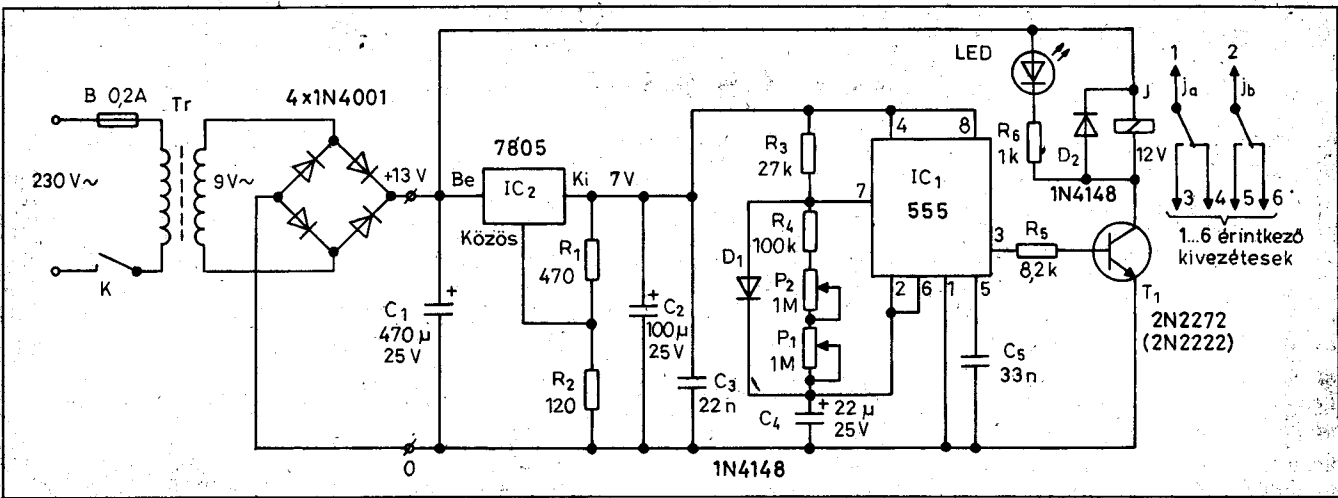
36. ábra

## Ütemadók automatikus vezérléshez

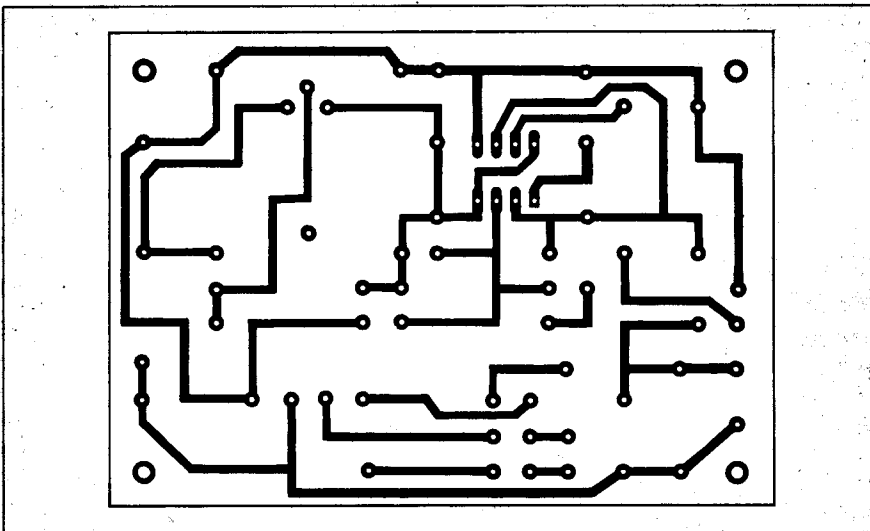
A 37. ábrán egy 230 V-os hálózati feszültségről működő ütemadó kapcsolást láthatunk. Sok olyan feladat van (pl. gépvezérlés stb.), amikor egy folyamatot ütemesen kell vezérelnünk. Ez többnyire egy nyomógomb ütemes megnyomásával történik. E kapcsolás segítségével P<sub>1</sub> és P<sub>2</sub> skálázott potenciométerrel 2...65 s közötti ütemidő állítható be. A J jelfogó ütemesen 0,8 s időtartamra húz meg s azt követően elenged.

Az ütemadó kapcsolást a pontos működés érdekében 7 V-os stabilizált tápfeszültségről tápláljuk. A kapcsolásban 7805 típusú, 5 V-os integrált feszültségszabályozót alkalmazunk. A 7 V-os kimeneti feszültséget az IC<sub>2</sub> közös pontjának az R<sub>1</sub> és R<sub>2</sub> ellenállásokból álló osztóra való csatlakoztatásával érjük el. A C<sub>1</sub> kondenzátor a hűdegyenirányító töltőkondenzátora. A stabil 7 V-os feszültség szűrését a C<sub>2</sub> kondenzátor végzi, a C<sub>3</sub> pedig az esetleges berezgéseket gátolja meg. Az ütemadó-kapcsolás +10...-15%-os bemeneti hálózati feszültségváltozás esetén is változatlan, pontos ütemben szolgáltatja a 0,8 s-os időtartamú vezérlő jeleket.

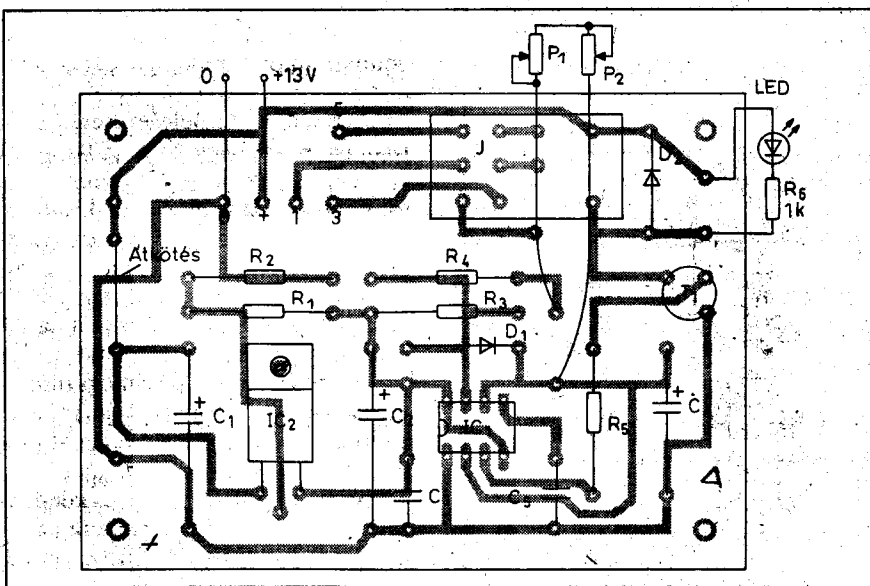
Az ütemadó áramkörben az 555 típusú IC astabil multivibrátor kapcsolásban dolgozik. A K kapcsoló bekapcsolását követően a C<sub>4</sub> kondenzátor az R<sub>3</sub> ellenálláson és a D<sub>1</sub> diódán keresztül gyorsan feltöltődik. A töltési időtartam alatt az IC kimenetén közel 7 V-os feszültség van s így a T<sub>1</sub> tranzisztor vezetővé válásával a J jelfogó meghúz. Amikor a C<sub>4</sub> kondenzátor feszültsége eléri a 7 V-ot, az astabil multivibrátor azonnal átbillen és a jelfogó elenged. Egyidejűleg ezen IC 7-es kivezetésén 0 V jelenik meg, s megkezdődik a C<sub>4</sub> kondenzátornak a P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> és R<sub>4</sub> alkatelemek és a 7-es kivezetésen át történő kisülése. Ez a kisülési időtartam a P<sub>1</sub> és P<sub>2</sub> potenciométer állásának is a függvénye. Ha a C<sub>4</sub> kondenzátor feszültsége már mintegy 2 V-ra csökken, akkor az astabil multivibrátor ismét átbillen és a folyamat újból ismétlődik. Az R<sub>4</sub> P<sub>2</sub> és P<sub>1</sub> sorosan kapcsolt alkatrészekkel párhuzamosan kapcsolt D<sub>1</sub> a P<sub>1</sub> és a P<sub>2</sub> potenciométer állásától függetlenül a J jelfogó meghúzási időtartamát. Az R<sub>3</sub> ellenállás 27 kΩ-os érténél a jelfogó meghúzási időtartama kb. 0,8 s.



37. ábra

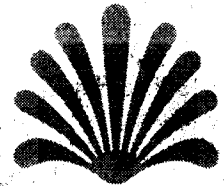


38. ábra



39. ábra

Megjegyezzük, hogy az első bekapcsoláskor a C<sub>4</sub> kondenzátor teljesen töltetlen, így az első ütemperiódus időtartama a többinél valamivel hosszabb.  
A kapcsolás nyomtatott áramköri és alkatrész-beültetési rajzát a 38. és 39. ábrán tüntettük fel.



**RÉGI**  
**ÉVKÖNYVET,**  
**LAPOT**  
**KERES?**  
Akkor:  
[hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)  
T./f.: 239-4932, 239-4933

Rejthető, vízálló, cső, infra-LED-es, tolató, fogászati, eredetvizsgáló **mini és biztonsági kamerák, tartozékok, utánvétel is!**  
**Újdonság! SONY CCD-s színes kamera optikával nettó 23.500 Ft.**  
Mennyiségi árkedvezmény!  
Viszonteladókat, telepítőket keresünk!  
Infó: 06-30/9406-843, 296-0237  
Fax: 06-1-296-0238  
E-mail: [infracontrol@pannongsm.hu](mailto:infracontrol@pannongsm.hu)

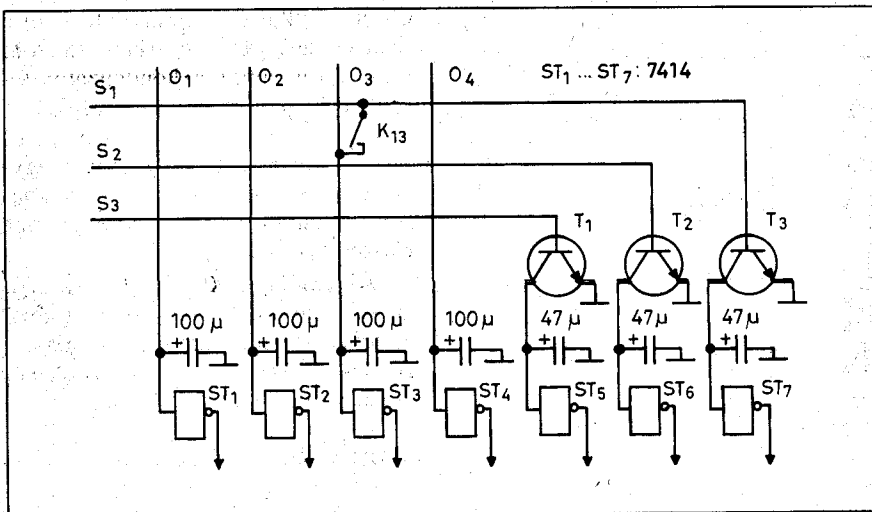
# Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk első (1990. júniusi) számától igen nagy népszerűségnek örvend az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnék minden vicc új! – elektronikabeli variánsa is igaz.

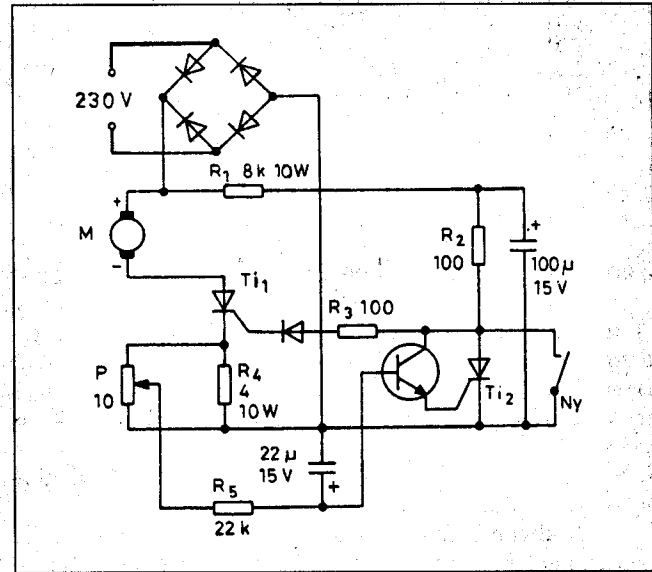
Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

## Kódozó távvezérlő-billentyűzethez

Ha egy billentyűzet kimenőjelét jelentős távolságra kell elvezetnünk, akkor célszerű lehet a nyomógombokat mátrixkapcsolásba összehuzalozni, s ehhez az 1. ábra áramkört csatlakoztatni. Így kábelereket tudunk „megtakarítani”. A példánk szerinti mennyiségek-nél maradván az egyik végükön párhuzamosan kötött összes nyomógombhoz  $4 \times 3 + 1 = 13$  ér lenne szükséges, míg ugyanez az információ mennyiség a mátrixkapcsolással  $4 + 3 = 7$  éren is továbbítható. (E megállapítások akkor helytállóak, ha kettő vagy több gomb egyidejű lenyomva tartása nem értelmezett.) A megoldás már 4 db feletti nyomógombmennyiség esetén is gazdaságos lehet.



1. ábra



2. ábra

A működést egy részpéldán át mutatjuk be. Az S<sub>1</sub> jelű sorhoz és az O<sub>3</sub> jelű oszlophoz tartozó K<sub>13</sub> jelű érintkező zárásakor az ST<sub>3</sub> Schmitt-trigger bemenete T<sub>3</sub> BE átmenetén keresztül nullszintre kapcsolódik. A trigger bemenetéből kifolyó áram T<sub>3</sub>-at telítésbe vezérli. Így ST<sub>3</sub> és ST<sub>7</sub> kimenete logikai magas (H) szintre vált, míg a többi öt trigger kimenete alacsony (L) szintű marad. A kimenet tehát „n-ből kettő” kódolású, amelyet további logikai hálózattal kell feldolgozni.

## Motorvédő kapcsolás

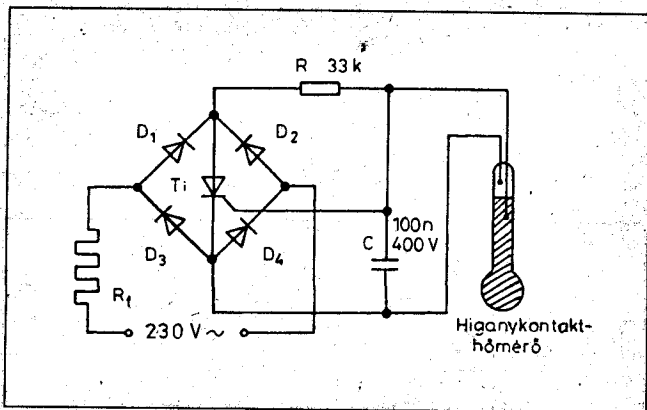
A 2. ábrán egyenáramú villamosmotort mechanikai túlterhelés és/vagy a tápfeszültség megengedhetetlen megnövekedése ellen védő áramkör látható. A motor árama a Ti<sub>1</sub> tirisztoron és az R<sub>4</sub> áramfigyelő ellenálláson át folyik.

A tirisztor részére R<sub>2</sub> és R<sub>3</sub>, valamint az utóbbival soros dióda biztosít vezérlőáramot. Az R<sub>4</sub>-en eső, a motor áramával arányos feszültséget P leosztja, mint később látni fogjuk, P így a védőáramkör érzékenységét szabályozza.

A motor túlterhelése esetén ez a leosztott feszültség, illetve R<sub>5</sub>-ön át az áram már nyitja a tranzisztort, amittől a Ti<sub>2</sub> tirisztor is nyit és kisöntöli Ti<sub>1</sub> vezérlőáramát. R<sub>5</sub> és a hozzá csatlakozó kondenzátor a motor üzemszerű felpörgésének időtartamára késlelteti a tranzisztor akkor még felesleges nyitását.

A motor túlterhelését megszüntetve, az Ny nyomógombbal az áramkör a kiindulási helyzetébe visszaállítható.

Az áramkör ellenállásai és kondenzátorai 200 W-ig terjedő motorteljesítményre és 230 V-os táphálózatra méretezettek.

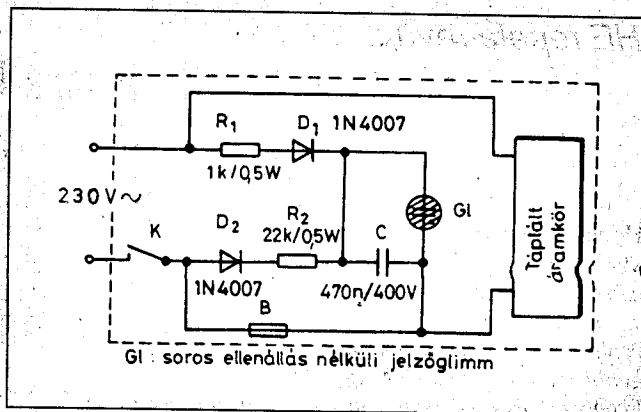


3. ábra

### Termosztát kontakthőmérővel

A higanykontakt-hőmérő csak kis árammal terhelhető, mert a higanyoszlopon átfolyó áram magát a hőmérőt is melegíti. Ha ez az áram néhány milli-ámpér alatt marad, ezzel az egyszerű eszközzel 0,1 °C érzékenységgű hőfokszabályozó készíthető.

A 3. ábrán bemutatott kapcsolásban a kontakthőmérő áramerősítőjének szerepét a Ti tirisztor látja el. Amennyiben a termosztalándó közeg – például egy helyiség levegője – hőmérséklete a hőmérő kapcsolási küszöbszintje alatti, a Ti az R-en átfolyó gate-áram hatására a hálózati feszültség minden félperiódusa elején begyűjt, így a D<sub>1</sub>...D<sub>4</sub> Graetz-híd AC átlója vezetővé válik. Ha a hőmérséklet eléri a hőmérőre jellemző küszöbszintet, a kontaktus záródik, és a gate-et rövidre zárja a katóddal. A tirisztor a kontaktus újbóli nyitásáig nem tud begyűjtani, így a diódás kapcsoló gyanánt működő híd is lezár, az R<sub>1</sub> fűtőtesten pedig nem folyhat áram.



5. ábra

A kapcsolásban alkalmazott tirisztor, illetve diódák típusát a fűtőáram határozza meg. A higanykontakt-hőmérő kímélése érdekében célszerű minél kisebb gyűjtőáramú tirisztor beépíteni.

### Az LM386 hídkapcsolásban

A Rádiótechnika évkönyve 1992 és a Rádiótechnika 1990/11-es száma részletesen ismertette az LM386 belső felépítését, műszaki adatait, kapcsolástechnikáját. Utóbbi cikk megemlíti, hogy a chip belső visszacsatolásából következően ezt az IC-t nagyon egyszerűen üzemeltethetjük hídkapcsolásban is. A 4. ábrán erre mutatunk be egy példát. A kapcsolást – eredetileg kézi hangosítóberendezéshez javasolták, de egyéb, kisebb minőségi igényeket kielégítő hangosításokhoz is alkalmas. 9 V-tal táplálva az áramkört és 8 Ω/5 W-os hangszórót használva hozza a maximális zenei teljesítmény 4 W.

Az M bármilyen nagyimpedanciájú mikrofon – akár kristálymikrofon is –

lehet. Ha az eredeti, kézi hangosító funkcióra szánjuk az áramkört, mikrofonként egy hagyományos telefonhallgató is megteszi.

### „De-luxe” biztosítékkiegészítő-índikátor

Az 5. ábrán látható nagyon egyszerű kapcsolás a Gl glimm segítségével nem csak a biztosíték kiegészít, hanem a hálózati feszültség egyéb okból történő kimaradását is képes indikálni.

Ha a készüléket a K hálózati kapcsolóval bekapcsoljuk és a Gl nem világít, a hálózaton nincs feszültség. Ha a glimm egyenletesen világít a hálózati feszültség jelen van, ha villog, a B biztosíték kiégett.

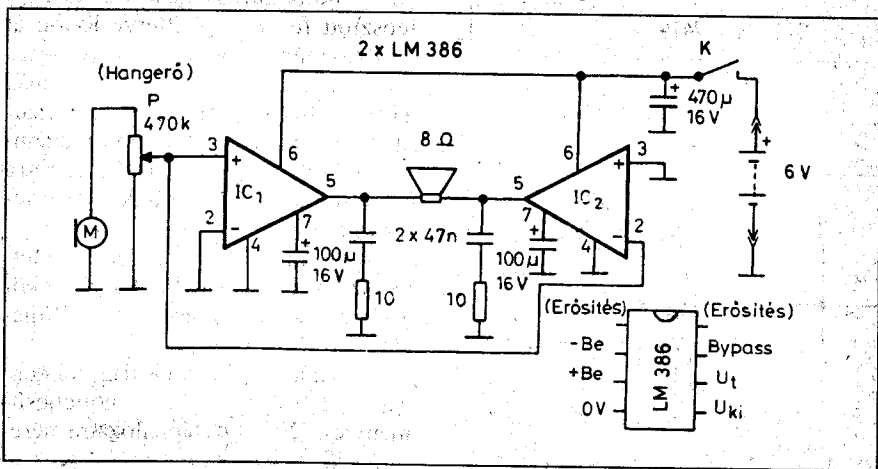
Normális működés esetén a Gl az R<sub>1</sub>–D<sub>1</sub> soros tagon keresztül a C által szűrt egyenfeszültségre kapcsolódik (ha a B nem szakadt) és a glimm világít.

Ha a biztosíték kiégett, a ködfénylámpa áramellátása ezen keresztül megszűnik, helyette a D<sub>2</sub>–R<sub>2</sub>-n és a készüléken keresztül folyik az áram. A C-t a D<sub>2</sub> által egyenirányított áram a relatíve nagy értékű R<sub>2</sub>-n keresztül tölti mindaddig, amíg a kondenzátor feszültsége a Gl gyűjtőfeszültségét el nem éri. A glimm ekkor begyűjt és kisüti a kondenzátort. Ez az igen egyszerű fűrészgenerátor ilyen módon periodikusan üzemel, a ködfénylámpa eközben villog.

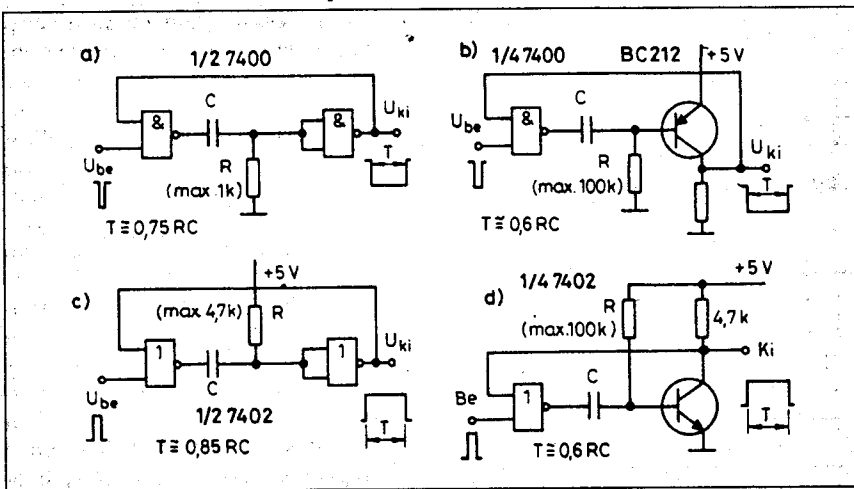
A bemutatott kapcsolás csak a II. érintésvédelmi osztályra vonatkozó előírások szerint megépített (kettős szigetelésű) készülékekhez használható, csak azokba építhető be!

### Monostabilok TTL IC-vel

A 6.a ábrán a hagyományos, NAND kapukból (7400, 74LS00) álló mono-



4. ábra



6. ábra

stabil láthatjuk. Indítása negatív TTL-impulzussal történik, a kimenete kvázistabil állapotban L szintű.

Hasonló áramkör NOR kapukból (7402, 74LS02) is építhető, mint ahogy azt a 6.c ábra mutatja. Ennél az indítás pozitív impulzussal történik, a kimeneti jel aktív H szintű. A fenti két áramkör kimeneti kapuja szükség esetén 7404 vagy 74LS04 inverterrel is helyettesíthető.

Mindkét kapcsolás hátrányos tulajdonsága a jelentős tápfeszültség- és hőmérsékletfüggés. További hátrányuk ezen áramköröknek, hogy általában jóval 1 s alatti időzítésekhez célszerű használni azokat, mert az időzítőtag R ellenállása a TTL bemenetek sajátosságai miatt alacsony értékre korlátozott.

Mindezen problémák megkerülhetőek úgy, hogy a kimeneti kapuk helyett tranzisztort alkalmazunk (6.b, 6.d ábra). A kvázistabil állapot időtartama a kapcsolási rajzok alatt található közelítő formulákkal számítható. R-t ohmban, C-t farádban behelyettesítve a kimeneti impulzus szélességét szekundumban kapjuk.

Az alkalmazásnál tekintettel kell lenni arra, hogy a bemutatott áramkörök csak akkor működnek a számított időzítéssel, ha az indítóimpulzus szélessége legalább egy nagyságrenddel kisebb, mint a kimeneti impulzusé.

### Tirisztoros szakadásvizsgáló

Egy szokatlan kapcsolástechnikájú akusztikus szakadásvizsgálót mutatunk be a 7. ábrán. Ha a tapogatócsúcsok rövidzárba kerülnek vagy azok közé legfeljebb 1 kΩ-os ellenállást ik-

tatunk, a C kondenzátor a B „rádiótelepről” az R ellenálláson és a vele sorba kapcsolódó vizsgált ellenálláson (vagy rövidzáron) keresztül töltődni kezd. A töltési folyamat addig tart, amíg a trimmer-potencióméterrel leosztott és a tirisztor gate-jére kerülő feszültség azt be nem gyűjti. A tirisztor ekkor a hangszórón keresztül kisüti a kondenzátort, majd a folyamat kezdődik előlről. Végző soron a hangszóró meglehetősen erős hangot sugároz.

A kapcsolás a megadott típuson kívül bármilyen kisteljesítményű, alacsony gyűjtőfeszültségű tirisztorral működőképes. Az érzékenységet a trimmer-potencióméterrel állíthatjuk be.

### Feszültségátalakító varikaphoz

Transzformátor nélküli egyenfeszültség-növelő kapcsolás látható a 8. ábrán, amelyet az RFT cég alkalmazott a rádióvevőiben, az URH FM hangolást szolgáló varikapokhoz.

A – szinte tetszőleges típusú, kisteljesítményű, szilícium – tranzisztorok

egyszerű impulzusgenerátort alkotnak. Ennek kimenetére feszültségtöbbszörös csatlakozik. Tekintettel a feszültségviszonyokra, valamint a minimális kimenetiáram-igényre, a diódák helyére célszerű germánium típusokat beépíteni.

A kimeneti feszültséget egy további áramkörrel célszerű stabilizálni, hogy a varikapokhoz megfelelő stabilitású hangolófeszültség álljon rendelkezésünkre.

### Lépcsőfeszültség-generátor

Műszerekben, automatikai készülékekben szükséges lehet az idő függvényében lépcsőzetesen változó periodikus vezérlőjel. Ennek előállítására (K<sub>1</sub>), s egyben frekvenciaosztására (K<sub>2</sub>) szolgál a 9. ábra áramköre.

A bemeneti jel alacsony szintje idején meginduló bázisáram nyitja a T<sub>1</sub> tranzisztort, amely áramgenerátorként tölti a C<sub>1</sub> kondenzátort. A kondenzátoron lineárisan és meredeken emelkedő („majdnem függőleges”) feszültségugrás keletkezik. Az egyes ugrások értéke addig halmozódik, amíg a T<sub>2</sub> és a T<sub>3</sub> tranzisztorokból álló, tulajdonképpen UJT-t helyettesítő kapcsolóáramkör egy meghatározott feszültség szinten lavinaszerűen kinyit és kisüti a C<sub>1</sub>-et.

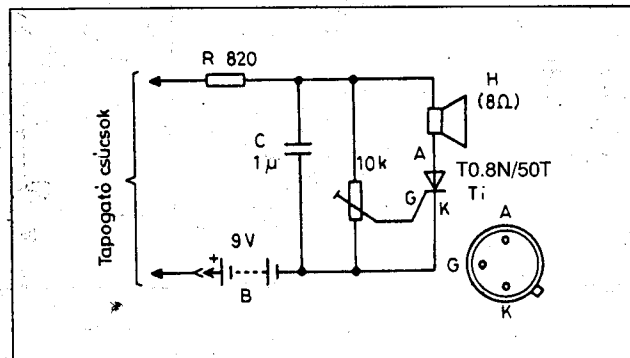
Mint az ábrából látható, a bemeneti jel magas szintjéhez a lépcsőfeszültség vízszintes szakaszai tartoznak.

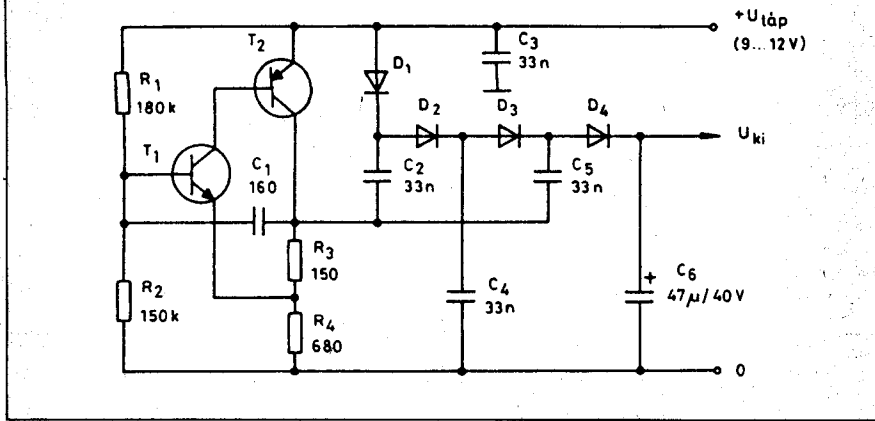
### ±U kettős tápegység

A gyakorlatban szükségünk lehet rá, hogy például egyetlen szárazelemről vagy akkumulátorról földszimmetrikus s egyben dupla értékű tápfeszültséget nyerjünk. E célra szolgál a 10. ábra kapcsolása.

Az IC astabil multivibrátorként periodikus négyszög-kimenőjelet szol-

7. ábra





8. ábra

gáltat. A frekvenciát a 100 kΩ-os, a kitöltési tényezőt a 6,8 kΩ-os trimmerpotencióméterrel lehet változtatni. A két tranzisztor, melyek célszerűen komplementerpárok, felváltva, ellenütemben nyit-zár, így a kimeneti kondenzátorok egyenként közel a tápfeszültségre töltődnek fel. A teljes tápfeszültséget nem tudjuk elérni, mivel a tranzisztorokon és a kimeneti diódákon is esik némi feszültség.

A 100 nF-os kondenzátor stiroflex vagy monolit típusú, a három jelöletlen kapacitás minél nagyobb értékű monolit (tömb-) kondenzátor legyen.

### Hétféle stabilizátor

„Elfekvő alkatrészekből” gyorsan és egyszerűen készíthetünk feszültségstabilizátort például a 11. ábra szerint. A T<sub>1</sub> típusa 2–3 A kimeneti áram mellett pl. BD242, 5–6 A-nél pl. BD244 vagy akár egy öreg germánium

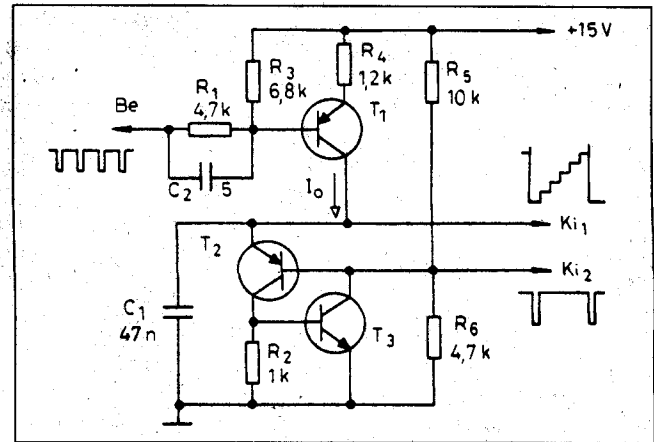
ASZ1015...1018 is lehet. T<sub>2</sub> helyén BFY33, BC301, 2N2219, illetve más hasonló típus alkalmazható. A bármilyen típusjelű, kisteljesítményű Z-dióda névleges feszültsége kb. 0,6 V-tal haladja meg a szükséges kimeneti feszültséget.

A kapcsolásból láthatóan a kimeneti egyik pontja azonos a teljesítménytranzisztor kollektorával. Ha áramkörünk a testhez képest negatív stabilizált kimeneti feszültséget kell hogy szolgáltatson, akkor a jó hűtés céljából a tranzisztort a készülék fémházára galvanikusan is felszerelhetjük. Ezen előnyről pozitív feszültség igénye esetén sem kell lemondanunk: az ábrázoltakhoz képest ellentétes struktúrájú tranzisztorokat (npn helyett pnp-t és viszont) kell alkalmaznunk, s a zener és az elkő polaritását is meg kell cserélnünk. Természetesen a bemeneti oldal (a nyersfeszültség) mindkét esetben testfüggetlen („földfüggetlen”) kell legyen.

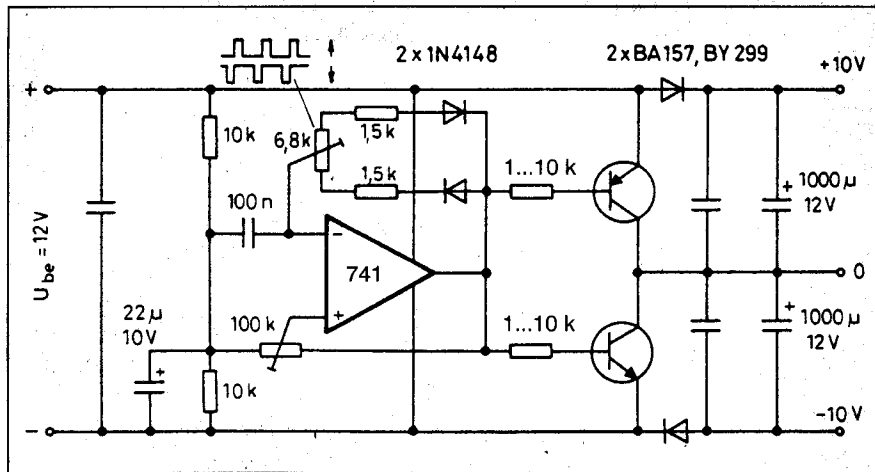
A kifejezetten egyszerű kapcsolás kimeneti rövidzárlat, túlterhelés elleni védelmet nem tartalmaz.

### Nagystabilitású áramgenerátor

A 12. ábrán bemutatott komplementer-szimmetrikus kapcsolású áramge-



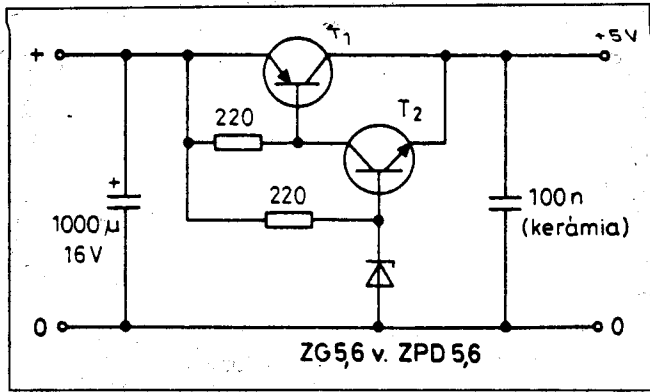
9. ábra



10. ábra

nerátor hőfokfüggése az amatőrök számára hozzáférhető alkatrészekből házilag kivitelezett hasonló célú áramkörök közül talán a legjobb. (Ebben a tekintetben megelőzi a közismertebb FET-es, illetve LED-es előfeszítésű tranzisztoros vagy a stabilizátor IC-s kapcsolásokat.)

A nagy hőfokstabilitás a két, egymást kölcsönösen előfeszítő, önmagukban is hőfokkompenzált tranzisztoros áramgenerátornak köszönhető. A T<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, illetve a T<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> egy-egy „hagyományos” kapcsolású áramgenerátort alkotnak, amelyeken átfolyó áramot a 2000-es RT ÉK 256. oldalán bemutatott LED-es előfeszítéses áramkörnél leírtak szerint határozhatjuk meg (U<sub>d</sub> ez esetben kb.



11. ábra

1,3 V lesz.) Az egyik tranzisztor bázis-feszültségét biztosító diódákon a másik konstans kollektorárama folyik át. A két tranzisztor nyitóirányú előfeszítést az  $R_3$  végzi.

A megadott  $R_1$ ,  $R_2$  ellenállásértékekkel az  $I_1$  és az  $I_2$  kollektoráram 10–10 mA-re adódik. A kétpólus eredő áramát e két áram összege adja. Az ellenállások módosításával ettől eltérhetünk, de figyelemmel kell lennünk a diódák terhelhetőségére.

### Analog jelek átvitele optocsatolóval

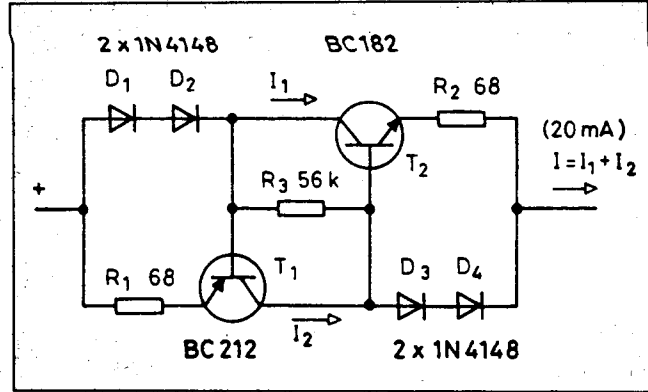
A Rádiótechnika 1990/9. számában olvashattunk az analog jelek optocsatolt erősítővel történő átviteléről. Ez akkor szükséges, ha az egyes fokozatok között valamilyen okból nem lehet közvetlen galvanikus kapcsolat (nagy potenciálkülönbségek, földhurok okozta gerjedések és egyéb okok).

A legtöbb, analog IC-eket, hibrid-áramköröket gyártó cég katalógusában

megtalálhatók ilyen célú modulegységek, általában „Isolation Amplifier” elnevezéssel. Ezekben – lévén az átvitel linearitásával szemben támasztott követelmények szigorúak – feszültség/frekvencia, ill. frekvencia/feszültség konverziót alkalmaznak, a csatolóelem pedig egy miniatűr toroidtranszformátor. Ha az átvitel linearitására nézve némi engedményt teszünk, akkor sokkal egyszerűbben, olcsóbb eszközökkel is célt érünk.

Az optocsatolt erősítő linearizálása a visszacsatoló ágban elhelyezett, a leválasztást biztosító optocsatolóval azonos típusú és karakterisztikájú optocsatolóval történik, mint ahogyan azt a hivatkozott cikk részletesen ismertette.

A 13. ábrán látható kapcsolás abban tér el a Rádiótechnikában közöltektől, hogy ebben az áramkörben nem a kimenetet, hanem a bemenetet választjuk le. A leválasztást az  $OP_1$  végzi, a nonlinearis karakterisztika kompenzálására  $OP_2$  szolgál. Az erősítő ofszet-feszültsége P segítségével nullázható.

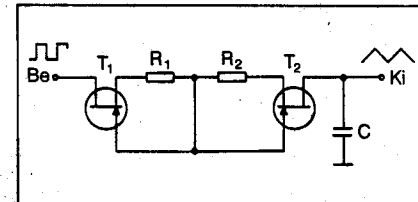


12. ábra

Az áramkör kimeneti impedanciája  $1\text{ k}\Omega$  ( $R_4$ ).

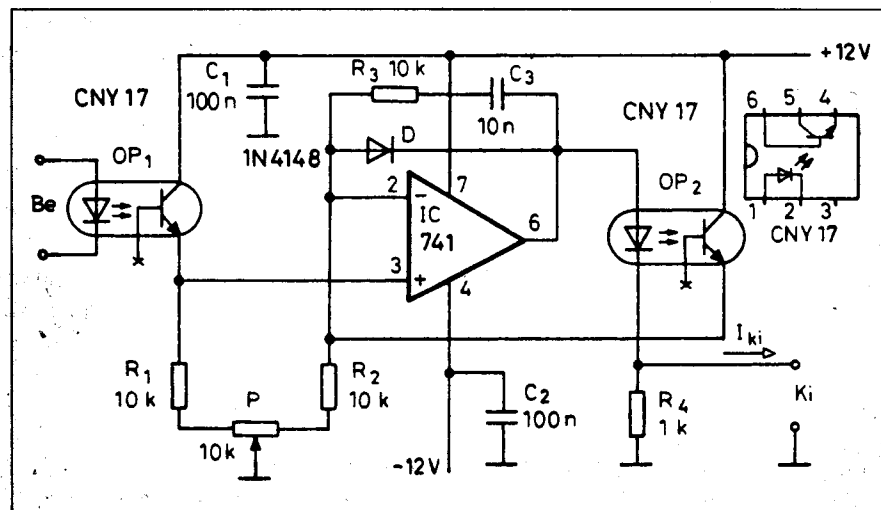
### Négyszög/háromszög konverter

Ha egy kondenzátort konstans árammal ciklikusan feltöltünk és kisütünk, akkor a kondenzátor kapcsain lineáris fel- és lefutású háromszöglelet kapunk. A 14. ábra ezen alapelv rendkívül egyszerű és frappáns gyakorlati megvalósítását mutatja be.



14. ábra

A kapcsolás szinuszos vagy négyszögrezgést alakít át háromszögrezgéssé. A C kondenzátort két „szembekapcsolt” FET-es áramgenerátor tölti, illetve sűti ki. A bemeneti feszültség pozitív félhulláma alatt a  $T_1$ - $R_1$  áramgenerátor, a negatív félhulláma alatt a  $T_2$ - $R_2$  aktív. Az éppen nem aktív FET nyitóirányban előfeszített diódaként viselkedik. A háromszöglelet szimmetriája  $R_1/R_2$  arányával állítható be.



13. ábra

**RÉGI**  
**ÉVKÖNYVET,**  
**LAPOT**  
**KERES?**  
Akkor:  
hambazar@radiovilag.hu  
T./f.: 239-4932, 239-4933





Az ELMŰ Rt. – igazodva fogyasztói igényeihez – fokozatosan átalakítja ügyfélszolgálati rendszerét és áttér a telefonos és internetes ügyintézésre. A számlabefizetések kivételével gyakorlatilag ma már nincs olyan ügy, amit ne lehetne telefonon, otthonról elintézni.

Egyre népszerűbb az ELMŰ telefonos ügyfélszolgálat, amely helyi tarifával hívható és az ügyek nagyobb részét már ott intézik. A

## **Telecentrum**

munkatársai a

**06-40-38-38-38**

számon készséggel állnak rendelkezésre bármilyen, számlázással, számlafizetéssel, szerződéskötéssel, hibabejelentéssel kapcsolatos ügyben.

**elmű**  
a pozitív energia





HQ & NEDIS Kft.

Elektronikai alkatrészek és kiegészítők áruháza

Minden, ami az elektronikai áramköreépítéshez és javításhoz szükséges

## 2003-as COBRA modellek

Hatósági engedélyhez nem kötött, egyszerű, könnyen kezelhető családi rádió adó-vevők.

A rádiók főbb jellemzői:

- 8 csatorna (446.00625 - 446.09375 MHz)
- Max 3 km-es hatótávolság
- Hívásjelzés
- Hatótávolság növelő funkció
- Nincs szerviz költség
- A hívás végét hangjelzéssel nyugtázza
- Rugalmas antenna- 500mW kimeneti teljesítmény

Az MT700 és az MT900 további jellemzői:

- 8 csatorna és 38 CTCSS
- 38 csatorna
- Hangvezérlésű adásindítás

Cím: 1191 Budapest, Corvin krt. 7-13

Nyitvatartás: Hétköznapokon 8:30 - 17:00

E-mail: [rendeles@hqnedis.hu](mailto:rendeles@hqnedis.hu) Honlap: <http://www.hqnedis.hu>

**Telefon : 282-9880 Fax : 282-9589**