E 870

HÍRADÁS-TECHNIKA

A HÍRADÁS-TECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

6

XXII. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM, 161—192. OLDAL, BUDAPEST, 1971. JÚNIUS HÓ

1971. június, XXII. évfolyam, 6. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. BERCELI TIBOR: A mikrohullámú összeköttetések fejlődési irányai 161
Könyvismertetések 164
DR. PÁLINKÁS JENŐ: A műszaki kutató-fejlesztő munka hatékonyságát befolyásoló tényezők kutató-fejlesztő intézetekben 165
Pályázati felhívás 168
DR. SZÉKELY VLADIMIR: A dekonvolúció és technikai alkalmazásai 169
DR. GSCHWINDT ANDRÁS: Új irányzatok a A3 üzemmódú műsorszóró adóberendezések tervezésében 178
Egyesületi hírek 182
A. MARTIN: Új irányzatok a katódsugárcsövek alkalmazásában a katódsugárcsöves kijelző 183
Szemle 189
Tartalmi összefoglalások 190
Обобщения 190
Summaries 191
Zusammenfassungen 191
Résumés 192

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA főszerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, DR. SÁRKÖZI GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, DR. FLESCH ISTVÁN, DR. RUPPENTHAL PÉTER szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, II., Mártírok útja 85. I. em. 140. Telefon: 183-772 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon 113-027

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

INDEX: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest V., József nádor tér 1.) vagy közvetlenül postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: félévre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest, 62.

71.6027 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

DR. BERCELI TIBOR
Távközlési Kutató Intézet

A mikrohullámú összeköttetések fejlődési irányai*

ETO 621. 373.5.029.6:621.385.6

A mikrohullámú összeköttetések világviszonylatban a távközlő rendszerek egyik leggyorsabban fejlődő ágazata. Igen jelentős kutatási apparátus tevékenykedik ezen a területen. Az elért eredményekről sok publikáció tanúskodik [1—3]. A gyártási volumen évről évre nagymértékben növekszik.

A fejlődés párhuzamosan több téren megy végbe: új eszközök és új áramkörök kifejlesztése, új rendszertechnikai megoldások alkalmazása, a megbízhatóság növelése, a méretek csökkentése, a szolgáltatások és a választék bővülése, valamint új frekvencia-sávok elfoglalása jelenti a főbb eredményeket.

1. Eszközök és áramkörök

A mikrohullámú összeköttetések terén az utóbbi néhány évben a csöves áramköröket gyakorlatilag teljes mértékben felváltották a félvezetős áramkörök. Ma már csak 1 W feletti adóteljesítmény előállítására használnak csövet, mégpedig elsősorban haladó hullámú csövet, esetleg klisztront. Ugyanis jelenleg nincs még olyan folyamatos üzemű félvezetős mikrohullámú oszcillátor vagy erősítő, amely 1 W feletti teljesítmény leadására képes lenne a megkívánt szigorú átviteli paraméterek teljesítése mellett.

Igen nagy erővel folyik a félvezető eszközök fejlesztése nagyobb teljesítmény és magasabb üzemi frekvencia elérése érdekében. Ugyanakkor a haladóhullámú csövek és klisztronok terén is láthatunk fejlődést, elsősorban az élettartam, a hatásfok és a teljesítmény növelése van napirenden.

1.1. Az adóteljesítmény előállításának lehetőségei

Az eddigi szokásos 5—10 W adóteljesítményt az új haladóhullámú csövekkel vagy klisztronokkal 15—20 W-ra lehet emelni. Ez kétféleképpen hasznosítható: vagy az összeköttetés fading-tartalékát lehet növelni, vagy az antenna méretét lehet csökkenteni.

A törekvés azonban igen erős abban az irányban, hogy a berendezések az adó oldalon is félvezetős kivitelűek legyenek. A nagyobb kapacitású teljesen félvezetős FM berendezésekben általában frekvencia-sokszorozókkal nagyteljesítményű helyijelet állítanak elő, amire az átviendő információt jó hatásfokú adókeverő ülteti rá. Az adókeverő kimenő jele szolgáltatja a berendezés adóteljesítményét. Az ilyen berendezések két fő problémája: a helyiteljesítmény növelése és a keverési hatásfok javítása. Mindkét probléma megoldásához a jelenleginél nagyobb disszipációt elviselő és magasabb határfrekvenciájú varaktor diódák szükségesek. Különösen nagy jelentősége van a hatásfok javításának mind a frekvencia-sokszorozók, mind az adókeverők vonalán, mivel a disszipáció növelésének lehetőségei korlátozottak.

Kis kapacitású berendezéseknél adókeverőt általában nem használnak. Az átviendő információt rendszerint a frekvencia-sokszorozók elején elhelyezett fázismodulátorral ültetik a vívőfrekvenciára. Ily módon az adókeverő vesztesége nem csökkenti az adóteljesítményt. A modulált vivőfrekvencia átvitele a sokszorozóláncon azonban csak kis kapacitású rendszereknél lehetséges, mivel ezek nem igénylik szigorú átviteli követelmények teljesítését.

Félvezetős áramkörökkel jelenleg legfeljebb 1 W-os adóteljesítmény állítható elő. Ilyen teljesítménnyel televízió műsor átvitele vagy 960 egyidejű távbeszélő összeköttetés létesítése oldható meg a szokásosnál kisebb fading-tartalékkal vagy nagyobb antennamérettel. A további fejlődés részint az adóteljesítmény növelése, részint a vevő zajtényezőjének a csökkentése irányába mutat.

1.2 A vevőberendezések zajtényezőjének csökkentése

A vevők zajtényezője még a közelmúltban is meglehetősen magas, 9—10 dB körül volt. A zajtényező csökkentése érdekében több úton indultak el.

* A cikk a szerzőnek a Magyar Tudományos Akadémia Távközlési Rendszerek Bizottsága részére kidolgozott tudományos helyzetképe alapján készült.

Beérkezett: 1970. XII. 17.

Legkedvezőbbnek ígérkezett zaj szempontjából a parametrikus előerősítő alkalmazása, mellyel szobahőmérsékleten 2—3 dB eredő zajtényező érhető el. A parametrikus erősítő nagy hátránya azonban hogy pumpáló jelet igényel az üzemi frekvenciánál háromszor, négyszer nagyobb frekvencián. Ennek a jelnek az előállítására korábban még csak klisztron-oszcillátor állt rendelkezésre, melynek élettartama nem volt kielégítő. A problémát nehezítette még, hogy az áramkör megfelelő üzeméhez frekvencia- és szintszabályozóra van szükség. Végül is a földi mikrohullámú összeköttetésekben a parametrikus előerősítő bonyolultsága miatt nem nyert alkalmazást.

Az előzőekkel szemben szinte kizárólagos alkalmazást nyert a parametrikus erősítő a műholdas összeköttetések földi vevőberendezéseiben, mégpedig hűtött megoldásban. Az erősítőt folyékony héliummal hűtve 20—30 °K effektív zajhőmérsékletet lehet elérni, mely érték a műholdas összeköttetéseknél teljes mértékben kielégítő. Rendszerint két hűtött parametrikus erősítőt kapcsolnak láncba, melyeket szobahőmérsékleten működő parametrikus és esetleg alagútdiódás erősítők követnek. Ilyen megoldással a kis zajtényező mellett nagy erősítés és nagy sávszélesség érhető el. A láncba kapcsolt erősítők pumpálását közös generátor biztosítja.

A vevő zajtényező csökkentése céljára megfelelő megoldás az alagút-diódás előerősítő alkalmazása is. Ennek nagy előnye, hogy egyszerű felépítésű, ugyanakkor a zajtényezője is viszonylag kedvező, 5—6 dB. Egyetlen hátránya, hogy a telítési szintje elég alacsony és ezért csak kis vevő jelszint esetén alkalmazható. Elsősorban a teljesen félvezetős berendezésekben használják, melyeknél a kisebb adóteljesítmény miatt a vevőszint is alacsonyabb.

Az utóbbi években jelentős javulás tapasztalható a vevőkeverő áramkörök zajtényezője terén is. Ennek kettős oka van: egyrészt a kisebb keverési veszteségű Schottky—Barrier típusú diódák kifejlesztése, másrészt az áramköri veszteségek csökkentése reaktáns tükörfrekvenciás lezárás alkalmazásával. Az új diódákkal és az új áramköri megoldásokkal sikerült a vevőkeverők zajtényezőjét 6—7 dB-re lecsökkenteni.

2.3 Mikrohullámú félvezetős oszcillátorok

A fejlődés további nagy eredménye a közvetlen mikrohullámú félvezetős oszcillátorok megjelenése. Először a Gunn-diódák, majd a lavina- (IMPATT)-diódák, legújabban pedig a TRAPATT-diódák kifejlesztésével nyílt lehetőség közvetlen mikrohullámú oszcillátorok építésére. A Gunn- és a lavina-diódák általában 6—7 GHz feletti frekvenciákon üzemeltethetők, míg a TRAPATT-diódák 1 GHz körüli frekvenciákon. Ezeknek az eszközöknek a hatásfoka viszonylag kedvező. A Gunn-diódákkal 3—5%-os, a lavina-diódákkal 5—8%-os hatásfok érhető el oszcillátor üzemben. A TRAPATT-diódáknál alkalmazható anomális üzemmódban sikerült 40% körüli hatásfokot is elérni.

A mikrohullámú félvezetős oszcillátorok legfőbb előnye, hogy egyszerű felépítésben és kis méretekkel vitelezhetők ki. Emellett azonban sok probléma is jelentkezik. Az egyik legfőbb nehézséget a viszonylag magas zajszint okozza. A Gunn-diódák FM zaja 10—12 dB-lel, a lavina-diódáké pedig 20—25 dB-lel nagyobb a klisztronos szignálgenerátorok FM zajánál. Ugyancsak problémát okoz a frekvencia-stabilitás biztosítása, mivel a félvezetős oszcillátorok hőfokfüggése meglehetősen nagy.

Mindkét probléma jelentősen csökkenthető az oszcillátor szinkronizálásával. Ha kiszajú és megfelelő frekvencia-stabilitású jellel szinkronizáljuk a félvezetős oszcillátorokat, akkor az FM zaj jelentősen csökkenthető és a frekvencia-stabilitás nagymértékben javítható. A szinkronizált Gunn-diódás oszcillátorokkal elérhető a mikrohullámú összeköttetésekben megkívánt kis zajszint és nagy frekvenciastabilitás. A lavina-diódás oszcillátoroknál azonban a szinkronizálás sem hoz elegendő javulást.

A mikrohullámú félvezetős oszcillátorok zajának csökkentése az oszcillátor-üreg jósági tényezőjének a növelésével is elérhető. A frekvencia-stabilitás javítása pedig invár anyagból készített oszcillátor-üreg alkalmazásával is megvalósítható.

A teljesítmények szempontjából tekintve a Gunn-diódás oszcillátorok a jelenlegi 100—200 mW-os teljesítményükkel a vevő helyi jelének és a kis kapacitású berendezések adójelének az előállítására alkalmasak. A lavina-diódás oszcillátorok 500—700 mW-os teljesítménye ugyan nagyobb, mint a Gunn-diódáké, de még mindig nem elegendő a közepes vagy nagy kapacitású rendszerekhez. Remény van azonban mind a Gunn-, mind a lavina-diódák teljesítményének a növekedésére.

Az áramkörök fejlesztése szempontjából nagy jelentősége van a számítógépes tervezési módszerek alkalmazásának. A számítógépeket ezenkívül a működési viszonyok vizsgálatára lehet előnyösen felhasználni, amivel számottevő kísérleti munka takarítható meg. Ugyancsak nagy haszonnal jár az áramköri paramétereknek számítógéppel való optimalizálása.

2. Rendszertechnikai megoldások

Jelenleg széleskörűen a frekvencia-modulált rendszerek terjedtek el. Sikeres munkák folytak azonban más modulációs rendszerekkel is. Elsősorban a digitális fázis-moduláció ígér sok előnyt. Két és négy fázisállapotú rendszereket dolgoztak ki igen nagy sebességű fáziskapcsolókkal. A digitális fázismoduláció egyik előnye, hogy az adókeverő áramkör helyett fázismodulátort használ, melynek vesztesége kisebb, s ily módon az előállított mikrohullámú teljesítmény jobban hasznosítható. Ugyanakkor a rendszer zajérzékenysége is kisebb, ami a félvezetős megoldások számára kedvezőbb. Hátránya viszont, hogy az átviteli sáv iránti igénye nagyobb.

Másik rendszertechnikai újdonság, hogy olyan összeköttetéseket fejlesztettek ki, amelyekben az állomások közötti távolságot csökkentették, melynek eredményeként a fading gyakorisága is csökkent. A berendezéseket igen egyszerű és kisméretű kivitelben készítették el, s csak egy mikrohullámú csatorna átvitelére alkalmasak. Ezek a rendszerek teljes mértékben félvezetősek és erősen integráltak.

Az adóteljesítmény nem nagy, 10—100 mW. A berendezést lezárt doboz tartalmazza és kisméretű antennával összeépítve nem túlmagas oszlop tetejére szerelik fel. A kisebb állomástávolság miatt több berendezésre van ugyan szükség, de ez megtérül a berendezés olcsó kivitele miatt. Az átviteli kapacitás viszont nem nagy.

Az előbbivel éppen ellentétes követelményeknek megfelelően dolgozták ki a hullámvezetős mikrohullámú összeköttetéseket. Ezeknél a rendszereknél körkeresztmetszetű többmódusú csőtápvonalban történik a jel terjedése az adó és a vevő berendezés között. A hasznosított hullámforma TE_{01}, amely igen kis csillapítással terjed. Egyidejűleg gondoskodni kell a többi módus elnyomásáról, mivel ezek torzítást okoznak. Ez az átviteli mód igen nagy kapacitású rendszer kiépítését teszi lehetővé és így elsősorban „trunk" összeköttetések céljára alkalmas. Nagy előnye, hogy a hullámterjedés zárt térben történik, tehát nem foglal el a szabad térben egyébként is szűkösen rendelkezésre álló frekvenciasávokból egyet sem. Hátránya, hogy a hullámvezetőt az összeköttetés teljes hosszában le kell fektetni, ami meglehetősen költséges, különösen a nagyvárosok belső részein. Nagy csatorna-kapacitásra pedig elsősorban ilyen területeken van szükség. A hullámvezetős összeköttetések tehát igen nagy kapacitásúak, több tízezer távbeszélő csatorna átvitelére alkalmasak Ilyen rendszerre azonban jelenleg csak viszonylag rövidebb távolságok áthidalásánál van szükség.

Az igen nagy, többezer kilométeres távolságok áthidalására az utóbbi években műholdas mikrohullámú összeköttetéseket fejlesztettek ki. A műholdas hírközlés gyors fejlődésnek indult és várhatóan az igen nagy távolságok áthidalásánál döntő szerepe lesz. Ugyancsak széleskörűen felhasználható lesz egy-egy hírközlési terület belső hírforgalmának a lebonyolításában. Ily módon a műholdas összeköttetésekkel hírhálózatok kiépítésére számíthatunk, melyekben nagy jelentősége lesz a többszörös hozzáférésű rendszereknek. Ez utóbbiak közös vivőellátással üzemelnek. A műholdon elhelyezett berendezéseknél fő szempont az élettartam növelése és a hatásfok javítása. A földi berendezéseknél viszont igen nagy teljesítményű adókra és nagyon kiszajú vevőkre van szükség.

3. Megbízhatóság, méretek

A megbízhatóság növelése alapvető fontosságú kérdés, mivel a berendezések és az azokból felépített hálózatok bonyolultságának növekedésével a meghibásodás valószínűsége csak akkor nem nő, ha az alkatrészek és egységek megbízhatósága kellő mértékben javul. Az egyes elemek megbízhatóságának a növelésén túlmenően nagy szerepe van az áramkör-megbízhatóság javításának. Ilyen szempontból is jelentős az integrált áramkörök alkalmazása.

A kisfrekvenciás és kis sávszélességű egységekben a monolit integrált áramkörök terjednek rohamos gyorsasággal. A középfrekvenciás és nagyobb sávszélességű egységekben a vastagréteg vagy vékonyréteg áramkörök használatosak hibrid megoldásban. Ezeknek az áramköröknek az előállítása már nagy sorozatokban folyik.

A mikrohullámú frekvencia-tartományban is megjelentek a vékonyréteg áramkörök. Ezeknél szalagvonalas megoldást használnak oly módon, hogy a szalagvonal két vezetőjét valamilyen dielektrikum két oldalára viszik fel. A dielektrikum alumíniumoxid kerámia, mesterséges zafír vagy nemmágneses ferrit lapka. A vezetőréteg felvitele rendszerint vákuum-párologtatással történik. A mikrohullámú integrált áramköröknek sok előnyük mellett számottevő hátrányuk is van, nevezetesen az, hogy a csillapításuk viszonylag nagy. Emiatt, elsősorban a kis szelektivitású áramkörök készíthetők ilyen kivitelben, ahol is a veszteségeknek nincs döntő szerepük.

Az integrált áramköröknek további előnyös tulajdonsága a kis terjedelem. Alkalmazásukkal a berendezésméretek jelentősen csökkenthetők. Ez különösen a kis és közepes kapacitású rendszereknél érdekes, mert lehetőséget ad az antennának és a berendezéseknek az egybeépítésére.

A méretcsökkentés szempontjából nagy szerepe van az antennának. Sok esetben törekszenek az antenna méretének csökkentésére még olyan áron is, ha emiatt az adóteljesítményt meg kell növelni.

4. Szolgáltatások, választék

A mikrohullámú összeköttetések szolgáltatásai állandóan bővülnek. Átvitelre kerülnek: fekete-fehér és színes televízió műsorok egy vagy több kísérő hangcsatornával, távbeszélő és távíró csatornák, sztereo zenecsatornák, közepes és nagy sebességű digitális csatornák. A berendezéseket el kell látni távjelző és távkezelő jelátviteli utakkal, valamint automatikus tartalékoló egységekkel. Nagy jelentősége van még a fading-et csökkentő térbeli kettős vételnek is.

A fenti szolgáltatásoknak megfelelően a berendezések választéka állandóan növekszik. Ezért előtérbe lépett az a követelmény, hogy a berendezések csatlakozási adatai azonosak legyenek. Ily módon a különféle rendszerek egymáshoz csatlakoztathatóak.

Fontos követelmény még, hogy a berendezések minél kevesebb kezelést igényeljenek és egyszerűen legyenek beállíthatók. Az utóbbihoz tartozik, hogy a berendezések üzemeltetéséhez lehetőleg kevés és egyszerű műszer legyen szükséges. Ezeknek az igényeknek a kielégítését a megbízhatóság növekedése is elősegíti.

Sok esetben alkalmaznak mozgatható berendezéseket alkalmi összeköttetések létesítése céljából. Ekkor egyszerű felépítésű, könnyen telepíthető és esetleg áthangolható készülékekre van szükség.

5. Frekvenciasávok

A mikrohullámú összeköttetések számára előírt frekvenciasávok vannak, mégpedig a 2, 4, 6, 7, 8 és 11 GHz táján. Az átviteli sávok egyre telítettebbekké válnak, ezért intenzív vizsgálatok folynak a magasabb frekvenciasávok felhasználási lehetőségeiről.

A 9 GHz feletti frekvenciákon a légkör csillapítása növekszik és különösen az eső ad nagy veszteséget. Ugyancsak problémát okoz a fading gyakoribbá válása. Mindennek dacára megkezdődött a 12—18 GHz közötti frekvencia-tartomány átviteli célokra való felhasználása. Az atmoszférikus veszteségek és a fading gyakoriságának a csökkentése végett az állomásokat egymáshoz közelebb helyezik. Ezenkívül kettős vételt használnak és kísérleteket végeznek körpolarizációs sugárzással, mivel ezek a fading mélységét csökkentik. E frekvencia-tartománynak előnye, hogy az antennák és az áramkörök mérete kisebb. Sajnos, ez azonban a veszteségek növekedésével jár együtt.

A 12 GHz-es frekvenciasáv hasznosítására egyéb tervek is napvilágot láttak, melyek szerint ezt a sávot közvetlen televízió műsor-szórásra használnák földön vagy műholdon elhelyezett adókkal. Az előfizetői készülékeket ekkor 12 HGz-es adapterrel kell kiegészíteni.

A még magasabb frekvenciasávok hasznosítása is soron levő kérdés, mivel a hullámvezetős összeköttetések számára a 30—50 GHz közötti frekvenciák a legkedvezőbbek. Az eszközök és az áramkörök ezekre a magasabb frekvenciákra is rendelkezésre állnak már.

További lehetőséget nyújt az optikai frekvenciasávok felhasználása, különösen a laser felfedezése óta. Jelenleg már nemcsak a jelforrások, hanem a modulátorok, demodulátorok és egyéb áramkörök is kifejlesztésre kerültek. Így az optikai frekvenciasávokban a hírközlés gyakorlati megvalósítása lehetségessé vált. A legnagyobb problémát az okozza, hogy nagy páratartalom esetén a légkör csillapítása igen nagy. Ezért kísérletek folynak optikai hullámvezetők alkalmazására. Sajnos, jelenleg még a legjobb üvegszálas optikai hullámvezetők csillapítása is túl nagy a távolsági összeköttetések létesítése céljára. Az optikai hírközlés felhasználásra kerülhet azonban a világűrben, ahol légköri hatások nincsenek.

6. Következtetések

Összefoglalva megállapítható, hogy a mikrohullámú összeköttetések az elmúlt években igen nagy fejlődésen mentek keresztül. A legújabb kutatási eredmények alapján a jövőben is további töretlen fejlődésre számíthatunk.

A terület hazai helyzetét értékelve megállapítható, hogy a kutatás, a fejlesztés és a gyártás területén egyaránt lényegileg lépést tartunk a világ-fejlődéssel. A berendezések áramköri és rendszertechnikai megoldásai általában a világszintnek megfelelőek. Számottevő elmaradás elsősorban a korszerű félvezető eszközök és a megbízható alkatrészek előállítása terén van.

A hazai fejlesztésnek a lehetőség szerint teljesen félvezetős, nagymegbízhatóságú, kisméretű és kezelést nem igénylő berendezések kialakítására kell törekednie. Ki kell terjednie a kis-, közepes- és nagy-kapacitású összeköttetésekre, a többszörös hozzáférésű műholdas hírközlés földi berendezéseire [4] és az új átviteli megoldásokat alkalmazó rendszerekre. Támaszkodnia kell a lineáris és a nonlineáris áramkörök és rendszerek elméletére, az elektromágneses térelméletre, valamint a számítógépes tervezési módszerekre.

IRODALOM

[1] European Microwave Conference, London, 1969. szept. 8—12.

[2] Fourth Colloquium on Microwave Communication, Budapest 1970. ápr. 21—24.

[3] Eighth International Conference on Microwave and Optical Generation and Amplification. Amsterdam, 1970. szept. 7—11.

[4] *Dr. Szokolay Mihály:* A műholdas földi állomások telepítési kérdéseiről. OMFB Tanulmányrészlet.

Könyvismertetések

Kádár Géza: **Rádió és televízió vevőkészülékek 1967—1969.** Műszaki Könyvkiadó 1970.

A könyv az ismert sorozat tagja, az eddig jól bevált szerkezettel.

Hagen Jakubaschk: **Magnósok, figyelem!** Műszaki Könyvkiadó 1970.

Amatőrök számára írt, tartalmilag részben túlhaladott könyv.

J. Jecklin: **Hangszórók,** Műszaki Könyvkiadó 1970.

A könyv igen alaposan ismertet számos hangszórótípust, melyek azonban Magyarországon kereskedelmi forgalomba nem kerültek. Pintér István kiegészítése a hazai hangszórótípusok ismertetését és magyar szakirodalomjegyzéket tartalmazza.

(B. GY.)

DR. PÁLINKÁS JENŐ
Távközlési Kutató Intézet

A műszaki kutató-fejlesztő munka hatékonyságát befolyásoló tényezők kutató-fejlesztő intézetekben

ETO 001.89:621.39:65.011.65

Az emberi tevékenység hatékonyságán általában a kapott eredmények és az igénybe vett eszközök, erőforrások közötti arányt tekintik. Ez a fogalom ma már kiterjedt a tudományos kutatás-fejlesztés területére is.

A kutatómunka különböző szintjein és területein az eredmények eltérő módon jelentkeznek, ezért mérésük is differenciált módszereket kíván. Másként mérhető az alapkutatás, az alkalmazott kutatás és a fejlesztés alapján megjelenő eredmény. Szükséges azonban a különböző célú munkák közös értékelési módjának kialakítása abból a szempontból, hogy a kutatóintézet rövidebb, vagy hosszabb távú programjai kialakításánál dönteni tudjon, olyan kérdésekben, mint pl.,

— mely témákat preferáljon másokkal szemben,
— melyek kidolgozását halassza későbbi időre, és
— melyek azok, amelyek kidolgozása a rendelkezésre álló információk alapján elvetendő.

A tudományos munkaerők száma csak igen lassú ütemben növelhető. Új, a korábbi kutatási irányoktól eltérő feladatok kitűzése esetén számolni kell, egyes esetekben jelentős, átállási idővel. Az egyes kutatási feladatok eltérő tudományos és technikai személyzetösszetételt kívánnak meg. A kimondottan tudományos személyzet struktúrája is témafüggő. A szellemi kapacitás — annak kialakítása, fejlesztése — mint alapparaméter a kutatási program összeállításának egyik kiindulópontja kell, hogy legyen.

A kutatóintézet — szellemi kapacitásán keresztül determinálva — múltbeli tevékenysége által általában kapcsolódik egy iparág vállalataihoz. Tevékenységét, gazdálkodását befolyásolják a kialakult kapcsolatok és azok gazdasági tartalma. Bár az intézeti program lehet heterogén, az alapmotíváló abban az iparágnak és vállalatainak távlati igénye. Ez az egyes intézeteknél erős differenciáltságot eredményezhet a program kialakításában, a várható nyereség elérésében, a kockázatvállalás módjában és mértékében stb.

Az intézeti kutatási program kialakítása számos kvantitatív és kvalitatív jellegű információ ismeretét kívánja meg. A döntést hozó kutatásvezető nagyszámú téma és témaváltozat feletti döntését objektívebbé teheti a kellően megalapozott, előkészített és szelektált programterv. Az összegyűjtött információk megalapozhatják vagy módosíthatják a vezetőnek az egyes tervezett témákról alkotott véleményét, ezáltal elősegíthetik az intézet perspektivikus érdekeivel egybeeső döntés meghozatalát.

A népgazdaság intenzív fejlesztése és az egyre szélesebb körben jelentkező kutatási igények szükségessé tették, hogy a szellemi erőforrásokat a népgazdaság szempontjából jelentős, és ugyanakkor közvetlen gazdasági eredménnyel járó feladatok megoldására összpontosítsák. Ezt kifejezésre jutattja a központi kutatási célprogram rendszer, a kutatási-fejlesztési feladatok központi és vállalati forrásokból történő finanszírozásának aránya is. E jelentős erőforrások felhasználása során szükséges azonban, hogy a különböző gazdasági emelők biztosítsák a vállalati (kutatóintézeti) és népgazdasági érdekek egybeesését.

Fentieket figyelembe véve határozható meg a kutatás gazdaságossága a kutatóintézet szemszögéből. A gazdaságosság számításánál ui. abból indulunk ki, hogy a létrehozott új tudásanyag, ismeret a vevő vagy megbízó számára értékkel bír. Ennek értékét az határozza meg, hogy birtokában képes valamely terméket előállítani és azt kedvező feltételek között értékesíteni. Az ismeretanyag megszerzése számára extra hasznot biztosít két fő területen:

— az egyszeri ráfordításoknál azáltal, ha hozzá jutott olyan ismeretekhez, amelyeket csak nagyobb ráfordítással, vagy későbbi időpontban tudott volna megszerezni,
— a folyamatos ráfordításoknál és értékesítésnél; alacsonyabb önköltség, magasabb ár, kedvezőbb műszaki paraméterek, nagyobb volumen, nagyobb nyereség stb. révén.

Az egyes kutatási témákon elérhető haszon differenciált. Az intézet érdeke, hogy kutatási kapacitását úgy használja fel, hogy azzal maximális nyereséget érjen el. Az optimális intézeti program tehát a kutatási témák olyan összetétele mellett érhető el, amely mellett az intézet anyagi-szellemi potenciálját, pénzeszközeit úgy használja fel, hogy közép- és hosszú távon is a maximális nyereséget biztosítja.

Az intézet hosszútávú tervének kialakítása

A perspektívában is gazdaságos kutatási terveket magában foglaló intézeti hosszútávú program kialakításához figyelembe kell venni:

— a tudományos-műszaki területek fejlődési tendenciáját,
— tanulmányozni kell és fel kell használni a különböző műszaki-gazdasági és társadalmi prognózisokat,
— vizsgálni kell a tudományos-műszaki eredmények alkalmazásának reális lehetőségeit belföldön és külföldön.

Beérkezett: 1970. XII. 30.

A prognózisok célja a tudományos-műszaki fejlődés távlati irányainak bemutatása. Egy-egy tudományterület fejlődésének gyorsulása jelentős kihatással lehet a kapcsolódó tudományos-technikai területek fejlődésére. Új igényeket támaszthat, korábbi termékeket feleslegessé tehet. Az alaptudományi kutatások iránya, az elért eredmények kiindulási bázisai lehetnek egyes kutatási terveknek.

A tudományos-műszaki előrejelzések különös jelentősége abban van, hogy egyrészt döntési alapul szolgálnak gazdasági stratégiai célok számára, másrészt láthatóvá teszik a jövőben szükséges kutatási munkák főbb területeit.

Az intézeti kutatási program kialakításánál a tudományos prognózisokon túl figyelembe kell venni a népgazdaság hosszútávú gazdaságfejlesztési tervében kitűzött műszaki-gazdasági célokat, az ágazat műszaki-fejlesztési koncepcióját, továbbá az egyéb gazdasági, társadalompolitikai tényezőket stb. Ezek ismeretében meghatározhatók azok a kutatási területek, ahol érdemes (szabad) kutatómunkát folytatniuk az intézeteknek. Ezután kezdődhet meg az egyes szóbajöhető témák előzetes vizsgálata. Az előzetes vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy a feladatot egyáltalán meg lehet-e oldani, tekintet nélkül arra, hogy az pillanatnyilag a termelésben megvalósítható-e.

A műszaki elemzést a tervezés kezdeti szakaszában célszerű kiegészíteni különféle, még nem részleteiben kimunkált, gazdasági jellegű információkkal. Ilyenek lehetnek pl. a kutatás várható időtartama, költségei, a hazai és export értékesítés várható volumene, világpiaci ár-trend az adott termékcsoportban stb.

A kutatóintézet kapacitásának egyes részei, mint pl. kutatólaboratóriumok, szerkesztés, műhely stb. adottak. Célszerű a kutatási program olyan összeállítása, amely figyelembe veszi az egyes témák, feladatok (alkalmazott kutatás, fejlesztés) kitűzésénél azok kapacitás igényét, valamint a részlegek terhelhetőségét, ill. az igénybevehető külső kooperációs szállítási lehetőségek maximális határát, nemzetközi együttműködés lehetőségét stb. Ennek megfelelően lehetővé válik a kutatási kapacitás megosztása:

— országos, hosszútávú célprogramok, perspektív feladatok megoldására,
— rövid, középtávú vállalati igények kielégítésére.

Mivel a kutatási spektrum teljes lefedése lehetetlen, ezért célszerű ha az intézet a legkedvezőbb feltételekkel rendelkező területekre való koncentrálást valósítja meg és egyéb területen csak a kutató kapacitás elenyésző részét foglalkoztatja.

A kutatási tervek vizsgálata az igények, szükségletek, piacfelvevőképesség oldaláról

Míg a tudományos-műszaki előrejelzés a főbb támpontokat jelöli ki, a tudományos kutatómunka tervezése a kísérletek konkrét tematikájának kidolgozását, a várható költségek — a beruházások és a munkaerő-szükséglet volumenének, szerkezeti összetételének és irányainak — szempontjából való közvetlen gazdasági megalapozását jelenti.

A kutatóintézet által végzendő munkák, jellegüket tekintve a következők szerint csoportosíthatók:

— a meglevő igények alapján meghatározott feladatok kidolgozása,
— olyan témák, amelyek kidolgozása az intézet által lefolytatott előzetes tanulmányok eredményének függvényében határozhatók el,
— egy-egy tudományág, kutatási terület figyelemmel kísérése.

Meghatározott feladat kidolgozásának kitűzése már előzetes tanulmányok lefolytatását feltételezi a megbízó, vagy saját kezdeményezésű kutatás esetén a kutatóintézet által.

Az előtanulmányok arra irányulnak, hogy

— megállapítható legyen, valamely feladat kidolgozása milyen tudományos-műszaki problémák megoldását igényli,
— milyen a megoldás sikervalószínűsége, a kutatás átfutási idő- és várható költségszükséglete;
— a kutatási feladat eredménnyel való zárása esetén miként alakul a piac igénye;
— milyen irányban célszerű folytatni a kutatómunkát, érdemes-e egyáltalán azt tovább folytatni;
— milyen előrehaladottsági fokkal rendelkezik a konkurencia a konkurrens termék, a technológia kifejlesztésében.
— vásárolható-e a kidolgozandó problémakörben licenc, know-how, és mennyiben fedik azok a kutatási feladat körét, milyenek a fejlődési tendenciák és a fejlődés üteme a vizsgált területen;
— kapcsolódik-e a kutatási feladat a korábbi időben már megoldott, illetve jelenleg futó programhoz;
— milyen felhasználási területekre terjeszthető ki a kidolgozandó termék, technológia;
— milyen a fejlődés ritmusa (gyártmányok cserélődési sebessége) az adott termékcsoportban;
— biztosíthatók-e a hazai gyártás feltételei;
— milyen beruházásokat igényel a termék gyártásbavétele;
— az új termék kidolgozására vonatkozó elképzelések összhangban vannak-e gazdaságpolitikai fő célkitűzésekkel.

A piac felvevőképességének és a piacra való behatolás lehetőségeinek becslése végső fokon meghatározza a kidolgozandó termékből eladható mennyiséget, ezen keresztül a kidolgozandó gyártási technológiát, a szükséges beruházásokat és kapacitást, ebből következően a kutatási terv hasznot hajtó voltát is.

A kapacitáskorlátok vizsgálata

A kutatási terv készítésének egyik fontos lépcsője a kapacitáskorlátok vizsgálata. Az előzőekben körvonalazott, az intézettel szemben támasztott követelmények, igények meghatározása után a feladatok célszerű megoldási lehetőségeit kell vizsgálni. Az

egyes feladatok kidolgozására általában több alternatív megoldás is adódhat, amelyek eltérő mértékben terhelhetik az intézet kutató-fejlesztő kapacitását. A rendelkezére álló kutató kapacitás nagysága, összetétele és felkészültsége, az igénybevehető kooperációs lehetőségek, ill. jövőbeni változásuk meghatározza, hogy az intézet milyen szintű és volumenű kutatást végezhet. Ezek vizsgálatát célszerű különböző mátrixok felállításával végezni (személyi feltételek, tudományos felkészültség, anyagi-műszaki ellátottság biztosítottsága stb.) A vizsgálatnak áttekinthetővé kell tennie annak megállapítását, hogy a kutatás egyes fázisaiban soronkövetkező feladatok megoldásához szükséges szakemberek és eszközök rendelkezésre állnak-e, biztosíthatók-e.

A kutatómunka végzésének kritériumai az alábbiakban foglalhatók össze:

— Tudósok, kutatók száma, alkotóképessége, tehetsége, tudása, felkészültsége, rátermettsége.
— Tudományos-technikai és adminisztratív segédszemélyzet száma, ill. aránya a kutatók számához viszonyítva.
— A kutatómunka végzéséhez szükséges berendezések, műszerek, felszerelésekkel való ellátottság és ezek korszerűsége.
— Az anyagellátás.
— Az információs rendszer stb.

Mindezek a kutatómunka korlátját képezhetik, figyelembe véve, hogy biztosításuk egyik szükséges feltétele, a pénzügyi keretek rendelkezésre állása.

A kutatómunka sajátossága az a speciális körülmény, hogy a kutatókapacitások csak igen szűk körben helyettesíthetők. Ez az erőforrások számításba vételekor nem hagyható figyelmen kívül. Ez a tényező determinálja az intézet által megoldható feladatok skálájának szélességét és a kutatási irányok változási sebességét. Mivel az effektív kutatószemélyzet létszáma csak lassan növelhető — különösen vonatkozik ez az alkotóképes tudósokra —, ezért az intézet alap- és alkalmazott kutatási feladatainak részaránya az össztevékenységen belül rövid távon jelentős mértékben nem változtatható.

A kutatás feltételi rendszerének komplex komponense a pénzügyi fedezet biztosítottsága. A kutatómunka megkezdéséhez és folytatásához szükséges feltételek kettősek. A feltételek minimális szintű biztosítottsága is lehetővé teszi a kutatómunka megkezdését és folytatását, ekkor azonban az eredmény elérése csak későbbi időpontban következhet be.

Intenzív költségfelhasználás viszont rövidítheti a kutatás átfutási idejét. Ezért is szerepel a költségfedezet a kutatómunka végzésének kritériumai között.

Mivel kutatóintézeteink kutatási programok finanszírozásához jelentős saját pénzügyi fedezettel nem rendelkeznek, ezért elsősorban olyan feladatok kidolgozása jöhet számításba, amelyek költségfedezetét a megbízók biztosítják. A jelentősebb témák kidolgozása kutatási szerződés alapján végezhető, melyben a megbízó rögzíti az általa megkívánt szolgáltatások színvonalát, az elvégzett kutatások eredmény prezentálási módját és a határidőket. A siker biztosítása érdekében azonban szükséges, hogy az intézet megfelelő nagyságú kapacitást szabadítson fel a feladat intenzív megoldására és ennek költségfedezete legyen. Helyesen ható érdekeltségi rendszerben mind a megbízó, mind az intézet a kutatás átfutási idejének rövidítésében érdekelt. Az átfutási idő rövidítésével járó költségnövekedés és az ezáltal elérhető nyereségnövekmény azok a komponensek, amelyek meghatározhatják az optimális átfutási idő hosszát. A jelenleg érvényben levő gazdasági szabályzók a kutató intézeteket a nyereség növelésére ösztönzik.

A várható intézeti nyereség és az optimális kutatási-fejlesztési program összefüggése

A kutatóintézet bevételei származhatnak a kutatási megbízások alapján végzett munkák leszámlázott tételeiből, elenyésző mértékben saját kezdeményezésű kutatási témák eredményeinek értékesítéséből, továbbá különböző szolgáltatások, kísérleti kissorozatú gyártás bevételi tételeiből. Figyelembe véve, hogy a kutatóintézet a „költség-finanszírozás" különböző módjai mellett eltérő mértékben érdekelt a költségszint alakulásában, keresni kell azt a formát, amely önmagában is (egyéb tényezőktől eltekintve) növelőleg hat a nyereségszintre.

A kutatás határidőinek betartásán túl intézeti érdek a kutatás-fejlesztés-gyártásbevezetés átfutási idejének lerövidítése, mivel ezáltal kedvezőbb piaci árfeltételek érhetők el, meghosszabbítható az értékesítés intervalluma stb. Ezért mind a kutatóintézet, mind a megrendelő vállalat érdekelt a termelés során realizált árbevétel és nyereség fokozásában. Helyesen ható érdekeltségi rendszerben a kutatóintézet, érdekeltsége nem zárul le a kutatás befejezésével, tovább folytatódik a gyártás-értékesítés időtartama alatt.

Az egyes kutatási témák „nyereség tartalma" azonban eltérő. Ezért a szóbajöhető kutatási témák helyét alaposan meg kell fontolni az intézet terveiben.

A kidolgozandó programok egyedi vizsgálata során számos kérdést kell vizsgálni. Ezek a kérdések a kereskedelmi, üzleti, gazdaságossági szempontok mellett a kidolgozó kutatóintézet alapvető érdekeit is figyelembe kell vegyék. Ilyen, a kutatási program kidolgozásával kapcsolatos, megvizsgálandó kérdések lehetnek pl. az alábbiak:

— a program sikeres kidolgozása esetén elérhető bevétel hozzájárul-e az intézeti nyereség növekedéséhez;
— a kidolgozandó program egybeesik-e az intézet távlati, perspektív elképzeléseivel;
— új célok felé vezeti-e a program az intézetet, vagy ennek ellentéteként nem vezeti-e az intézetet valamilyen új, de érdektelen vagy kevésbé értékes célok felé;
— a tervezett program mérete kedvező-e az intézet szempontjából;
— biztosítottak-e a kidolgozás feltételei stb.

Az egyes kutatási tervek tudományos-műszaki-gazdasági elemzése olyan analitikai folyamat, amellyel az alternatív tervek közötti döntés a szóbajöhető lehetséges tervek kiválasztását és az ezek közötti

választás pedig az optimális kutatási program kialakítását eredményezheti. A döntési folyamat három alapvető lépésből áll:

— információ gyűjtés az egyes tervek intézeti nyereségre gyakorolt hatásáról;
— a számszerű információk döntési kritériummá alakítása;
— a döntés kialakítása a kiszámított döntési kritériumok alapján, amelyet a nem számszerűsített információk megítélésével kombinálnak.

A kutatási program készítésének időpontjában a témák többségére csak viszonylag pontos és megbízható adatok állnak rendelkezésre, különösképpen távlati kutatási programok kidolgozásánál. A még viszonylag pontosnak vélt adatok is gyakran változnak a kutatómunka előrehaladása során, ezek a követelmények fokozott óvatosságra intenek.

A tervezési folyamat egyik fontos lépése annak meghatározása, hogy a jövőbeni tevékenységeket rangsorolják a nem kellő vagy szűkös mértékben rendelkezésre álló erőforrások figyelembevételével az elérhető nyereség maximuma szerint. E számítások alapgondolata, hogy a tervbe befektetett utolsó forint is marginális gazdasági eredményt hoz, amely nagyobb, mint ha ugyanezt a rendelkezésre álló összeget más tervek kidolgozására használták volna fel.

Feltételezve, hogy az intézet kutatási-fejlesztési tervei realizálásához szükséges kutató-fejlesztő kapacitással és ezek pénzügyi fedezetével rendelkezik, vagyis a kapacitás és pénzügyi eszközök kritikus tömege rendelkezésre áll, az e kereten belül végrehajtható kutatási-fejlesztési tervek volumene és kidolgozásuk sorrendje diszkrét programozási eljárással állapítható meg (mivel csak a kidolgozandó feladatok teljes megoldása, befejezése esetén várható eredmény.) Az eljárás alkalmazásának feltétele, hogy a programba bevonandó kutatási-fejlesztési variánsokra egyedi átfutási idő, költség- és bevételi tervek készüljenek. Ez alapján az egyes tervek értékelhetők kapacitáslekötési igényük és az intézeti nyereséghez való hozzájárulásuk szerint.

A lehetséges, szóbajöhető tervek egyedi vizsgálata során kizáró kritérium lehet pl.:

— a költségfedezet bizonytalansága;
— olyan speciális eszközök, gépek, műszerek, importanyag, amelyeknek a kívánt határidőre történő beszerzése bizonytalan;
— olyan pótlólagos kutatói személyzet igény, amely a téma indulásáig nem biztosítható.

Hangsúlyoznunk kell, hogy az egyes tervek értékelését alapvetően a kutatási feladat végrehajtását irányító vezetők, és a munkában résztvevő kutatók véleményére kell alapozni. Az egyes témákra vonatkozó információk (óraigény, átfutási idő, ebből következően ráfordítások és nyereség stb.) egyértelmű, egzakt meghatározása helyett gyakran bizonyos kvantitatív relációk megállapítása látszik célszerűnek. Ezek az információk lehetővé teszik az egyes témák összehasonlítását és az összehasonlítás alapján egyes témák preferálását másokkal szemben. Abban az esetben, ha az egyes információk bekövetkezése valószínűsíthető, úgy célszerű az adott információ legvalószínűbb értékének meghatározása.

Figyelembe véve, hogy eltérő a témák egyes kutatási kapacitás elemekre vonatkozó igénye, kidolgozásuk eltérő mértékben terheli az intézet és más szervek laboratóriumait, szerkesztő és műhely részlegeit, a kapacitáselemek elégtelensége akadályozhatja a feladatok megoldását, nem megfelelő leterhelésük pedig csökkenti a rendelkezésre álló kutató kapacitás kihasználását. Mindkét eset kedvezőtlenül hat az intézeti nyereség alakulására.

A kutatási program összeállításánál tehát olyan témák választása célszerű, amelyek mellett az intézeti nyereség és a kutatói kapacitás kihasználása maximális. Ezek figyelembevételével a kutatóintézetek jelentősen növelhetik kapacitásuk kihasználását és a hatásfok javítását, mely végső soron a népgazdaság rendelkezésére álló összes kutató kapacitás hatásfokának javítását eredményezheti.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSIPARI MŰSZAKI FŐISKOLA

(Budapest, VIII., Tavaszmező u. 17)

pályázatot hirdet számítástechnikai oktatói állásokra.

A kinevezendő oktatók a programozási ismeretek oktatásában, illetve számítógépes műszaki tárgyak oktatásában, jegyzetírásban, a gyakorlati munka előkészítésében és egyéb oktatással kapcsolatos feladatok ellátásában vesznek részt.

Pályázati feltételek:

műszaki, vagy tudományegyetemi végzettség;
oktatási és ipari gyakorlat;
számítástechnikai feladatok megoldásában szerzett jártasság;
angol nyelvismeret.

Besorolás: a gyakorlattól és az eddigi munkásság eredményeitől függően.

A pályázathoz csatolni kell:

1. C.0243—15/a r. sz. kitöltött és aláírt törzslapot;
2. egyetemi végzettséget igazoló oklevél másolatot;
3. erkölcsi bizonyítványt;
4. részletes önéletrajzot;
5. a tudományos munkásság felsorolását.

A pályázatot a főiskola főigazgatójához kell — a közzétételt követő 1 hónapon belül — benyújtani.

DR. SZÉKELY VLADIMIR
BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék

A dekonvolúció és technikai alkalmazásai

ETO 517.942.82; 53.088.6; 53.089.52

Előfordul, hogy egy-egy jól felhasználható elv, vagy matematikai módszer csak igen kevéssé hatol be a műszaki köztudatba. Az alkalmazási lehetőségek elsikkadnak vagy kevéssé tudatos, empirikus jelleggel bontakoznak csak ki. Véleményünk szerint ez a sorsa a dekonvolució gyakorlati felhasználásának is. Ezért szenteljük e cikket arra, hogy áttekintést adjunk a módszer nyújtotta lehetőségekről, a matematikai háttér azonossága alapján rokonságba hozzunk sok — egyébként távolesőnek tűnő — technikai megoldást, és hogy példáinkkal újabb alkalmzások felismerésére ösztönözzünk.

Egy spektrumanalizátorral nem nyerhetünk jobb felbontású eredményt, mint amekkora a saját sávszélessége. Életlenre sikerült vagy elmozdult fényképről nem rekonstruálható éles kép. A 10 ns felfutási idejű oszcilloszkóppal nem lehet 5 ns-os impulzus alakját megállapítani. Ezeket az állításokat első ránézésre helytállónak ítéljük, pedig éppen az ellenkezőjük igaz. Tökéletlen mérőeszközeink nem csökkent információtartalmú, hanem csupán kódolt eredményeket szolgáltatnak. Ideális esetben a teljes információtartalom reprodukálható, s egy része még a mérési pontatlansággal, zajjal terhelt gyakorlati viszonyok között is.

1. A feladat matematikai megfogalmazása

A sprektrumanalizátor példája alkalmas lesz az alapvető fogalmak rögzítésére, a tulajdonképpeni probléma tiszta megfogalmazására.

Legyen feladatunk egy inkoherens jelforrás teljesítmény-spektrumának meghatározása. Ezt a $v(\omega)$ *valódi* sprektumot ideális, tehát végtelenül kis sávszélességű vevővel végigpásztázva, közvetlenül kapnánk a pontos eredményt. Ehelyett a gyakorlatban mindig véges sávszélességű, $\acute{a}(\omega)$ átvitelű rendszerrel vagyunk kénytelenek mérni; minden mérési pont a $v(\omega)$ valódi függvénynek egy tartományra vonatkoztatott, $\acute{a}(\omega)$-val súlyozott átlagaként adódik. Mondhatjuk, hogy $\acute{a}(\omega)$ *ablakkal* tapogattuk le a valódi függvényt. Eredményként az $m(\omega)$ *mért* függvény adódik (1. ábra).

A mért függvényt matematikailag egy konvolúciótípusú integrállal származtathatjuk:

$$m(\nu)=\int_0^\infty v(\omega)\acute{a}(\omega-\nu)\,\mathrm{d}\omega. \qquad (1)$$

Hogy a konvolúciós integrál pontosabb alakjára jussunk, célszerűbb az átviteli függvény tükörképét: $a(x)=\acute{a}(-x)$-et *ablak-függvénynek* tekinteni; ezzel:

$$m(\nu)=\int_0^\infty v(\omega)a(\nu-\omega)\,\mathrm{d}\omega. \qquad (1a)$$

Beérkezett: 1970. XII. 13.

Feladatunk a valódi spektrum reprodukálása a mért spektrum és a vevő átviteli karakterisztikája ismeretében. Matematikailag: az (1*a*) egyenletből az ismeretlen $v(\omega)$ függvény egy *konvolució-típusú integrálegyenlet megoldásaként* adódik. Megjegyezzük, hogy a matematikai terminológia a probléma ablakfüggvényét az integrálegyenlet *magjának* nevezi, — mi azonban a találóbb „ablak" elnevezésnél maradunk. A megoldást jelentő operációt — ami végül is a konvolució inverz művelete — a továbbiakban *dekonvolúciónak* nevezzük. (Az optikai irodalom használja elsősorban ezt a szerencsés elnevezést [1].)

A spektrumanalizátor problémánál meglehetősen kézenfekvő az ablak, a súlyozófüggvény mibenléte. Kérdés azonban, hogy mit kell ablaknak tekintenünk második példánkban: a véges felfutási idejű oszcilloszkóp esetében.

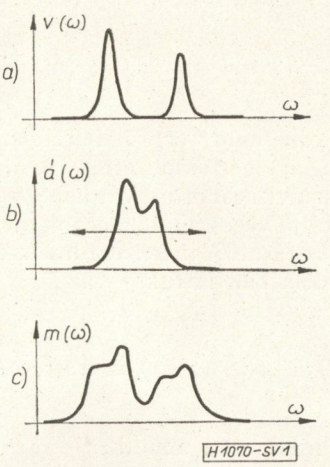
Függvényeink most időfüggvények. $v(t)$ a valódi vizsgálandó jel, $m(t)$ az oszcilloszkóp ernyőjén megjelenő mért függvény. A kettő kapcsolatát — feltételezzük a linearitást — Duhamel-integrállal írhatjuk fel:

$$m(\tau)=\int_0^\tau v(t)s(\tau-t)\,\mathrm{d}t, \qquad (2)$$

ahol $s(t)$ az átvivőrendszer (jelen esetben bemeneti kapcsoktól oszcilloszkóp-ernyőig) Dirac-delta válaszfüggvénye, súlyfüggvénye. Az (1a) és (2) egyenleteket összevetve, azonnal felismerhetjük, hogy az ablakfüggvény szerepét itt a súlyfüggvény tölti be.

Jobban utánagondolva, a spektrumanalizátornál sem más a helyzet. Az ablakfüggvény ott is a Dirac-deltára adott válasz: az egyetlen vonalat tartalmazó spektrumot letapogatva, mért függvényként éppen az átviteli karakterisztika tükörképe adódik.

Éppen így fogalmazhatjuk meg az életlen fénykép problémáját is. Függvényeink most két helykoordi-



1. ábra. a) valódi spektrum, *b)* az analizátor átvitele, *c)* mért spektrum

nátától, (x,y)-tól függenek. Az ablak megint Dirac-delta válaszfüggvény, amit most így fogalmazhatunk: $a(x,y)$ egy ideális pont-fényforrásnak a tökéletlen leképezőrendszerrel alkotott képe. A mért függvény — vagyis a kapott fénykép — most kettős konvolúciós integrállal adódik:

$$m(\xi,\eta)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} v(x,y)\cdot a(\xi-x,\eta-y)\,dx\,dy. \quad (3)$$

A bevezetőben említett három feladat — és még sok gyakorlati probléma — a konvolúció inverz műveletére vezethető tehát vissza. Lássuk most, milyen lehetőségünk van ennek az operációnak a végrehajtására.

2. Megoldás: a Laplace-transzformáció

A konvolúció műveletének az operandus-függvények Laplace (vagy Fourier) transzformáltjainak terében a szorzás felel meg. Az inverz művelet, a dekonvolúció tehát a transzformált függvények hányadosának képzésével végezhető el.

Az optikai irodalomban általában a Fourier-transzformációval találkozunk. Mivel azonban a villamosmérnöki gyakorlatban elterjedtebb a Laplace-transzformáció, mi elsősorban az utóbbit fogjuk alkalmazni.

Pontos definícióink:

$v(x)$ a *valódi függvény*, tehát a letapogatásra (mérésre, leképezésre) kerülő fizikai mennyiség, amelyik egy másik (x) fizikai mennyiség függvénye.

$a(x)$ az *ablakfüggvény*, amely a mérőberendezés, leképzőrendszer jellemzője; a rendszer válasza abban az esetben, ha $v(x)=\delta(x)$. Ebből az ablakfüggvényből származtatható minden olyan adat, amit felbontóképességnek, felfutási időnek stb. nevezünk. Megjegyezzük, hogy az ablak, amivel $v(x)$-et letapogatjuk, „amin át $v(x)$-et nézzük", éppen $a(x)$ tükörképe $x=0$-ra; továbbá, hogy az ablak névleges pozícióját az ablakfüggvény $x=0$ pontjához rendeljük (2. ábra).

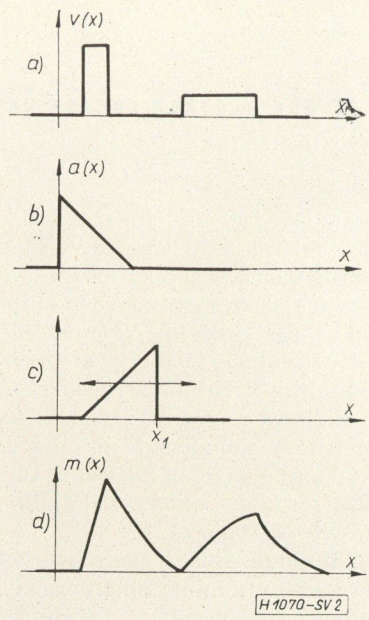
$m(x)$ a *mért függvény*; a letapogatás, leképzés eredménye.

Mind $v(x)$-ről, mind $a(x)$-ről feltételezzük, hogy a negatív x tengelyen értékük zérus. Továbbá kikötjük, hogy $a(x)$-nek a vizsgálat tárgyát képező x tartományra vett integrálja véges. Feltételezzük még a leképezőrendszer linearitását. A mérés eredménye — ahogyan ezt az 1. szakaszban láttuk — az

$$m(\xi)=\int_{0}^{\xi} v(x)a(\xi-x)\,dx\equiv v(\xi)\otimes a(\xi) \quad (4)$$

konvolúciós integrállal adódik.

A (4) összefüggés integrálegyenlet a keresett $v(x)$ függvényre; a megoldáshoz felhasználható a



2. ábra. a) valódi függvény, *b)* ablakfüggvény, *c)* letapogató ablak az x_1 pozícióban, *d)* mért függvény

Laplace-transzformáció [2]. Egyenletünket a Laplace-transzformáltakkal így írhatjuk:

$$M(p)=V(p)\cdot A(p), \quad (5)$$

ebből

$$V(p)=\frac{M(p)}{A(p)}, \quad (6)$$

vagyis a dekonvolúció művelete a következők szerint végezhető el:

$$v(x)=\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{\mathcal{L}[m(x)]}{\mathcal{L}[a(x)]}\right\}\equiv m(x)\otimes^{-1}a(x), \quad (7)$$

ahol a dekonvolúcióra bevezettük a $\otimes^{-1}$ jelölést.

3. Egymás után alkalmazott letapogatások

Ha a $v(x)$ fizikai függvényt előbb az $a_1(x)$ ablakfüggvénnyel, majd az eredményt az $a_2(x)$-szel tapogatjuk le, az eredmény:

$$m(x)=[v(x)\otimes a_1(x)]\otimes a_2(x),$$

tehát

$$M(p)=V(p)\cdot A_1(p)\cdot A_2(p). \quad (8)$$

E függvényszorzás kommutatív és asszociatív voltából jelentős tételek származnak.

a) Az $a_1(x)$ és $a_2(x)$ letapogatások sorrendi felcserélése nem befolyásolja az eredményt.

b) Az egymásután alkalmazott két letapogatás egyenértékű egyetlen $a(x)=a_1(x)\otimes a_2(x)$ ablakkal való letapogatással.

Ez a két tétel (8) alapján közvetlenül belátható.

c) Az $a(x)=a_1(x)\otimes a_2(x)$ ablakfüggvény területe megegyezik az összetevő ablakfüggvények területének

szorzatával:

$$\int_0^\infty a(x)\mathrm{d}x = \int_0^\infty a_1(x)\,\mathrm{d}x \cdot \int_0^\infty a_2(x)\,dx.$$

Ez az egyébként is nyilvánvaló tétel könnyen igazolható, bizonyítását itt mellőzzük.

d) Ha az $m_1(x)$ mért függvényt és a hozzá tartozó $a_1(x)$ ablakfüggvényt egyaránt letapogatjuk egy újabb, $a_2(x)$ ablakfüggvénnyel:

$$m(x) = m_1(x) \otimes a_2(x) \quad \text{és} \quad a(x) = a_1(x) \otimes a_2(x),$$

a valódi függvény visszaállítása továbbra is lehetséges:

$$v(x) = m(x) \otimes^{-1} a(x).$$

Ez a megállapítás a (8) összefüggés és a *b)* tétel alapján könnyen belátható.

Igen sokatmondó ez a tétel. Azt jelenti, hogy az átviendő információt tartalmazó valódi függvényt akárhány, véges felbontóképességű leképezésnek alávethetjük, az eredeti függvény visszaállítható, feltéve, hogy minden egyes leképezés során az addigi letapogatásoknak megfelelő ablakfüggvényt is ugyanúgy transzformáljuk. A $v(x)$ függvény tehát mintegy kódolt formába kerül, de mindig visszaállítható, ha ismerjük a rejtjel-kulcsot: a valódi függvénnyel teljesen azonos operációkon átesett Dirac-deltát.

A (8) függvényszorzás kommutativitásának még egy érdekes következménye van. Az

$$M(p) = V(p) \cdot A(p)$$

összefüggésben a jobboldali két tényező szerepe is megcserélhető. Eddig az ismert ablakfüggvény alapján számoltuk ki a valódi függvényt — de lehetőség van arra is, hogy az ismert valódi függvényből származtassuk az ablakfüggvényt:

$$a(x) = m(x) \otimes^{-1} v(x). \tag{9}$$

Egy átvivőrendszer súlyfüggvényét nem mindig könnyű lemérni, mert a Dirac-delta gerjesztés megvalósítása gondot okoz. A most elmondottak alapján ez nem is szükséges! Tetszőleges, de ismert gerjesztés és ismert válaszfüggvény alapján (9) segítségével a súlyfüggvény meghatározható.

4. Ablak és reciprok ablak

Sajnos, a (7) összefüggés adta elvi megoldás a gyakorlatban nehezen kivitelezhető számításokra vezet. Nagyon valószínűtlen ugyanis, hogy az összes szereplő függvény Laplace-transzformáltját táblázatban megtaláljuk.

Felmerül a gondolat, nem lehet-e a „dekódolást" is a „kódoláshoz" hasonlóan elvégezni, a dekonvolúciót is egy konvolúciós integrállal végrehajtani? Ez a lehetőség elvileg fennáll — de a letapogatást végző $a(x)$ ablakfüggvényhez kell találnunk egy olyan $a_r(x)$ párt, amely éppen kompenzálja $a(x)$ hatását. Más szóval: $a(x)$ és $a_r(x)$ egymás után alkalmazva, erdőben hatástalanok legyenek a letapogatott függvényre. Egyetlen ablakfüggvény van csupán, amely $v(x)$ változatlan átvitelét jelenti — és ez a Dirac-delta. Tehát $a(x)$ és $a_r(x)$ egymás utáni alkalmazása $\delta(x)$-szel legyen egyenértékű, vagyis (a *3b* tételt felhasználva):

$$\delta(x) = a(x) \otimes a_r(x),$$
$$1 = A(p) \cdot A_r(p); \qquad A_r(p) = \frac{1}{A(p)}. \tag{10}$$

Az $a_r(x)$ ablakfüggvényt $a(x)$ *reciprok* ablakfüggvényének nevezzük; a (10) definiáló egyenlet kézenfekvővé teszi az elnevezést. Figyeljük meg, hogy az ablak — reciprok ablak viszony kétirányú, kölcsönös: $a(x)$ is reciproka $a_r(x)$-nek.

Ha tehát egy mérőberendezés, leképező-rendszer ablak-függvényét ismerjük, egyetlenegyszer kell a reciprok ablakot meghatározni, a továbbiakban a valódi függvény a

$$v(x) = m(x) \otimes a_r(x)$$

konvolúciós integrállal nyerhető.

Egy-két összetartozó reciprok ablak-párt a Laplace-transzformáció szabályai alapján könnyen felírhatunk. Ezek egyes esetekben nagyon megkönnyítik számításainkat, — erre példákat a következő szakaszban mutatunk.

$$a(x) = \delta(x), \qquad a_r(x) = \delta(x).$$

A Dirac-delta az egyetlen ablakfüggvény, amely önmagának reciproka.

$$a(x) = \delta(x) + \delta(x - \Delta),$$
$$a_r(x) = \delta(x) - \delta(x - \Delta) + \delta(x - 2\Delta) \mp \ldots,$$

mert

$$A(p) = 1 + \exp(-\Delta p),$$

és

$$A_r(p) = 1 - \exp(-\Delta p) + \exp(-2\Delta p) \mp \ldots \cong$$
$$\cong \frac{1}{1 + \exp(-\Delta p)}.$$

További ablak-párokat a 3. ábrán láthatunk. (A reciprok ablak fogalmát itt egy kissé szabadabban kezeljük, a differenciáloperátort

$$p \cdot F(p) \to \frac{\partial}{\partial x} f(x) + f(-0) \cdot \delta(x) \tag{11}$$

is megengedve benne.)

Megjegyezzük még, hogy a *3c* tétel értelmében az ablakfüggvény és reciprokának területei is reciprokai egymásnak.

5. Alkalmazási lehetőségek

Az alkalmazási lehetőségek változatos sokaságából természetesen csupán néhány jellegzetes példát tudunk kiemelni.

a) Feladatunk egy katódsugárcső-világítóernyő utánvilágítási függvényének felvétele. A mérési elrendezés a 4. ábrán látható. Problémaként jelentkezik, hogy az érzékelőként felhasznált fotodióda a mért lecsengési függvényhez képest nem tekint-

Ablakfüggvény	Reciprok ablakfüggvény, vagy dekonvolúciós utasítás
$\delta(x)+K\cdot\delta(x-\Delta)$	$\sum_{n=0}^{\infty}(-K)^n\cdot\delta(x-n\cdot\Delta)$
$\delta(x)+(K-Q)\exp(-Qx)$	$\delta(x)-(K-Q)\exp(-Kx)$
$\exp(-x/L)$	$\frac{1}{L}m(x)+\frac{dm}{dx}+m(-o)\cdot\delta(x)$
$1(x)$	$\frac{dm}{dx}+m(-o)\cdot\delta(x)$
$1(x)-1(x-\Delta)$	$\frac{\partial}{\partial x}$, és $\sum_{n=o}^{\infty}\delta(x-n\Delta)$ [ha $m(o)=o$]
$x\cdot1(x)-(x-\Delta)\cdot1(x-\Delta)-(x-D)\cdot$ $\cdot1(x-D)+(x-D-\Delta)\cdot1(x-D-\Delta)$	$\frac{\partial^2}{\partial x^2}$, és $\sum_{n=o}^{\infty}\sum_{m=o}^{\infty}\delta(x-n\Delta-mD)$ [ha $m(o)=m'(o)=o$]

H 1070-SV3

3. ábra

hető tehetetlenség-mentesnek, emiatt a mérési eredményt korrigálni kell.

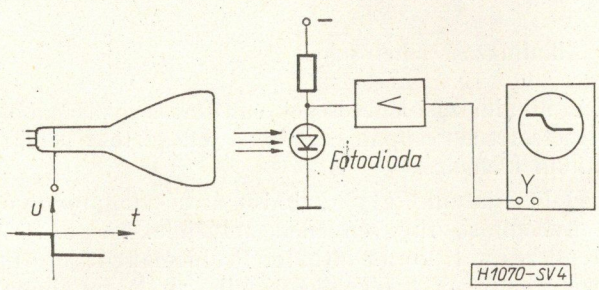
A megoldás a következő. A probléma mért függvénye $m(t)$, az oszcilloszkópon megjelenő ábra, amit (fényképezéssel vagy valamilyen mintavevő mérőberendezéssel) pontosan rögzítünk. Az ablakfüggvény a fotodióda súlyfüggvénye, ami jó közelítéssel exponenciális lecsengésű — a töltéshordozó-élettartamnak megfelelő τ időállandóval. Ismerve ezt az időállandót, a valódi utánvilágítási függvény a 3. ábra szerint a

$$v(t)=m(t)+\tau\frac{dm}{dt}+\tau\cdot m(0)\delta(t)$$

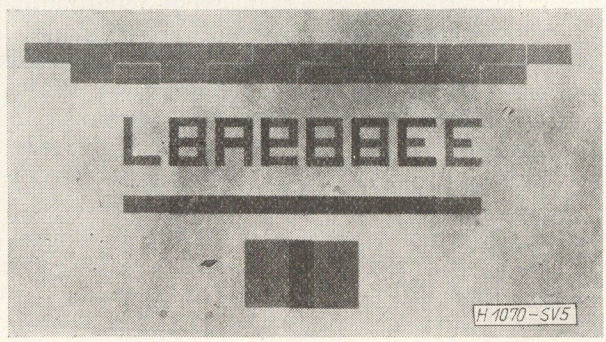
összefüggésből nyerhető.

b) Egy fényképezőlemezre kétszer exponáltuk ugyanazt a képet. A két kép között Δ eltolódás van (5. ábra). Hogyan lehetne ebből az elrontott felvételből rekonstruálni az eredeti képet?

Azonnal észrevehetjük, hogy a probléma voltaképpen egydimenziós: a kép minden egyes sorának elrontása azonos módon, mégpedig egy $\delta(x)+\delta(x-\Delta)$ ablakfüggvénnyel való letapogatással történt. A kép visszaállításához szükséges reciprok ablak tehát a 3. ábrából vehető: váltakozva pozitív és negatív Dirac-delták végtelen sorozata lesz.



4. ábra. Utánvilágítási függvény mérése

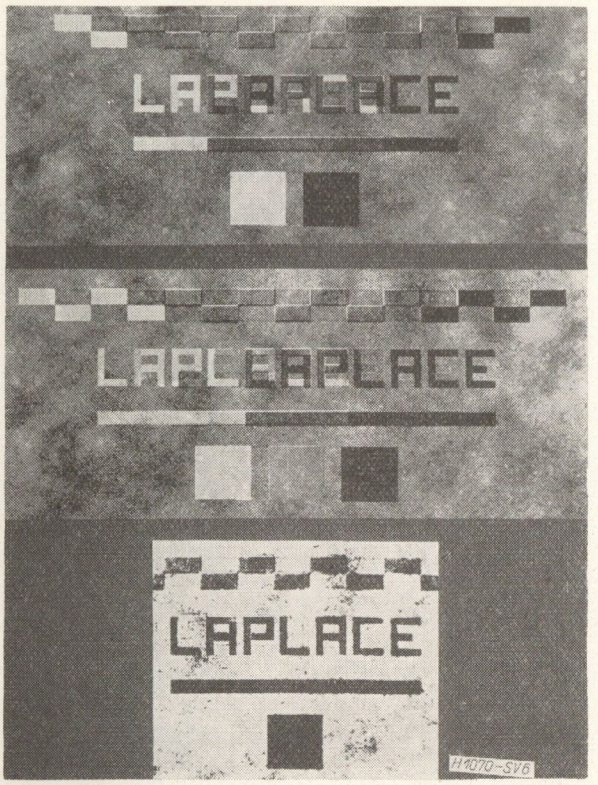


5. ábra. A kétszer exponált fénykép

A reciprok ablakkal való letapogatást fotográfiai eszközökkel is megvalósíthatjuk. Nagy körültekintést igényel azonban, hogy a fotográfiai nyersanyag gradációs görbéje nemlineáris, valamint hogy nem exponálhatunk „negatív feketedéseket". A legjobb eredményt adó kísérletünkben a gradációs görbe denzitásban lineáris szakaszán dolgoztunk. Ekkor a denzitások összegzése a feketedések szorzatával egyenértékű, ami a fotolemezek egymásrahelyezésével, tehát szubtraktív módon igen jól megvalósítható.

A végtelenül sok Dirac-deltából álló reciprok ablakot közelítőleg: 2, 4, majd 8 tagig valósítottuk meg. Ennek folytán a hibás leképezés és a közelítő visszaállítás együttes ablakfüggvénye egy pozitív és egy negatív Dirac-delta, amelyek távolsága rendre 2Δ, 4Δ és 8Δ. A visszaállítás során tehát egy pozitív és egy negatív kép csúszik egymáson egyre távolabb, ami a 6. ábrán jól megfigyelhető. A legalsó képen a pozitív összetevőt már nem fedi a negatív; a reciprok ablak további megvalósítása már szükségtelen.

Megjegyezzük, hogy a fotoanyag linearitása csak *közvetlen* fotográfiai rekonstrukciónál követelmény. Amíg a nyersanyag eleget tesz az ún. viszonossági

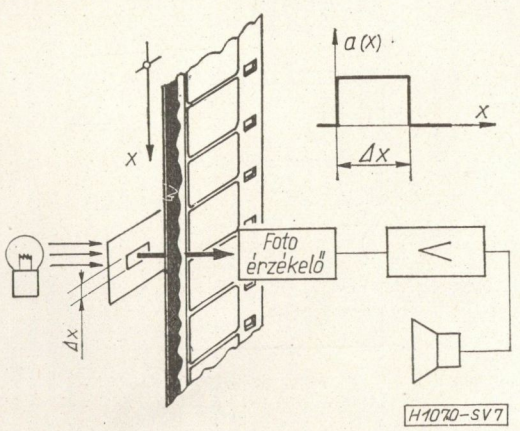


6. ábra. A fotográfiai rekonstrukció lépései

törvénynek* (ez általában nagyon kicsiny eltéréssel teljesül), és amíg a gradációs görbe monoton növekvő, a rekonstrukció a gradációs görbe ismeretében nemlineáris függvény esetén is elvégezhető. Ilyenkor első lépésként a gradációs függvény inverzével transzformáljuk a mért függvényt. Ezzel linearizáltuk az átvivőrendszert, a dekonvolució most már végrehajtható.

c) A résfüggvény-probléma. A hangosfilm-vetítő fényhang-lejátszó berendezése Δx szélességű ablakon át tapogatja le a hangcsíkot. A véges szélességű rés lerontja a nagyfrekvenciás átvitelt. Hogyan lehetne visszanyerni a hangcsíkon rögzített eredeti függvényt? (Ilyen jellegű feladattal igen sok esetben találkozunk.

* A feketedés az összes beesett fénymennyiség súlyozatlan összegével egyenlő — függetlenül attól, hogy milyen „bontásban" érkeztek is azok.



7. ábra. Az optikai hangrögzítés résfüggvény-problémája

A magnetofon-lejátszófej, az „elmozdult" fénykép, az oszcilloszkópok elektrosztatikus eltérítésének nagyfrekvenciás romlása, — mind hasonló kérdés.)

Az ablakfüggvény most a 7. ábra szerinti. Reciprok függvényét ismét megtalálhatjuk a 3. ábrán. A realizálás a mért függvény differenciálása után megint csak végtelen (de legalábbis a visszaállítandó függvényszakasszal egyenlő hosszúságú) Dirac-delta sorral történhet.

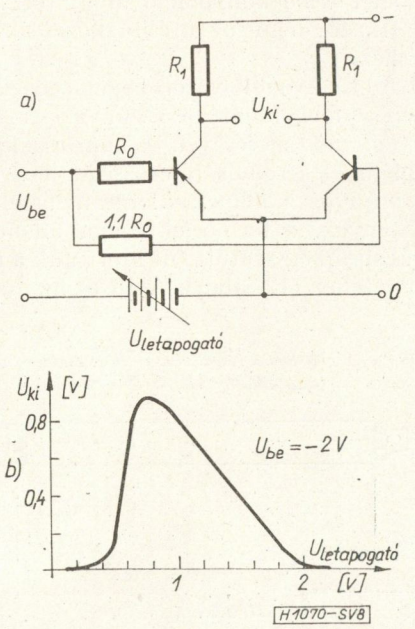
Ismeretes tény, hogy az ilyen típusú esetekben a nagyfrekvenciás átvitel a sin x/x függvény, az ún. résfüggvény szerint esik. Ezt a hangolsfilm-vetítő vagy magnetofon lejátszó-erősítőjében közel reciprok amplitúdóátvitel segítségével kompenzálni szokták. Kérdés, hogyan tekinthetjük ezt az eljárást az ablak — reciprok ablak fogalom tükrében?

A résfüggvény a 7. ábrán látható ablak Fourier-transzformáltjának *abszolút értéke*. Ehhez illesztettük a lejátszó-erősítő átvitelét, tehát a lejátszó-erősítő súlyfüggvénye Fourier-transzformáltjának *abszolút értékét*. Az ablakfüggvény és reciproka közötti (10) összefüggés Fourier-transzformáltakra is áll:

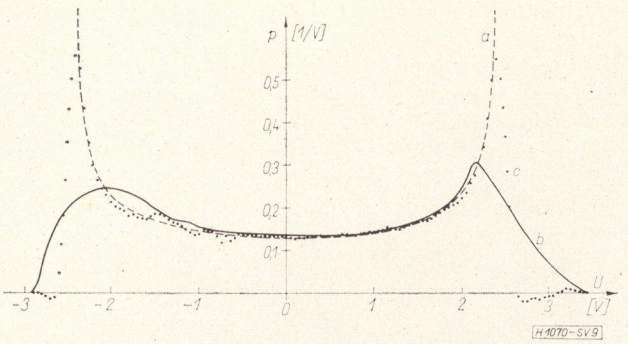
$$1 = A(\omega) \cdot A_r(\omega).$$

Korrekciónkkal ezt a komplex egyenletet csupán abszolút értékre teljesítettük, az arcusokkal nem törődtünk. A korrekció így tehát nem tökéletes. Hangfrekvenciás berendezésben — ahol a fő szempont a megfelelő amplitúdókarakterisztika kialakítása — elegendő ez a korrekció. Ha azonban egy oszcilloszkóp eltérítésének nagyfrekvenciás esését akarjuk előkiemeléssel kompenzálni, a 7. ábra szerinti ablakfüggvény reciprokát kell megvalósítanunk. Más szavakkal: a megfelelő impulzusátvitel mind az amplitúdó-, mind a fázismenet korrekcióját szükségessé teszi — az ismert eredményre jutottunk tehát.

d) Feladatunk egy stacionárius jellemzőkkel rendelkező váltakozójel amplitúdósűrűség-függvényének



8. ábra. a) egyszerű amplitúdósűrűség-mérő, *b)* a letapogató ablak



9. ábra. Színuszhullám amplitúdóspektruma: *a)* ideális sűrűségfüggvény, *b)* mért függvény, *c)* dekonvolucióval javított eredmény

felvétele. Mérőeszközünk a 8*a* ábrán látható egyszerű tranzisztoros hálózat, amelynek felbontóképessége meglehetősen rossz: konstans bemenőfeszültséget letapogatva, a kimeneten 1 V-nál szélesebb hullámot kapunk az ideális Dirac-delta helyett. Hogyan lehetne a mérési eredmény pontosságát növelni?

A feladatot végiggondolva megállapíthatjuk, hogy az $U_{KI}(U_{\text{letapogató}})$ függvény éppen az a súlyozófüggvény, amellyel súlyozva jelentkeznek a kimeneten az egyes bemeneti amplitudók, — vagyis ez a problémára vonatkozó ablak. A mért amplitudósűrűségből (7) segítségével a pontos sűrűségfüggvény számítható.

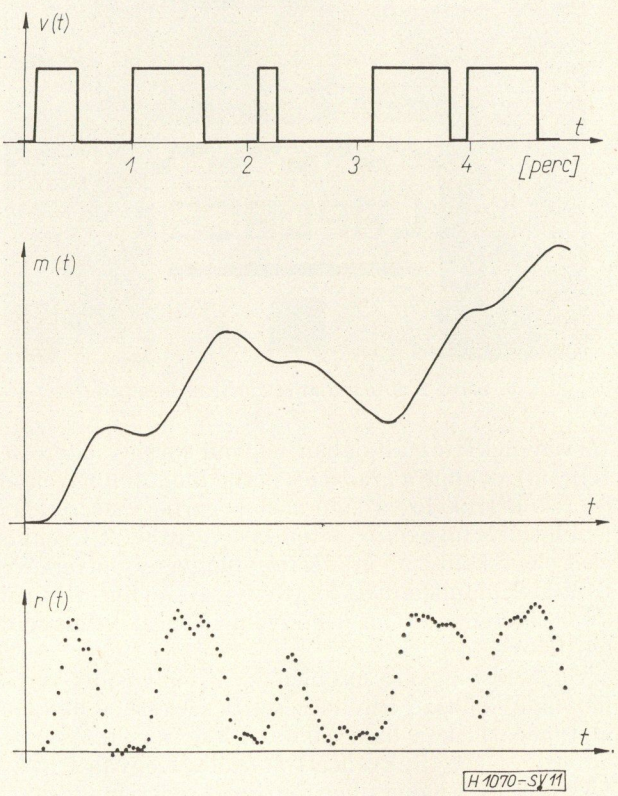
Illusztrációként a 9. ábrán mutatunk be mérési eredményeket. Az ábrán színuszhullám esetére láthatjuk az ideális sűrűségfüggvényt, a mért eredményeket és a dekonvolucióval javított függvényt. Az ábra meggyőzően bizonyítja a módszer hatékonyságát.

e) A 10. ábra szerinti mérési elrendezésben egy termikus késleltetővonal súlyfüggvényét és ismeretlen gerjesztésre vonatkozó válaszfüggvényét rögzítettük. (Mind a termikus gerjesztés, mind a hőérzékelés lineáris volt.) A 11. ábrán a valódi gerjesztést, a kimeneti jelet és a dekonvolucióval javított kimenetet adjuk. Látható, hogy az utóbbi közel áll a valódi gerjesztéshez.

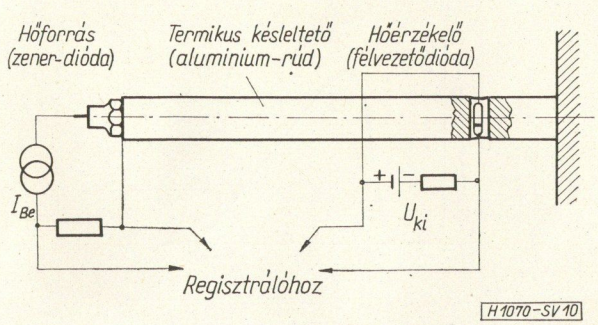
f) Félvezetőanyagok vezetőképességének pontonkénti mérése megoldható a szennyezésfüggő *termoelektromos állandó* mérésével. A hőmérsékletgradiens az anyagban elektromos térerősséget hoz létre. Ez a térerő arányos a hőmérsékletgradienssel; az arányossági tényező a termoelektromos állandó.

A mérés során egy fűtött tűt szorítunk a félvezetőlapka felületéhez (12. ábra). A tű és az asztal közti feszültségből a termoelektromos állandó, ebből pedig a vezetőképesség meghatározható.

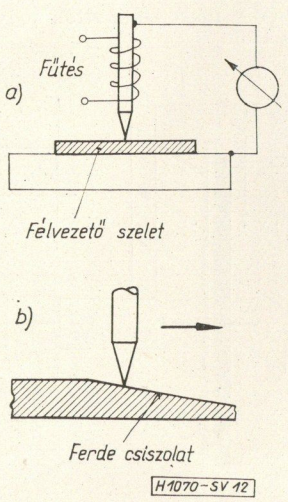
Ha diffúzióval kialakított réteg inhomogén szennyezésprofilját akarjuk megállapítani, a félvezetőlapkán ferde csiszolatot készítünk, s a mérést sok pontban megismételjük. (A 12*b* ábrán a tű oldalirányú elmozdulása tulajdonképpen mélységi elmozdulással egyenértékű.) Gondot okoz itt, hogy a meleg tű nem egy pontban, hanem egy kicsiny, de véges térrészben melegíti fel a mintát — a mért termoelektromos feszültség tehát nem egyetlen pontra jellemző, hanem valami átlagérték. Az átlagolás súlyozófüggvénye a tű alatti hőmérsékletgradiens



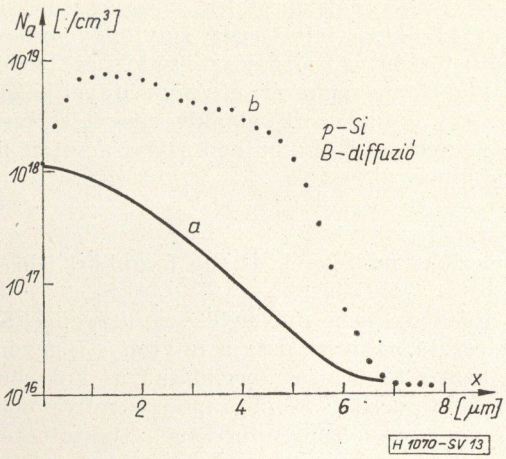
11. ábra. A termikus késleltetővonal $v(t)$ gerjesztése, $m(t)$ kimeneti függvénye és az $r(t)$ javított kimeneti függvény



10. ábra. Termikus késleltetővonal vázlata



12. ábra. Fajlagos ellenállás melegtűs mérése



13. ábra. Szennyezéskoncentráció a mélység függvényében: *a)* közvetlen mérési eredmények, *b)* dekonvolucióval javított eredmények

helyfüggvénye. Ismét ablak-letapogatás jellegű problémára jutottunk; a mérési eredmények megint javíthatók dekonvolucióval [3].

Az ablakfüggvényt itt elméleti úton, a kialakuló hőmérsékleteloszlás analitikus meghatározásával állapíthatjuk meg. A módszerrel nyert közvetlen és javított mérési eredményeket látjuk a 13. ábrán.

6. A zaj okozta korlátozás

Az eddig elmondottak alapján úgy tűnhetne, végtelenül hatékony eszközhöz jutottunk, amelynek segítségével egy átvivőrendszer sávszélességét vagy egy mérés felbontóképességét tetszőleges mértékben meg lehet növelni. Ugyanakkor észrevehető, hogy pl. a 6. ábrán a visszaállító lépésekkel együtt a kép egyre halmozódó szemcsézettsége jelentkezik. A 11. ábra javított kimeneti függvénye észrevehető rendszertelen ingadozást, zajt tartalmaz.

A gyakorlati esetekben számolnunk kell azzal, hogy a mért függvény (az átvivőberendezés zajából, a mérés pontatlanságából, a fotolemez szemcsézettségéből stb. származóan) statisztikusan ingadozó hibát hordoz. A dekonvolució során ez a hiba, zaj felerősödik — nemritkán igen nagy mértékben. Ezen nem kell meglepődnünk, hiszen a felbontás, a sávszélesség javulásának a mérési eredmények adott, a mérés által meghatározott információtartalma esetén feltétlenül a zajviszonyok romlására kell vezetnie. Ahogy javítjuk a felbontóképességet, úgy növekszik a rekonstruált függvényen a zaj — és ez meglehetősen határozott korlátok közé szorítja a módszer alkalmazhatóságát.

A továbbiakban a dekonvolucios probléma zajviszonyait tisztázzuk. A *valódi függvényt* ideálisnak, zajtalannak tekintjük (ha zajos, akkor a zaját beleértjük). A *mért függvény* fizikai hordozójára (átvivőrendszer kimeneti kapcsai, fotolemez stb.) bevezetjük a következő fogalmakat:

maximális jelszint	m_M
zajszint	m_{RMS}
zaj-autokorrelációs fv.	$\varrho_m(x)$.

A valódi függvényt egy $a(x)$ ablakkal leképezzük a mért függvény fizikai hordozójára. A túlvezérlést a következő elégséges feltétel betartásával kerüljük el:

$$m_M = v_M \int_0^\infty |a(x)|\,dx, \tag{12}$$

ahol v_M a valódi függvény maximuma.

A mért függvény hordozója által lehetővé tett jel/zaj viszony m_M/m_{RMS}. Mekkora lesz a rekonstruált függvény jel/zaj viszonya, r_M/r_{RMS}?

A dekonvolúciót az $a_r(x)$ reciprok-ablakkal végezzük:

$$r(x) = m(x) \otimes a_r(x). \tag{13}$$

Ez az összefüggés az $m(x)$-ben jelenlevő zajhoz, amely sztochasztikus függvény, egy újabb sztochasztikus függvényt rendel mint $r(x)$ komponensét. Kimutatható, hogy a (stacionáriusnak feltételezett) sztochasztikus függvények szórásnégyzete közötti kapcsolat:

$$r_{RMS}^2 = m_{RMS}^2 \int_0^\infty a_r(x) \int_0^\infty a_r(y)\,\varrho_m(x-y)\,dy\,dx. \tag{14}$$

A jel/zaj viszonyok kapcsolata (12) és (14)-ből adódik:

$$\frac{r_M}{r_{RMS}} = \frac{m_M}{m_{RMS}} \left(\int_0^\infty a_r(x) \int_0^\infty a_r(y)\,\varrho_m(x-y)\,dy\,dx \right)^{-1/2} \times$$

$$\times \left(\int_0^\infty |a(x)|\,dx \right)^{-1}, \tag{15}$$

ahol felhasználtuk, hogy $v_M \approx r_M$, valamint feltételezzük, hogy $m(x)$ hordozója a (12) szerinti maximumig vezérelt.

Egyes megszorításokkal az összefüggés egyszerűbbé tehető. Ha pl. az $m(x)$ függvény Δx lépésközű mérésekből származik, s az egyes mérések leolvasási pontatlanságából adódó zajt korrelálatlannak tekintjük, akkor:

$$\frac{r_M}{r_{RMS}} = \frac{m_M}{m_{RMS}} \Delta x^{-1/2} \left(\int_0^\infty a_r^2(x)\,dx \right)^{-1/2} \left(\int_0^\infty |a(x)|\,dx \right)^{-1} \tag{15a}$$

feltételezve, hogy $a_r(x)$ nem változik jelentősen a Δx távolságon.

A (15) összefüggés az ideális feltételek mellett végigvitt dekonvolució eredményének zaját adja; az ebből adódó jel/zaj viszony romlás tehát teljes mértékben a „konvolucios kódolás" rovására írandó, a fizikai hordozó rosszabb kihasználására jellemző. A dekonvolució során fellépő egyéb zajhatások tovább rontják az eredményt. Így történt ez a 6. ábra fényképsorozatánál is. A (15) összefüggés ebben az esetben 5,64-szeres jel/zaj romlást indokolna. A valóságban — mivel a visszaállítás sem ideális fotolemezzel történt — ennek többszöröse jelentkezett.

7. Iteratív visszaállítás és egy áramköri lehetőség

A megoldandó feladathoz tartozó reciprok ablakot sok esetben nem könnyű megtalálni. Máskor az ismert reciprok-ablak használata célszerűtlen: ha pl. nagy amplitúdóval oszcilláló tag szerepel benne, ez — a (15) összefüggésből beláthatóan — igen zajossá, pontatlanná teszi eredményünket. Ilyen esetben hasznos lehet a probléma $a_t(x)$ *tényleges* ablakfüggvényét egy olyan $a_f(x)$ *feltételezett* ablakfüggvénnyel közelíteni, amelynek reciproka ismert vagy zajszempontból célszerű.

Természetesen tudnunk kell, hogy ez a közelítés milyen hibát okoz a végeredményben. A 3. szakasz *b)* tétele alapján erre könnyen válaszolhatunk: a közelítő visszaállítás után kapott eredmény a valódi függvénynek az

$$a_t(x) \otimes^{-1} a_f(x) \tag{16}$$

ablakkal való letapogatásával egyenértékű. Ez utóbbit összevetve az ideális eset Dirac-deltájával eldönthetjük, hogy a közelítés pontossága elegendő-e.

Ha a pontosság nem kielégítő, iteratív módszerrel javíthatjuk az eredményt. Az eljárás:

$$v_1(x) \equiv 0$$

$$v_{n+1}(x) = v_n(x) + [m(x) - v_n(x) \otimes a_t(x)] \otimes^{-1} a_f(x), \tag{17}$$

ahol a $\{v_n(x)\}$ függvénysorozat határértékét tekinthetjük visszatranszformált függvénynek.

Kérdéses persze, hogy a (17) iterációs formula konvergens függvénysorozatot állít-e elő. A konvergencia egy elégséges feltétele a következő:

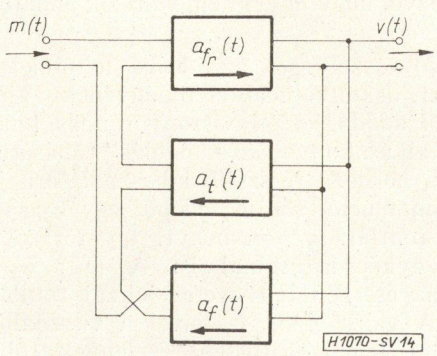
$$\int_0^\infty |\delta(x) - a_t(x) \otimes^{-1} a_f(x)| \, dx < 1. \tag{18}$$

A konvergenciafeltétel enyhíthető, ha a (18) feltétel teljesülését a $(0, \infty)$ tartomány helyett csak a rekonstruálandó $(0,x)$ szakaszra írjuk elő.

A (17) összefüggés segítségével $m(x) = \delta(x)$ helyettesítéssel reciprok ablak képzés is megvalósítható. Sok esetben már a második iterációs lépés megfelelő pontosságú eredményt ad.

Érdekes tény, hogy a (17) egyenlet egyszerű analóg hálózattal megoldható. Az egyenletet egy kissé átrendezve, s az x változót a t idővel helyettesítve:

$$v_{n+1}(t) = [v_n(t) \otimes a_f(t) + m(t) - v_n(t) \otimes a_t(t)] \otimes^{-1} a_f(t). \tag{17a}$$



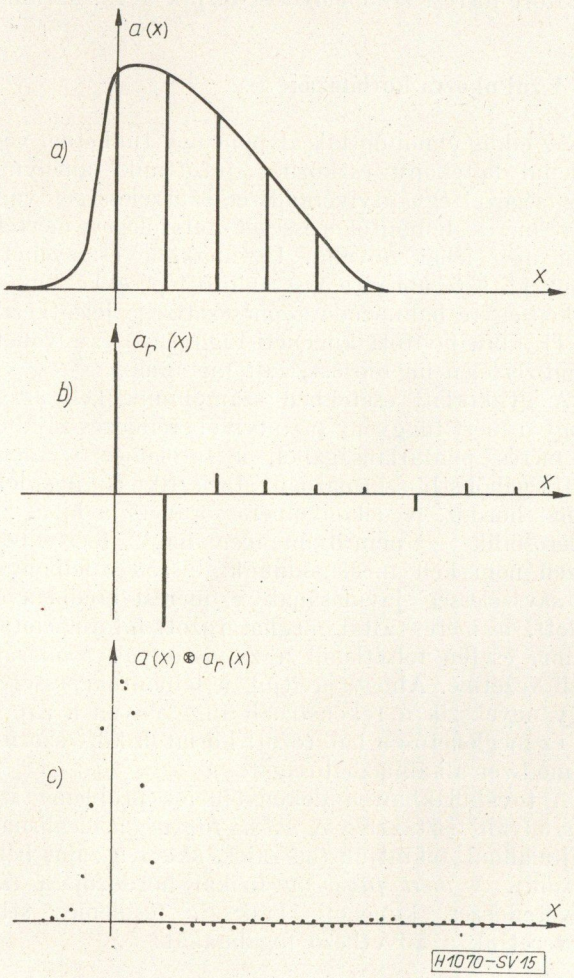
14. ábra. Reciprok súlyfüggvényt megvalósító hálózat

A (17*a*) egyenletnek megfelelő visszacsatolt hálózatba (14. ábra) tetszőleges súlyfüggvényű $a_t(t)$ négypólust iktatva, a hálózat a ki- és bemeneti kapcsok között a reciprok súlyfüggvénnyel jellemezhető. (A „feltételezett ablak" megválasztásával természetesen gondoskodni kell a visszacsatolt hálózat stabilitásáról.)

8. Numerikus módszerek és egy áramköri lehetőség

Ha a dekonvolució műveletét számítógéppel akarjuk elvégezni, kényszerűség a folytonos függvények pontonkénti, táblázatos megadása, a konvolúciós integrálok numerikus közelítő módszerrel való elvégzése. A gépi számolás egyszerűsége, áttekinthetősége és a numerikus hiba könnyű számítása érdekében célszerű az ablakfüggvényt eleve Dirac-delták sorozatával közelíteni (15. ábra). A közelítés okozta hiba (16) segítségével számolható — a további gépi számolás pedig az ablakfüggvény diszkrét jellege következtében numerikus módszer okozta hibával nem jár. A rekonstrukció felbontóképességének korlátja természetesen a Dirac-delták távolsága.

Az ilyen típusú ablakfüggvények reciproka közvetlenül képezhető. Az ablakfüggvény, ill. a reciprok



15. ábra. a) ablakfüggvény és közelítése Dirac-deltákkal, *b)* közelítő reciprok ablakfüggvény, *c)* ablak és közelítő reciprok ablak konvolúciója

ablakfüggvény Dirac-delta együtthatóira a következő összefüggésekkel vezetünk be jelölést:

$$a(x)=\sum_{i=0}^{NA}\delta(x-i\cdot\Delta x)\cdot A[i];$$

$$a_r(x)=\sum_{i=0}^{NRA}\delta(x-i\cdot\Delta x)\cdot RA[i].$$

A reciprok ablak képzésének algoritmusa ALGOL programozási nyelven a következő:

```
PROCEDURE RECIPROK ABLAK (A, RA, NA, NRA);
VALUE A, NA, NRA;
INTEGER NA, NRA;
ARRAY A, RA;
BEGIN INTEGER I, J, K;
  REAL S, T;
  T:=RA[0]:=1/A [0];
  FOR I:=1 STEP 1 UNTIL NRA DO
  BEGIN K:=IF I<NA THEN I ELSE NA;
    S:=0;
    FOR J:=1 STEP 1 UNTIL K DO
    S:=S+RA[I-J]×A[J];
    RA[I]:=-S×T
  END
END RECIPROK ABLAK;
```

Szerencsés esetben a reciprok ablak együtthatói gyorsan tartanak zérushoz, — ha nem így van, az zajszempontból kedvezőtlen.

Bemutatunk néhány jól használható ablak-párt.

Téglalap-ablak:

A	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RA	1	−1	0	0	1	−1	0	0	1	−1	0	0	...

Trapéz-ablak:

A	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RA	1	−2	2	−1	0	0	1	−2	2	−1	0	0	....

exp (x) ablak:

A	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,0312	0,0166	....
RA	1	−0,5	0	0	0	0	0	

$x\cdot\exp(x)$ ablak:

A	1	1,4	1,47	1,372	1,201	1,008	0,824	0,659	0,519 ...
RA	1	−1,4	0,49	0	0	0	0	0	0

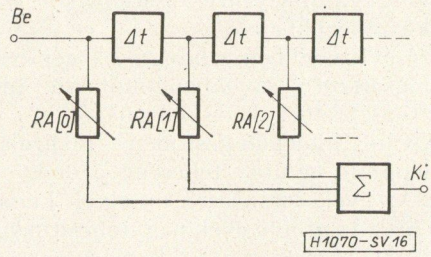
Háromszög ablak:

A	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	0
RA	1	−0,8	0,04	0,058	0,069	−0,117	0,019 ....

A dekonvolució numerikus elvégzése nem igényel feltétlenül számítógépet, a kiértékeléshez sok esetben asztali számológép is elegendő.

A reciprok-ablak képzés további fogásaira nem térünk ki — csupán megjegyezzük, hogy a fenti algoritmust a (17) iteratív eljárással, ill. a reciprok ablak „simításával" kiegészítve, zajszempontból jóval kedvezőbb eredményre juthatunk.

A Dirac-delták sorozatával közelített reciprok ablakfüggvény megint egy érdekes alkalmazási lehetőségre hívja fel a figyelmünket. A 16. ábrán látható, Δt késleltetőkből, beállítható osztókból és egy összegzőből álló hálózattal Dirac-deltákból álló súlyfüggvényű rendszert realizálhatunk. Az osztókat a reciprok ablak együtthatóival arányosan beállítva, az áramkör elvégzi a dekonvolúciót; korrektorként használható fel.



16. ábra. Reciprok ablakot megvalósító korrektor

A 16. ábra szerint felépített, ún. *transzverzális korrektorral* pl. televíziós átvivőrendszerekben [4] vagy egyes integrált áramkörökben [5] találkozhatunk. Utóbbiakban a késleltetővonal szerepét elosztott paraméterű RC lánc tölti be (ez a késleltető sajnos diszperzív, ami rontja az áramkör működését). Az e szakaszban leírt módszerek alkalmasak transzverzális korrektorok időtartománybeli szintézisére (a korrigálandó hálózat súlyfüggvényéből az RA szűrőegyütthatók meghatározására), zajviszonyaik, hibájuk számítására.

A szerző ezúton mond köszönetet dr. Valkó Iván Péter tanszékvezető egyetemi tanárnak a munkája során tapasztalt értékes támogatásért. Háláját szeretné kifejezni Sárossy József okl. villamosmérnöknek. A defókuszált fényképek rekonstruálhatóságáról vele folytatott eszmecserék vezettek el végső soron e cikk anyagának megszületéséhez. Köszönet illeti Dinh quóc Tháng V. évf. villamosmérnök hallgatót, a mérések elvégzésében való közreműködésért.

IRODALOM

[1] *Stroke G. W.—Zech R. G.:* A posteriori image-correcting „deconvolution" by holographic Fourier-transform division Physics Lettérs. V. 25. A, No. 2., pp. 89—90 (1967)

[2] *Dr. Fodor Gy.:* A Laplace-transzformáció műszaki alkalmazása. Műszaki Könyvkiadó, 1962

[3] *Bajor G. —Székely V.:* Measurement of micro-inhomogeneity and doping profile in Si layers by a hot point probe method. International Conference on the Physics and Chemistry of Semiconductor Heterojunctions and Layer Structures, Budapest 1970

[4] *Sperry, R. V.—Surenian, D.:* A transversal equalizer for television circuits. BSTJ, V. 39, No. 2, pp. 405—422 (1960)

[5] *Levine R. C.:* Computer-aided design of thin-film amplifiers, filters and distributed-RC networks; *Herskovitz:* Computer-aided integrated circuit design. McGraw-Hill, 1968. 9. fejezet

DR. GSCHWINDT ANDRÁS
Budapesti Műszaki Egyetem

Új irányzatok az A3 üzemmódú műsorszóró adóberendezések tervezésében

ETO 621.396.712.001.2

Az utóbbi években egyre több nagyteljesítményű adóberendezést (500 kW—1,5 MW) kerül üzembe. A teljesítménynövelés új konstrukciós szempontokat hozott előtérbe, amelyekről összefogóan szeretnék szólni a következőkben.

Az előző évtizedekben a hosszú-, közép- és rövidhullám műsorszóró sávokban működő adóberendezések áramköreinek kialakításánál döntő tényező volt a kívánt kimenőteljesítmény realizálása. Az adók felépítése szinte teljesen azonos elveket követett. Az évek során ezek az elvek klasszikussá váltak és csak az utóbbi évek nagyteljesítményű adói jelentettek változást ezen a konstrukciós merevségen.

A megawatt vivőteljesítmény mellett döntő tényezővé vált az adó teljes hatásfoka, hiszen ez határozza meg alapvetően az üzemeltetés költségeit.

A teljes hatásfok növelése az egyes fokozatok hatásfokának növelésén keresztül valósítható meg. Ez a követelmény tette szükségessé az eddigiekben nem alkalmazott erősítő típusok fejlesztését és alkalmazását különösen a hosszú és középhullámú adóberendezésekben.

Az utóbbi évtizedben tört elő intenzívebben a nagytávolságú beszédátvitelben a komprimált dinamikával történő moduláció, amelynek célja az adó jobb kihasználása. A kompresszió leggyakrabban elterjedt módja trapézmoduláció.

1. Új áramköri megoldások

Nyilvánvaló, hogy az adók teljes hatásfokát csak úgy emelhetjük, hogy a nagyteljesítményű fokozatok hatásfokát növeljük.

Az adók modulálása a végfokozat anódjában történik. A modulátor erősítő a klasszikus adó elrendezésében ellenütemben AB_2-es beállításban üzemelt.

A vívőhullám erősítő „C"-osztályú üzemmódú, általában 80—85% anódhatásfokkal.

Az utóbbi évek mindkét erősítő típusra új megoldásokat hoztak.

A hangfrekvenciás erősítő az ellenütemű AB osztály helyett „D"-osztályú lett. A „D"-osztályú erősítés elve már régóta ismert, nagyteljesítményű erősítőket (50—100 kW) azonban csak az utóbbi években készítettek. Az erősítőkkel elért hatásfok 90% körül mozog. A szélesebbkörű elterjedést különösen a nagyteljesítményű gyors kapcsolási célokra alkalmas erősítő elemek (tranzisztorok, elektroncsövek) hiánya okozza. Természetesen ezek mellett bőségesen akadnak áramkör realizálási nehézségek is.

Beérkezett: 1970. XII. 28.

Sokkal kiforrottabbnak tekinthető a rádiófrekvenciás erősítők hatásfoknövelő eljárása, különösen a középhullámú sávval bezárólag.

A hatásfoknövelés útja itt is hasonló a „D" osztályú, impulzusvezérelt erősítéshez. Maximális hatásfokot kaphatnánk, ha tökéletes kapcsolóüzemet tudnánk realizálni a vivőfrekvenciás erősítés közben is.

Általában az erősítők nem működnek tökéletes kapcsolóként, az alapharmonikus mellett mindössze egyetlen, általában együtemű erősítőkben a 3., ellenütemükben a 2. harmonikust használják a kedvező hatásfok elérésére.

Az áramköri konstrukciótól függően a hatásfok növekedés a „C" osztályú üzemhez képest 6—10% és eléri a nagyteljesítményű elektroncső paraméterei által meghatározott 90—92%-os értékeket.

A teljes hatásfok növekedését segíti a meghajtó fokozatok tranzisztorizálása.

2. Különböző adókonstrukciók

Hatásfok vizsgálatainkat olyan adókonstrukciókon végezzük, amelyek addig már üzemelnek vagy a közeljövőben nagy valószínűséggel üzemelni fognak.

Végső következtetéseinkben megállapítjuk, hogy melyik a hatásfok szempontjából optimálisnak tekinthető megoldás. Valamennyi elrendezésünk közös vonása a moduláció megvalósítása. A rádiófrekvenciás erősítők modulálása anódban történik.

Nem foglalkozunk a kisszintű moduláció + lineáris r. f. erősítő felépítésű adókkal, mivel ezek hatásfoka lényegesen kisebb a végfokozatban modulálttaknál.

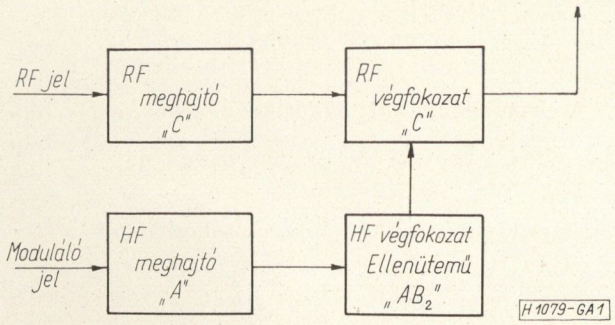
a) Klasszikus felépítésű adó AB_2 osztályú modulátorral

Elrendezési rajzát az 1. ábra mutatja. Áramköri megoldásaiban a 20—30 évvel ezelőtti és a jelenlegi konstrukciók csak a modernebb, nagyobb erősítésű elektroncsövek, tranzisztorok felhasználásában különböznek. Az újabb adók teljesítményerősítői által disszipált teljesítmény elvezetésére elgőzölögtető hűtést használnak.

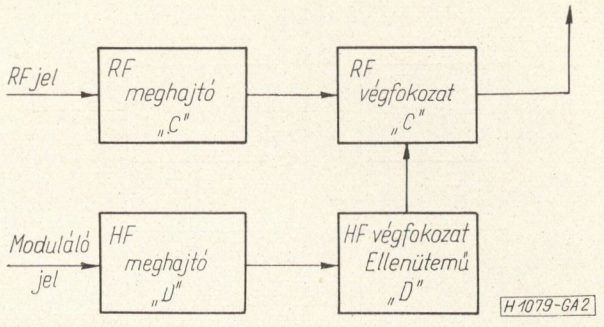
b) Klasszikus rádiófrekvenciás fokozatok, ellenütemű „D"-osztályú modulátor erősítő

A rádiófrekvenciás rész nem különbözik az *a)* pontban ismertetett megoldástól. Az ellenütemű „D"-osztályú hangfrekvenciás erősítőből a cikk megírásáig még nem készültek 100 kW nagyságrendű erősítők. A fejlődés ütemét tekintve azonban ilyen erősítők megjelenése rövidesen várható.

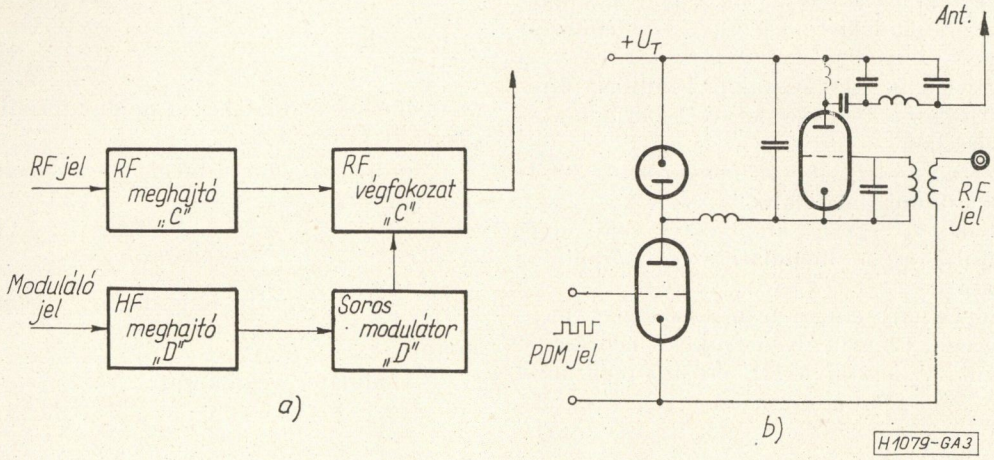
c) Klasszikus rádiófrekvenciás rész — „D"-osztályú soros elrendezésű modulátor



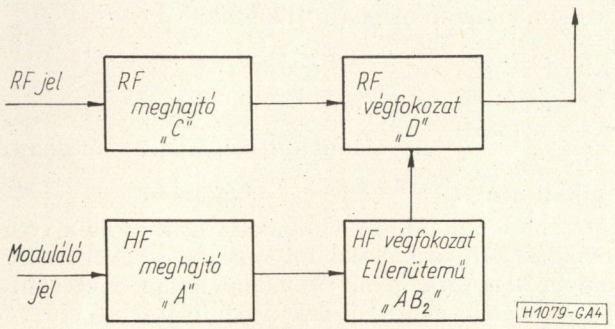
1. ábra. Klasszikus felépítésű adó blokksémája



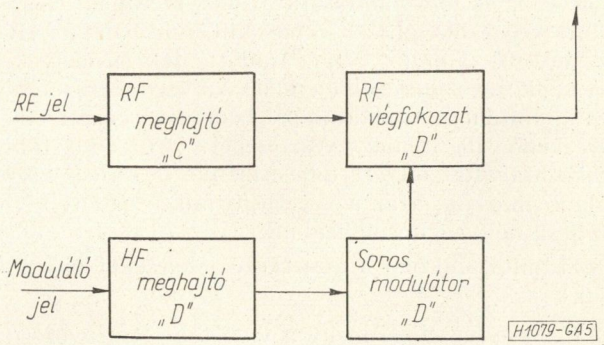
2. ábra. Klasszikus felépítésű rádiófrekvenciás résszel ellenütemű „D"-osztályú modulátorral rendelkező adó blokksémája



3. ábra. A GATES cég által forgalmazott adó modellje. Klasszikus rádiófrekvenciás rész soros „D"-osztályú modulátor



4. ábra. „D"-osztályú rádiófrekvenciás résszel, klasszikus ellenütemű AB_2-osztályú modulátorral rendelkező adó modellje



5. ábra. „D"-osztályú rádiófrekvenciás résszel soros, „D"-osztályú modulátorú adó blokksémája

Ebben az elrendezésben a modulált fokozat és a modulátor szorosan kapcsolódik a tápfeszültségre, amint ezt a 3*b* ábra mutatja.

Ha nincs moduláció, a vezérlő impulzus kitöltési tényezője 0,5, tehát az RF erősítőre 0,5 U_T feszültség jut. A kapcsoló jel frekvenciája általában 50—80 kHz az erősítő által átvitt maximális moduláló frekvenciától függően.

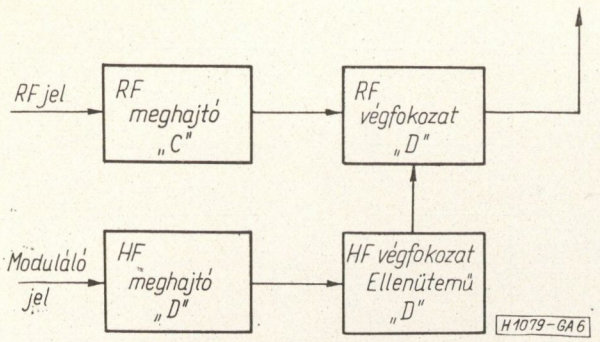
A 3. ábrán látható elrendezésű középhullámú sávban működő adó típust a GATES amerikai cég fejlesztett ki illetve forgalmazza.

d) „D"-osztályú rádiófrekvenciás erősítő, AB_2-osztályú modulátor

A 4. ábrán látható modellből már több üzemel, sőt a középhullámú, nagyteljesítményű adókban (az új konstrukciókban) szinte egyeduralkodóvá vált. A rádiófrekvenciás rész „D"-osztáyú üzemű, a hangfrekvenciás klasszikus AB_2-üzemben működik.

e) „D" osztályú RF teljesítményerősítő — D osztályú, soros elrendezésű modulátor

Az 5. ábrán látható adó áramköri részei több adóban megtalálhatók. Az 5. ábra szerinti össze-



6. ábra. A legjobb teljes hatásfokot biztosító adó blokksémája. „D"-osztályú rádiófrekvenciás és ellenütemű „D"-osztályú hangfrekvenciás rész

állítású adó tudomásom szerint még nem működik, de elvi, áramköri akadálya nincs, hogy az elrendezést megvalósítsák.

A rádiófrekvenciás „D"-osztályú beállítást általában kétjelű (alapfrekvenciás jel + 1 harmonikus) üzemmel realizálják.

f) „D"-osztályú RF teljesítményerősítő — D osztályú ellenütemű modulátor

Az ellenütemű HF erősítő alkalmazásával a vivőhullámú erősítő és a modulátor egyenáramúlag szétválasztható.

A 6. ábrán látható elrendezésű adó a cikk megírásakor még nem üzemelt. Konstrukciós nehézséget az ellenütemű „D"-osztályú HF erősítő realizálása jelent.

3. Az adó összhatásfokát meghatározó tényezők

A különböző adómodellek vizsgálatát a teljes hatásfok összehasonlítására azonos szempontok szerint végezzük el. Összehasonlításunkban a vivő végerősítő anódja által leadott teljesítményeket vesszük figyelembe, elhanyagolva a végerősítő anódja és az antennát tápláló kábel bemenete között elhelyezkedő illesztőkör veszteségét. Az adó többi fokozata által felvett teljesítményt is erre a közös alapra hozzuk, azaz a végerősítő által leadott vivőteljesítményre normalizálunk.

Számításainkban a következő jelöléseket használjuk:

P_c — vivőteljesítmény a vivő teljesítményerősítő anódján mérve,
m — modulációs mélység,
η_c — a rádiófrekvenciás végerősítű hatásfoka,
η_m — a modulátor lánc utolsó fokozatának hatásfoka,
η_d — a rádiófrekvenciás meghajtó fokozat hatásfoka,
η_{md} — a modulátor végerősítőt meghajtó fokozat hatásfoka,
η_t — az adó teljes hatásfoka,
η_{ts} — soros modulátorú adó teljes hatásfoka,
A_m — a modulátor végerősítő teljesítményerősítése,
A_c — a vivő végerősítő teljesítményerősítése,
P_n — hasznos leadott rádiófrekvenciás teljesítmény,
P_t — hálózatból felvett összes teljesítmény,
K — P_c egységben kifejezett az adó kisegítő fokozatai által felvett teljesítmény.

A végerősítő által leadott rádiófrekvenciás teljesítmény két részből áll, a vivő és az oldalsávteljesítményből, az utóbbi a modulációs mélység függvénye.

Az adó által leadott hasznos teljesítmény:

$$P_n = P_c + \frac{m^2}{2} P_c$$

A hasznos teljesítmény leadása közben a nagyteljesítményű fokozatok által a tápegységből felvett teljesítmény

— rádiófrekvenciás végerősítő:

$$\frac{P_c}{\eta_c}$$

(a moduláció hatásfokát a modulátornál vesszük figyelembe),

— rádiófrekvenciás meghajtó fokozat:

$$\frac{P_c}{A_c \eta_m},$$

ahol $\frac{P_c}{A_c}$ a meghajtó teljesítmény a végfokozat számára,

— modulátor végfokozat:

$$\frac{P_c m^2}{2\eta_c \eta_m},$$

ahol $\frac{P_c m^2}{2\eta_c}$ a modulátor által leadott hangfrekvenciás teljesítmény,

— modulátor meghajtó fokozat:

$$\frac{P_c m^2}{2\eta_c \eta_m A_m \eta_{md}},$$

ahol $\frac{P_c m^2}{2\eta_c \eta_m A_m}$ a modulátor végfokozat meghajtó teljesítménye.

Az előző számítások csak akkor igazak, ha a vivőhullámerősítő és a modulátor végerősítő egyenáramúlag elválasztott, tehát a modulálatlan vivőerősítő hatásfokában nem szól bele a modulátor végerősítő. Ez az eset áll fenn az *a), b), d)* és *f)* esetben.

A soros modulátor vizsgálatánál a rádiófrekvenciás végerősítő által felvett összes teljesítmény a következő lesz:

$$\frac{P_c}{\eta_c \eta_m}$$

Az előző teljesítményeknél figyelmen kívül hagytuk az adó többi fokozata, a hűtőmű, csövek fűtése... stb. által felvett teljesítményt.

Ezeket a teljesítményeket összevontan vegyük figyelembe és viszonyítsuk a P_c teljesítményhez:

$$K = 0{,}15 \div 0{,}3\, P_c,$$

ami jó közelítéssel igaz, ha legalább néhány száz kW-os vivőteljesítményt tételezünk fel.

Figyelembe véve az előző teljesítmény viszonyokat, írjuk fel a teljes hatásfokot először a független egyenáramú körrel rendelkező modulátorra:

$$\eta_t=\frac{P_n}{P_t}=\frac{P_c+\frac{m^2}{2}P_c}{\frac{P_c}{\eta_c}+\frac{m^2P_c}{2\eta_c\eta_m}+\frac{m^2P_c}{2\eta_c\eta_mA_m\eta_{md}}+\frac{P_c}{A_c\eta_d}+K}=$$

$$=\frac{1+\frac{m^2}{2}}{\frac{1}{\eta_c}+\frac{m^2}{2\eta_c\eta_m}+\frac{m^2}{2\eta_c\eta_mA_m\eta_{md}}+\frac{1}{A_c\eta_d}+K}.$$

Soros modulátorra felírva és P_c-vel egyszerűsítve:

$$\eta_{ts}=\frac{1+\frac{m^2}{2}}{\frac{1}{\eta_c\eta_m}+\frac{m^2}{2\eta_c\eta_m}+\frac{m^2}{2\eta_b\eta_mA_m\eta_{md}}+\frac{1}{A\eta_d}+K}$$

Az előző két kifejezésbe helyettesítsünk be jó közelítéssel felvett értékeket és nézzük meg mekkora teljes hatásfokot kapunk.

Tartsuk be a számításoknál az adó modellekre felvett sorrendet.

a) A modulációs index megválasztásánál tételezzük fel, hogy az adó felváltva sugároz zene- és beszédműsort. Dinamika csökkentő eljárást a műsoridő kis részében használ csak.

A program átlagos modulációs mélységét helyettesítsük m=0,5 egyetlen színuszjellel történő modulációval. A K konstans megválasztásánál a legnehezebb közelíteni, hiszen értéke sok tényezőtől függ. Vegyünk fel K-ra két értéket *0,2* és *0,1*-et.

Természetesen valamennyi adó modellre ugyanazzal a K-val és m-mel számolunk, bár itt is meg kell jegyezni, hogy ez is csak közelítően tekinthető igaznak.

További adatok, amelyeket fel kell vennünk:

$\eta_c=0{,}8$ $A_c=100$
$\eta_m=0{,}6$ $A_m=50$
$\eta_d=0{,}8$
$\eta_{md}=0{,}3$

A számítást elvégezve η_t-re $K=0{,}2$ esetében 65%-ot, K=0,1 esetében 70%-ot kapunk.

b) A „D"-osztályú modulátor hatásfoka természetesen jobb és a modulátor végerősítőt meghajtó erősítő hatásfoka is megnő.

Számításunk kiinduló adatai:

$\eta_c=0{,}8$ $A_c=100$
$\eta_m=0{,}9$ $A_m=50$
$\eta_{md}=0{,}9$
$\eta_d=0{,}8$

Behelyettesítve η_t kifejezésébe $K=0{,}2$ esetén 68%-ot $K=0{,}1$-re 74,5%-ot kapunk.

c) Soros modulátort alkalmazva η_{ts} kifejezésébe kell helyettesíteni az alábbi adatokat:

$\eta_c=0{,}8$ $A_c=100$
$\eta_m=0{,}9$ $A_m=50$
$\eta_{md}=0{,}9$
$\eta_d=0{,}8$

Az eredmény $K=0{,}2$-re 63,5%, $K=0{,}1$-re 67%.

d) A rádiófrekvenciás részt „D"-osztályú beállításban üzemeltetve AB_2-beállítású modulátorral a következő eredményt kapjuk:

$\eta_c=0{,}9$ $A_c=100$
$\eta_m=0{,}6$ $A_m=50$
$\eta_{md}=0{,}3$
$\eta_d=0{,}8$

A teljes hatásfok $K=0{,}2$ esetén 72%, $K=0{,}1$ esetén 77% lesz.

e) Soros modulátor elrendezés „D" osztályú rádiófrekvenciás erősítővel. Az adatok:

$\eta_c=0{,}9$ $A_c=100$
$\eta_m=0{,}9$ $A_m=50$
$\eta_{md}=0{,}9$
$\eta_d=0{,}8$

Eredményünk $K=0{,}2$-re 70%, és $K=0{,}1$-re 76%.

f) A legmodernebb elrendezésnek tekinthető. Adataink megegyeznek az *e)* pontban felvettekkel, de most η_t kifejezésébe kell helyettesíteni.

Eredményül a várakozásunknak megfelelően a legjobb teljes hatásfokot kapjuk.

Ha $K=0{,}2$, $\eta_t=76\%$ és $K=0{,}1$ $\eta_t=83{,}5\%$

Az előző eredményünket foglaljuk táblázatba:

1. táblázat

Adó modell	Összhatásfok, ha $K(\%)=0{,}1$	Összhatásfok, ha $K(\%)=0{,}2$
a)	70	65
b)	74,5	68
c)	67	63,5
d)	77	72
e)	76	70
f)	83,5	76

4. Következtetések

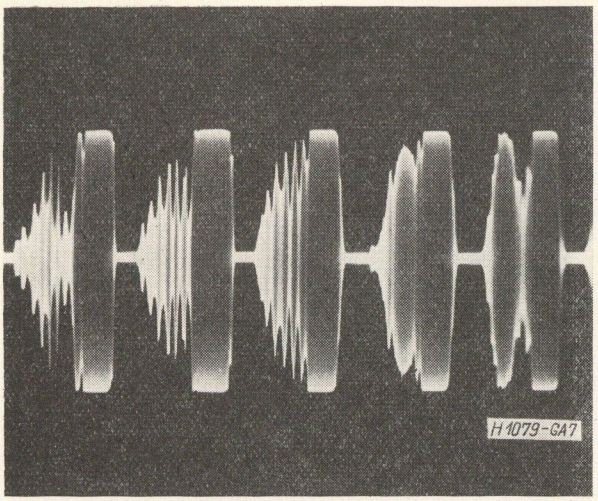
Az összefoglaló táblázatunkra tekintve néhány jellegzetes eredmény azonnal szembe tűnik.

Az adó teljes hatásfokát döntően a vivőfrekvenciás rész határozza meg. Ez következik az A3-as üzem jellemzőiből és a moduláló programok kis effektív modulációs mélységéből (nagy dinamika).

Az *a)* és *c)* elrendezést összevetve jól látható a hatásfok csökkenés a soros modulátor alkalmazása következtében. Ez nyilvánvaló, ha az η_t és η_{ts} kifejezéseket összehasonlítjuk. η_t nevezőjében $\frac{1}{\eta_c}$ áll, míg η_{ts} nevezőjébe $\frac{1}{\eta_c\eta_m}$ kerül. Mivel $\eta_m<1$, ez utóbbi kifejezés nagyobb lesz. A teljes hatásfok kifejezés nevezőjében szereplő nagyobb szám a teljes hatásfok csökkenését eredményezi.

Fizikailag is nyilvánvaló a *c)* eset hatásfok romlása, hiszen a rádiófrekvenciás fokozat tápfeszültségét a modulátor állítja elő az 1-nél kisebb hatásfokával.

A modulátor konstrukciója szempontjából azonban előnyösebb a „D"-osztályú üzem, hiszen a 90% körüli hatásfok egyszerűbb hűtőrendszert igényel.



7. ábra. A 3. ábrán látható modulált adó által kisugárzott rádiófrekvenciás jel burkolója trapézmoduláció esetén. A moduláló jel vágott beszédjel. Jól látható, hogy az egyenszint átvitele biztosítja a lengésmentes modulációt

A modulátor transzformátor soros elrendezésnél elmarad. A helyébe kerülő aluláteresztő szűrő realizálása egyszerűbb, kisebb helyet foglal el (*3b* ábra).

Ha az adó komprimált programot is sugároz, a soros modulátor előnye akkor is megmutatkozik. Nagyon egyszerűen realizálható az egyenfeszültségtől kezdődő alacsonyfrekvenciás átvitel. A jó alacsonyfrekvenciás amplitúdó és fázismenet miatt trapézmodulációs üzemben gyakorlatilag nem lép fel a nagyfrekvenciás burkolón a moduláló jellel arányos lengés.

Trapézmodulált „D"-osztályú soros modulátorú adó rádiófrekvenciás kimenő jelének burkolóját mutatja a 7. ábra fényképe. A felvétel beszédjellel történő modulációskor készült, egy 5 W kimenőteljesítményű A3 üzemmódú adó modelen.

Sajnos, az előző előnyök mellett hátrányként jelentkezik a soros áramköri elrendezés (modulált és moduláló fokozat) megvalósítása.

A rádiófrekvenciás erősítő hatásfokának növelése már sokkal szélesebb körben elterjedt, szinte valamennyi új, nagyteljesítményű középhullámú adóban megtalálható.

Az eredeti eljárást a Marconi cég szabadalmaztatta, de ma már több nagy adógyártó cég használja ugyanezt vagy hasonló elrendezést.

A számításaink *d)* és *e)* modellje által kapott eredményekből az is világossá válik, miért terjed el napjainkban gyorsabban a csak rádiófrekvenciás „D"-osztályú erősítőt tartalmazó adó.

Ezzel az elrendezéssel a klasszikus adótervezés kis módosításával jobb hatásfokot kapunk, mint a soros modulátorú „D" osztályú modulátorral felépített adóknál.

Valamennyi elrendezés közül legkedvezőbb teljes hatásfokot kapunk az *f)* model alkalmazásakor. Nagy valószínűséggel mondhatjuk, hogy ez az elrendezés lesz a jövő adóinak elvi felépítése. Ehhez azonban még meg kell oldani a nagyteljesítményű ellenütemű „*D*" osztályú erősítők számos áramköri problémáját.

A rádiófrekvenciás erősítők eddig csak a középhullámú sávval bezáróan készültek jó hatásfokkal, a rövidhullámú sáv számos nehézséget vet fel, amelyeket nagy szinten eddig nem sikerült megoldani.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kapcsoló üzemű erősítők előretörése az A3 üzemmódú adók felépítését is lényegesen módosította. További kutatások döntik el csak az új adóberendezések felépítését, cikkemmel csak néhány, a további fejlődést irányító tényezőt kívántam bemutatni.

EGYESÜLETI HÍREK

1971 IV. 16-án Egyesületünk Rádió és Televízió Szakosztályának Színes Televízió Munkabizottsága és a HTE Székesfehérvári Szervezete közös rendezésében Színes TV bemutatót és előadásokat tartott.

Az említett nap délelőtjén Demeter Béla, a VIDEOTON műszaki igazgatója fogadta a HTE vezetőségét. Ezen a fogadáson Demeter Béla ismertette a gyár eddig elért eredményeit, terveit, valamint a HTE vezetőségével megtárgyalta a székesfehérvári Szervezet aktuális problémáit.

A délutáni program a VIDEOTON legújabb TS 3202 SP típusú PAL-SECAM kétnormás színes televíziójának bemutatásával kezdődött. Ezt a készüléket nagyobb nyilvánosság előtt ez esetben mutatták be először Székesfehérvárott.

Ezután Bognár László, a Budapesti Műszaki Egyetem Akadémiai Csoportjának tudományos munkatársa „Európai Színes Televízió Rendszerek összehasonlítása" címmel előadást tartott.

Az előadást a Híradástechnika Szövetkezet színes TV-műszer bemutatója követte, amelyen Földesi István, a HTSZ mérnöke ismertette a bemutatott műszereket és az eddig elért eredményeket.

A. MARTIN
Thomson-CSF

Új irányzatok a katódsugárcsövek alkalmazásában, a katódsugárcsöves kijelző

ETO: 621.385.832:681.327.11

Néhány évvel ezelőtt új tudomány született, az adatfeldolgozás. Ez a tudomány egyre bonyolultabb számítógépeket használ, a számítási programok egyre inkább szerteágazók. A technikusoknak tehát a lehető legjobban kellett egyszerűsíteni az ember—gép közötti információcserét. Mind ez ideig a katódsugárcsöves kijelző (display) bizonyult a legrugalmasabb és az adott feladathoz legkönnyebben alkalmazható eszköznek.

Ez a periféria lehetővé teszi azt, hogy a billentyűzet vagy a fényceruza segítségével érintkezzünk a számítógéppel. Így lehetővé válik, hogy közvetlenül a katódsurágcsövön megjelenő ábrával dolgozzunk.

A jelenlegi becslések szerint a számítógépperiféríák néhány év múlva az adminisztratív és ipari célra vásárolt információs berendezések 10%-át teszik ki. Ez a nagy szám is megérdemli, hogy figyelmesen megvizsgáljuk a katódsugárcsöves kijelzés problémáit.

A katódsugárcsöves kijelző rendszere

A periféria részei:

Katódsugárcső, melynek a szerepe az, hogy az információkat a kezelő előtt megjelenítse. Működése analóg, tehát az áramkör digitál—analóg átalakítót tartalmaz (1. ábra).

Üzenet közvetítő billentyűzet és fényceruza az adatok vagy a parancsok közlésére szolgál, majd ezeket továbbítja a számítógépbe.

Vezérlőblokk, mely a periféria és számítógép közötti kapcsolatot biztosítja. A blokk bonyolultsága a periféria típusától és a felhasználástól függ.

Memóriablokk, mely puffer célokat szolgál, azaz bizonyos ideig tárolja a számítógéppel cserélt információkat. Az esetek legnagyobb részében a katódsugárcsövön megjelent kép felfrissítését is lehetővé teszi.

Elektronikus áramkörök az alábbi feladatok ellátására:

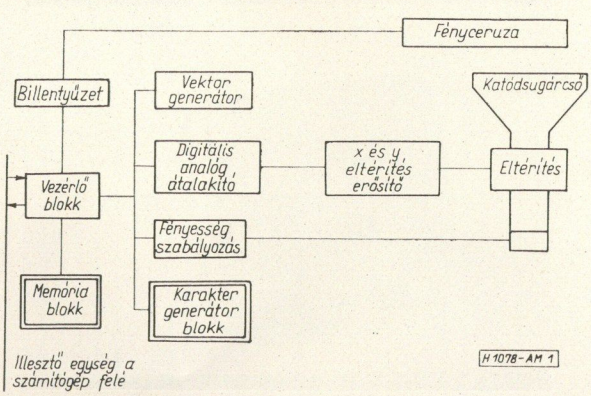
vektor generálás,
digitál—analóg átalakítás,
fényességszabályozás,
X és Y eltérítés erősítés, mely vezérli a katódsugár útját.

Karaktergenerátor-blokk, mely olyan villamos jeleket produkál, amelyek szimbólumok vagy karakterek megjelenítését teszik lehetővé.

Egy kijelző periférián több katódsugárcsövet találhatunk:

— a kezelőnek információkat adó katódsugárcsövet,
— a karaktergeneráló csövet a karaktergeneráló-blokkban,
— memóraicsövet a memóriablokkban.

Beérkezett: 1970. XII. 28.



1. ábra

A kijelző katódsugárcső

A kijelző katódsugárcsőnek olyan képet adnia, amelyik nap 7—8 órai munka után sem fárasztja el a kezelőt. Mivel a perifériát általában világos helyiségben helyezzük el, amelynek erős is lehet a megvilágítása (pl. napos helyiség), — a katódsugárcsőnek erős kontrasztúnak kell lennie.

Meg kell jegyeznünk, hogy a képnek esztétikusnak is kell lennie. Ez a tényező meghatározza a cső alakját.

Olvashatóság

Az olvashatóságot elsősorban a kép élessége és a kép kontrasztja határozza meg.

Élesség

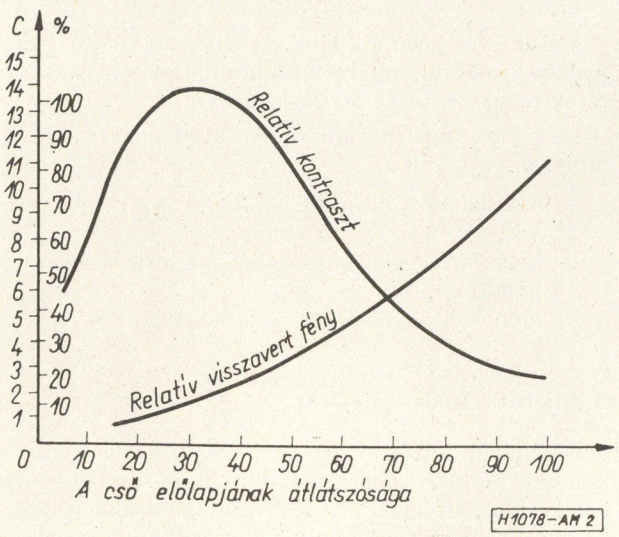
Az emberi szem felbontóképessége 75 cm távolságból 0,24 mm. A fiziológusok azt mondják, hogy a kép akkor olvasható jól, fáradtság nélkül, ha az élessége megfelel a szem felbontóképességének. A csövön megjelenő vonalak szélessége, szokásos fényesség mellett 0,25 mm legyen. Ez a vonalvastagság egyforma kell, hogy legyen az ernyő egész felületén, mivel a megfigyelőnek le kell olvasnia a cső szélein megjelenő karaktereket, szimbólumokat, vagy görbéket is, a cső közepén megjelenőkhöz hasonlóan. Tehát a televízió képcsövek nem használhatók, mivel azoknál a kép élessége jelentősen változik a középtől az ernyő szélei felé, mivel az eltérítési szögük túl nagy.

Az alkalmas csövek eltérítési szöge kisebb, általában 70, néha 52 fok, de maximálisan 90 fok. Az eltérítőberendezést speciálisan kell kialakítani úgy, hogy ne legyen asztigmatizmusa, sőt az elektronágyúnak kis átmérőjű nagy intenzitású nyalábot kell szolgáltatnia, amely hozzájárul az állandó vonalvastagság tartásához az ernyő egész felületén.

Kontraszt

A környezetből jövő fényt a cső ernyőjét alkotó fluoreszcens por nem abszorbeálja. Az ernyőn visszatükröződő fénymennyiség lényegében az előlap és az üveg optikai tulajdonságainak függvénye.

A 2. ábrán mutatja a visszavert fénymennyiséget és a hozzátartozó kontrasztot a cső előlapjának átlátszósága függvényében. A görbét kb. 100 lux környezeti megvilágításra rajzoltuk meg. Úgy gondoljuk, hogy 10-es kontrasztosság elegendő a jó olvashatósághoz. A környezet megvilágításától függően



2. ábra

az előlap átlátszóságát 25% és 70% között változtathatjuk. Gyakran alkalmazzák a 45%-os közepes értéket. Másik megoldás az, hogy finom szerkezetű fémet vagy egyéb szövetet, amelynek kb. 50%-os az átlátszósága helyeznek a cső elé.

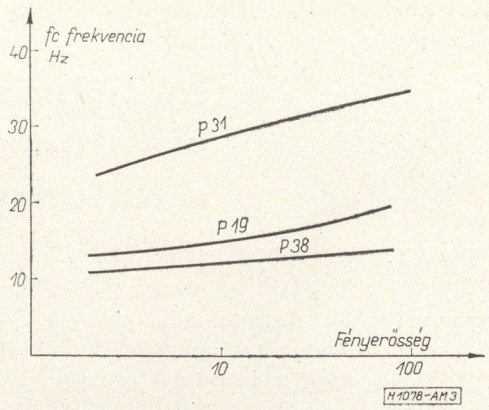
Nagyon gyakran más tényező is csökkenti a kontrasztot, így a mindig, még szövetes megoldás esetében is megtalálható reflexió. Csökkentésükre két lehetőség van:

A cső felületét vákuum elgőzölögtetéssel vékony réteggel vonjuk be, amely interferencia abszorpció elven működik. Ez az eljárás jó eredményeket ad, de drága.

Ragasztás gyanta segítségével; diffúz lemezt ragasztanak a cső előlapjára. Ez az eljárás olcsó, jó eredményeket ad, előnye még, hogy védelmet biztosít (robbanás védelem), de a burkolás kb. 10%-os élességveszteséget okoz.

Kifáradás

A kifáradás (3. ábra) egyik legfontosabb oka a káprázás. Ha a kép valamely frekvenciával újul fel,



3. ábra

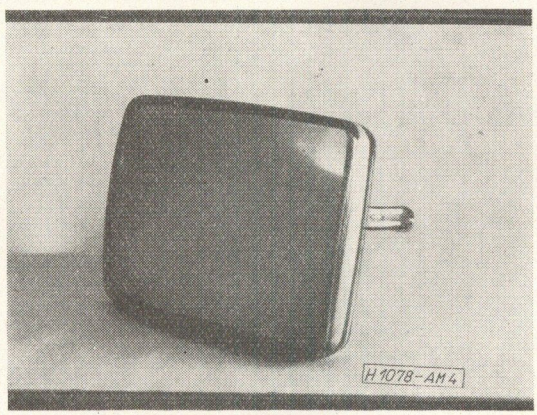
van egy olyan f_c kritikus frekvencia ($f_c = a \log kB + b$), amelynél a megfigyelő vibrálást észlel. Ez a frekvencia erősen változik a felhasznált fluoreszcenstől függően. A 3. ábra példaként a P31 és P38 jelű fluoreszcens porokra adja meg az $f_c = f(B)$ értékeket. A P38 por rossz hatásfokú a szükséges frekvencia kb. 20 Hz, tehát ezt a port rosszul világított helyiségekben használjuk, vagy ott, ahol nagy mennyiségű információt kell megjeleníteni. A P31-es por kitűnő hatásfokú és kb. 40 Hz-es frekvenciát igényel. Általában ezt használják kijelző célokra. Az elfáradás másik oka a kép instabilitása, amit az áramkörök jellemzői határoznak meg.

A harmadik ok az ábrák rossz minősége, mivel a szem kitűnő rajzolathoz szokott hozzá nyomtatott szövegek esetében. A monoszkóp karaktergenerátor megfelelő kivitele lehetővé teszi e probléma kielégítő megoldását.

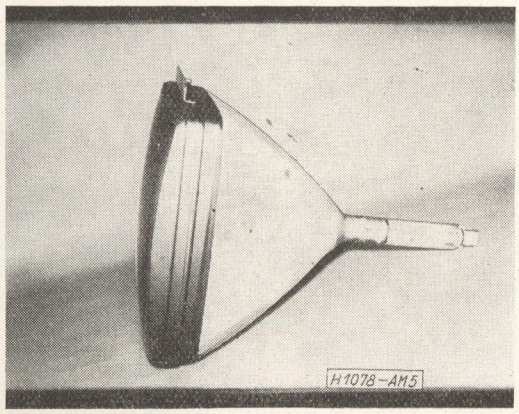
A kijelző katódsugárcsövek általános jellemzői

Miután az olvashatóság és kifáradás tényezőit megvizsgáltuk, meghatározhatjuk a kijelző katódsugárcső jellemzőit. Ezek a következők:

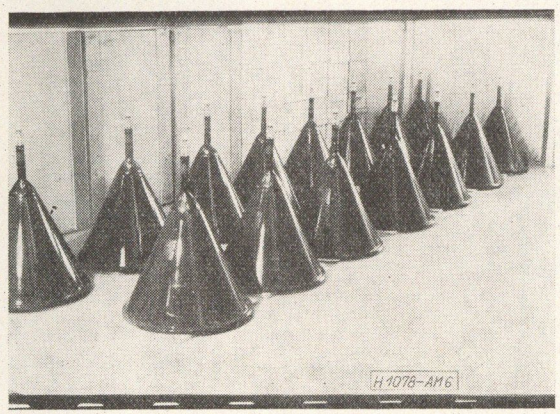
- ízléses négyszög alakú forma,
- eltérítési szög 70 fok,
- kis átmérőjű és nagy átmérőjű pontot előállító elektronágyú,
- a kontraszt növelése céljából kezelt ernyőfelület,
- P31 vagy P38 jelű fluoreszcens por.



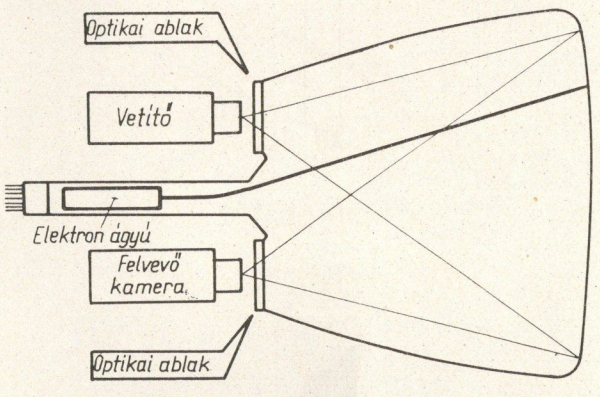
4. ábra



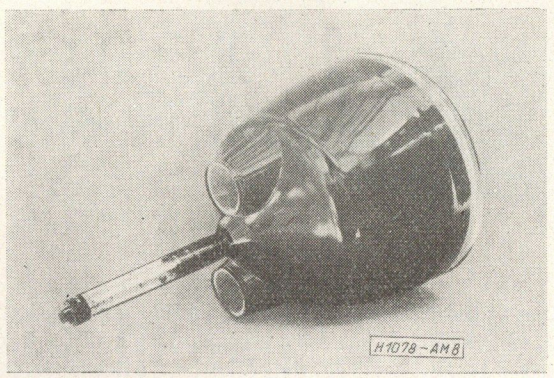
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra

1. táblázat

Csőfajta	OME 1104	OME 1185
Általános jellemzők	Téglalap	Téglalap
Ernyő	281×220 mm	322×260 mm
Az eltérítés szöge	70°	
Az eltérítés módja	Elektromágneses	
A fókuszálás módja	Elektro-sztatikus	Kettős elektro-sztatikus
A teljes külső hosszméret	445 mm	480 mm
Működési példa		
Anódfeszültség	12 kV	14 kV
A második rács feszültsége	400 V	
Fókuszáló feszültség	0—600 V	4—5 kV
Lezáró feszültség	—30—70 V	—35—70 V
Sorszám	1000 tv-vonal	1200 tv-vonal
Fényerősség	>240 Cd/m P 31 por használatánál	
Különleges jellemzők		
Nem reflektáló üveg bevonat	igen	igen
A csőrögzítő szerkezet	nem	igen

2. táblázat

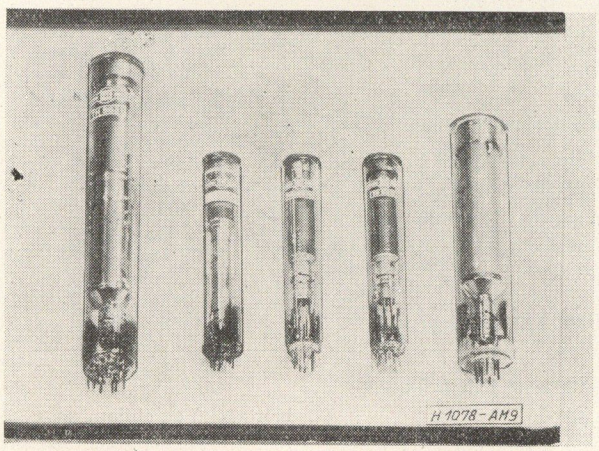
OME 1184 cső jellemzői

Általános jellemzők	
Ernyő	Kör alakú az előlap, nagy görbületi sugárú, teljes külső átmérő 550 mm, hasznos átmérő 508 mm, az ernyő domborulata a hasznos átmérő mentén 10 mm
Az eltérítés szöge	53°
Az eltérítés módja	Elektromágneses
A fókuszálás módja	Kettős elektrosztatikus, amely tartalmaz egy elektródát az elektronnyaláb dinamikus fókuszálására
Teljes külső hossz	750 mm
Súly	15 kg
Működési példa	
Anódfeszültség	18 kV
A második rács feszültsége	500 kV
Alap fókuszáló feszültség	2—4 kV
Dinamikus fókuszáló feszültség	Szabályozási tartomány 100—500 V
lezáró feszültség	—35-től —70 V
Vonalvastagság	0,5 mm $I_k = 200$ μA-nél

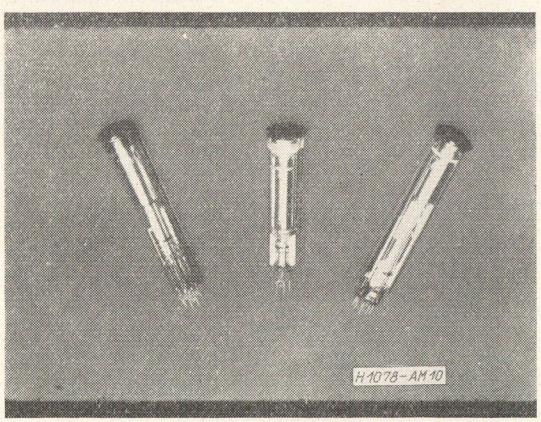
A THOMSON—CSF cég OME 1185 típus jelű katódsugárcsövei korszerű kijelzőcsövek. Az 1. táblázat összefoglalja a csövek jellemzőit, a csövek a 4. és 5. ábrán láthatók. Mindenesetre a légi közlekedés céljait szolgáló katódsugárcsövek nem lehetnek négyszögletesek, mert az ellenőrző radar polár koordinátákban dolgozik. Ebben az esetben 55 cm maximális átmérőjű kör alakú ernyőket használnak. A THOMSON—CSF cég OME 1184 jelű korszerű csöve légiközlekedést ellenőrző toronyba való. A 2.

Vidikonok *3. táblázat*

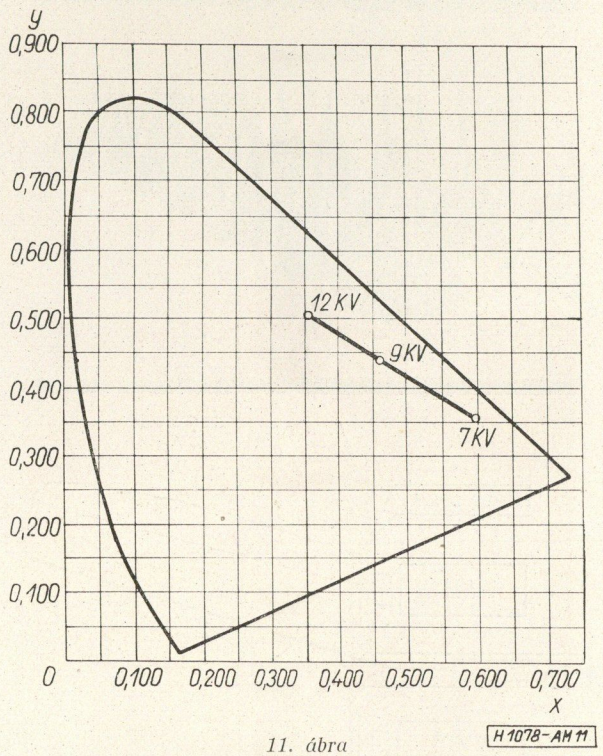
Felépítés	Típus	Alkalmazás	Érzékenység		Felbontóképesség
			előlap megvilágítás lux	jeláram nA	Határérték képpont/sor
Vidikonok 1″-os	**TH9807PA**	Tv filmközvetítésnél	50	400	1000
	TH9808PA	Ipari-tv	10	200	850
	TH9815PA	Radiológiai tv	1	100	850
Vidikon 1,5″-os	**TH9830PA**	Nagy felbontóképességű tv	10	350	1500
Szuper Vidikon 1″-os	**TH9612**	Tv rossz megvilágításnál	0,03	100	800



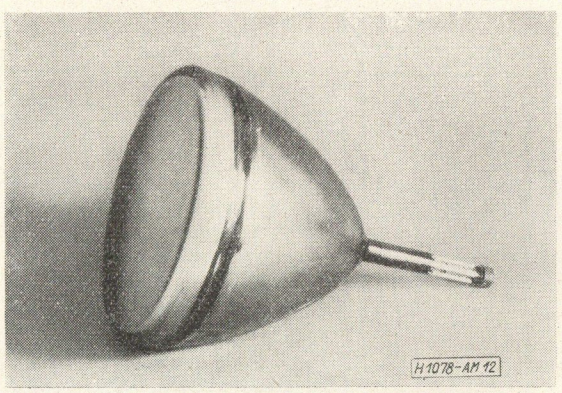
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

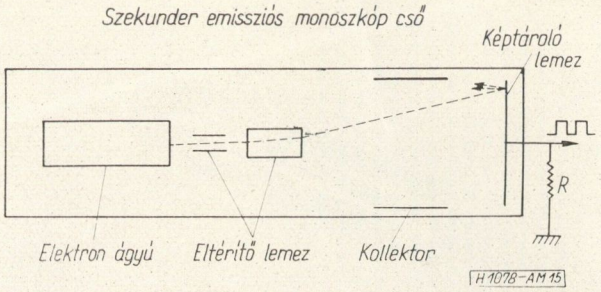
táblázat a jellemzőket foglalja össze, míg a 6. ábrán a csövek láthatók.

Radarellenőrzési célokra megkívánhatunk állandó térképet vagy tájékoztató táblázatot is a feldolgozórendszer által képzett információkon kívül. Ebben az esetben használhatunk olyan csövet, amelynek úgynevezett vetítőablaka van, ami lehetővé teszi azt, hogy az elektronikus képre optikai képet szuperponáljunk (7. ábra). A 8. ábrán a THOMSON—CSF OME 1088 jelű csöve látható, amelyiknek az az előnye, hogy két hátsó ablaka van, az egyik a kép vetítését teszi lehetővé, a másik egy vidikon, esetleg szuper vidikon televíziós kamera elhelyezését biztosítja (9. és 10. ábrák, 3. táblázat). Ez a rendszer lehetővé teszi a mellérendelt ellenőrző állomások számára a kép megfigyelését.

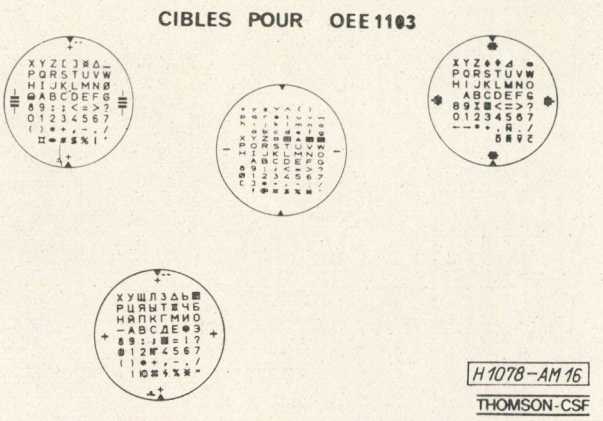
Az információ és az információt megjelenítő katódsugárcsövek alakjukat és jellemzőiket tekintve nagyon különbözőek felhasználásuknak megfelelően.

A teljesség kedvéért meg kell említeni a több színű csöveket, amelyek lehetővé teszik, hogy az információkat négy színben (zöld, sárga, narancs és vörös) jelentessük meg. Az ilyen cső a színes televíziós csőtől különbözik, lehetővé teszi, hogy az információs csövektől megkívánt legfontosabb jellemzőket elérjük, fényesség, a kontraszt és a képélesség tekintetében. A színváltást az elektronsugár gyorsítófeszültségének megváltoztatásával érjük el (11. ábra). Két fluoreszcens porréteg van, az egyik zöld, a másik piros, amelyeket vékony réteg választ el, ez utóbbit határrétegnek nevezik. 6 kV-nál kisebb gyorsító feszültség esetére csak az elektronágyúhoz közelebb eső porréteg kap gerjesztést (vörös), ha a feszültséget fokozatosan növeljük a sugár áthalad a határrétegen és gerjeszti a zöldréteget is, innen a színváltozás a vörösből a zöld felé, áthaladva a narancs és a sárga színeken.

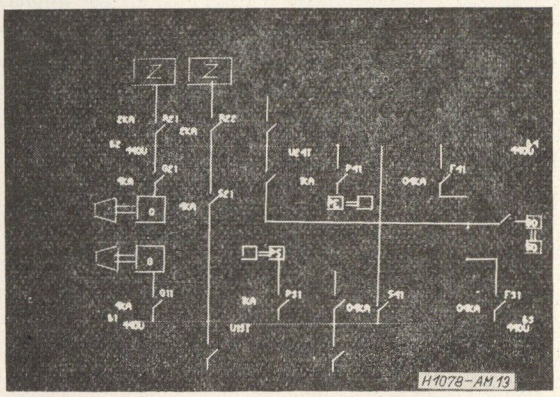
A 12. ábrán a Thomson—CSF 1269E2 csövet mutatjuk be, a 13. és 14. ábrán példaként ennek a csőnek rajzminősége látható grafikonábrázolás esetén. Biztosra vesszük, hogy néhány év múlva sok információt színesben fogunk megjelentetni és a színes csöveknek nagy jövőjük van.



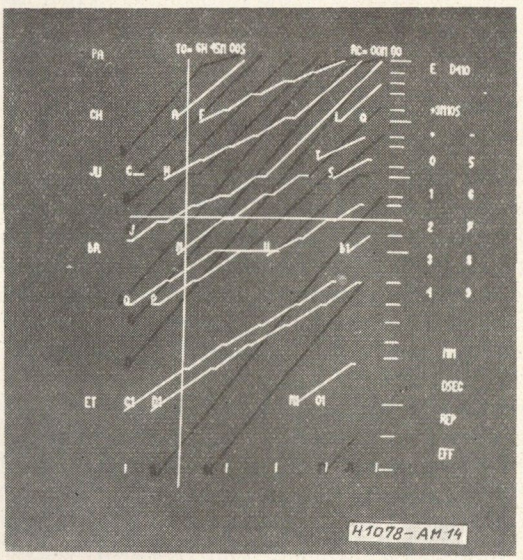
15. ábra



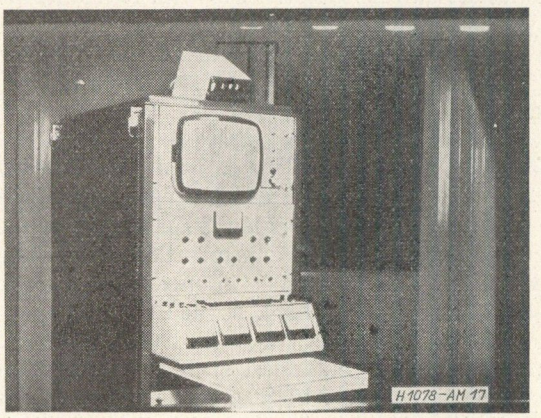
16. ábra



13. ábra



14. ábra



17. ábra

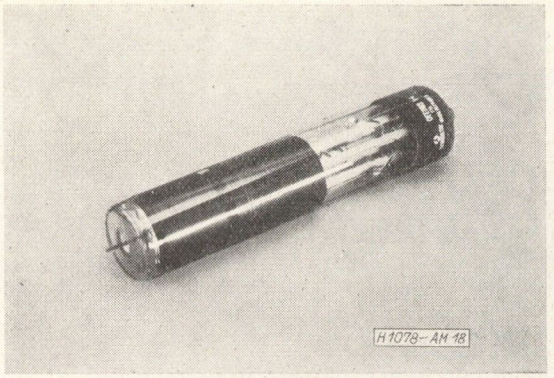
A monoszkóp karakter-generátor

A monoszkóp, működési elvét tekintve, videojelet ad a megjelenítőcsőnek a karakter X és Y kordinátáihoz viszonyítva. Ezt az információátalakítást elektronsugárral letapogatott céltárgy segítségével végzi. Légüres térben az alábbiakat találhatjuk meg (15. ábra),

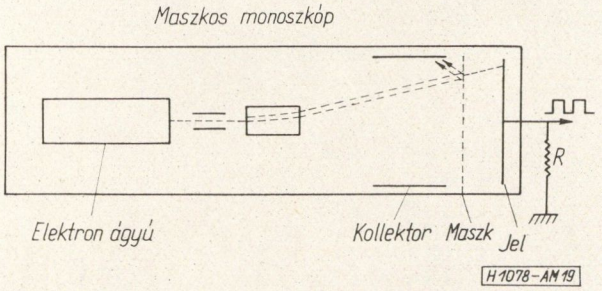
- elektrosztatikus fókuszolású és eltérítésű elektronágyú,
- szekunder emissziós céltárgy,
- a szekunder emissziós reflektált elektronokat összegyűjtő elektróda.

A 16. ábra néhány példát ad meg 64 és 96 karakteres vagy szimbólumos céltárgylemezre.

A nyaláb, ha a karakter közelébe kerül, azt végigsöpri a megjelenítőcsővel szinkronban (17. ábra). A céltárgy áramának változása $\Delta i = ip(\delta_2 - \delta_1)$, ha az elektronsugár-nyaláb a céltárgy felületéről, melyen



18. ábra



19. ábra

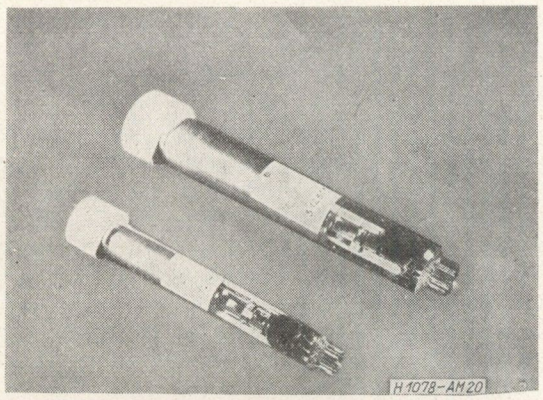
a szekunder emissziós tényező δ_1 átmegy a karakterre, melyek szekunder emissziós tényezője δ_2. Az áramváltozás egy ellenállás kapcsán feszültségváltozást hoz létre, melyet erősítve — állítják elő a kijelző cső videojelét.

Ez a karakterelőállítás grafikai szempontból kitűnő és az ábrák nagyon könnyen kicserélhetők a céltárgy kicserélésével, a lehetséges letapogatási sebesség nagyon magas, például 20 μs karakterenként. Ilyen monoszkópcső a Thomson—CSF OE 1103 (18. ábra). Egy másik típusú monoszkóp árnyékoló maszkot használ (19. ábra). Az árnyékolórétegen áthaladó áram a jel-lemezkére esik. Ennek a csőnek az az előnye, hogy működési stabilitása nagy, mert nincsen szükség arra, hogy a másodlagos emissziós tényező állandó legyen, de a karakterek élessége rosszabb, mint a szekunder emissziós monoszkópoknál. Ennek az az oka, hogy a sugár a széle mellett elhaladva elhajlik és a maszk karaktereit elő kell torzítani.

Tehát akár az egyik, akár a másik monoszkópot használhatjuk, az így előállított videoinformáció bekerül a periféria memóriablokkjába, itt rögzítődik, majd a kívánt gyakorisággal továbbítódik a megjelenítő katódsugárcsőre. A memória ilyen felhasználása esetén egyebek között használhatunk képtároló memóriacsövet is.

Képtárolós memóriacső

A memóriacsőnek egy elektronágyúja van a jelbemenetre a jel-kimenetre és a nem törlő olvasásra. A 20. ábrán a Thomson—CSF TME 1238 és TME 1239 jelű csöveit látjuk. Ezek a csövek kis méretűek, olcsók, a szükséges tekercsek, az eltérítőrendszer és az erősítők olyanok, mint a vidikonnál.



20. ábra

Légritkított térben az alábbi elemeket helyeztük el:

— mágneses fokuszolású és eltérítésű elektronágyú, amit gyorsító elektródával szereltünk fel
— speciális ernyő, amelyik egy tartólemezből és egy finom osztású dielektromos rétegből áll.

A cső működési elve az alábbiak szerinti.

A törlőfázis után, amikor az egész ernyőt állandó árammal söpörtük végig, például valamilyen televízió szabványnak megfelelően, a cső Wehnelt-hengerére rákapcsoljuk az írójelet. Az ernyő dielektrikuma tárolja ezt a jelet potenciál relief formájában. A potenciál relief állandó áramú elolvasása lehetővé teszi, hogy az ernyőn a tárolt jelnek megfelelő videojel jelenjen meg. Mivel az olvasás nem törlő, nagyon sokszor végrehajtható. A 4. táblázat összefoglalja ezeknek a csöveknek jellemzőit.

TME 1238/1239 csövek adatai *4. táblázat*

Írási sebesség	TME 1238 (1'')	TME 1239 (1,5'')
Teljes felület	33/40 ms	(1 tv kép)
Átmérő	50 μs	
Kiolvasás nélküli tárolási idő	Több nap	
Jeláram	0,2	
Kimenet kapacitása	5 pF	10 pF
Felbontó képesség	800 tv sor	1200 tv sor
Fél tónus	10	
Tárolási idő	5/10 perc	10/15 perc
Törlési idő (teljes felület)	33/40 ms/1 tv kép	

Ezek a TME csövek új lehetőségeket biztosítanak a megjelenítés területén. Mindenekelőtt a képfelújító memória fő részét alkotják és lehetővé teszik, hogy a hagyományos televíziós vevőkészüléken alfanumerikus adatokat vagy ábrákat jelentessünk meg a normális sugárfutásnak megfelelően.

Lehetővé teszik az üzenet módosítandó részének szelektív kitörlését.

Lehetővé teszik a kép geometriai módosítását (eltolás, elforgatás, tükrözés, affintranszformáció). Ezeket a műveleteket, a számítógép elég hosszú idő alatt, nagy nehézségek árán végezné el.

Végül két TME-t felhasználva színes vevővel együtt, az információkat több színben vagy térhatásúan tudjuk tárolni és megjeleníteni.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

Az M-O Valve által kifejlesztett TWS 23 jelű haladóhullámú cső kimenőteljesltménye a 2...4 GHz frekvenciasávban 26 db erősítés mellett 10 W. A gyorsítófeszültség módosításával impulzusüzemben a teljesítmény 20 W-ig növelhető. A periodikus fókuszálású, léghűtéses csövet termisztorok védik a túlmelegedés ellen. A cső anódfeszültsége 2,2 kV, gyorsítófeszültsége 1,9...2,3 kV. *(Internationale Elektronische Rundschau 1970. 24. k. 1. sz.)*

*

Amikor a Motorola 1962-ben megkezdte az ECL-áramkörök kifejlesztését, aligha számított arra, hogy ezek 1969-ben 331 millió dolláros forgalmának 8%-át fogják képezni. A Motorola és a Texas azt várja, hogy 1973 és 1975 között, amikor megjelennek az ECL áramkörökkel felépített számítógépek, az ECL áramkörök a digitális integrált áramkörök piacából már 15...30%-kal fognak részesülni. A Motorola kutatásfejlesztési igazgatója szerint 1975-ben az integrált áramkörök forgalma eléri az 1 milliárd dollárt, és ezen belül az ECL áramköröké a 200 millió dollárt. Megjegyzendő, hogy 1970-ben a Fairchild megkezdte az ECL-áramkörök gyártását. Fejlesztés alatt állnak az ECL-áramkörök a Signetics, az RCA, a Siemens, az AEG Telefunken és a Hitachi laboratóriumaiban is. Az IBM már régebben berendezkedett gyártásukra, a növekvő igény miatt azonban külső szállítókat keres. *(Electronics 1970. 43. k. 3. sz.)*

*

Az 1970-es évek elején az SGS szeretne betörni az Egyesült Államok félvezető piacára, ami háromszorosa az európainak. Távolabbi célul tűzte ki a japán és dél-amerikai piacra való behatolást.

A félvezetők egyre növekvő szerepet játszanak a tv-készülék iparban. Nyugat-Európában 3—4 éven belül csak teljesen tranzisztorizált tv-vevőket hoznak forgalomba. Egyre fontosabb szerephez jutnak a félvezetők az autóiparban és a háztartási gépekben is. Erre a célra főleg az olcsó, megbízható félvezetők alkalmasak, nem túl szigorú paraméterekkel. Lassan, de biztosan a postaigazgatások is felismerik a félvezető-technika előnyeit és előbb utóbb tranzisztorizálódnak a telefonközpontok, ami újabb igényt jelent. Egyre növekvő mennyiségben használ fel félvezetőket a műszeripar, a szállítástechnika és az óraipar.

Az integrált áramkörök 1975-re általánosan elterjednek. Ekkor az LSI áramkörök viszonylag már olcsóak lesznek.

Az SGS rendkívül nagy súlyt fektet a termékek egyenletes minőségére. 150 fő foglalkozik a minőségellenőrzés folyamatos fejlesztésével. A ma érlelődő ellenőrzési elgondolások mintegy 5 év múlva válnak gyakorlattá. A minőségellenőrzést fokozatosan automatizálják, mert ez heti 250 000 darabos termelés esetén már kifizetődő. Különös gondot fordítanak az LSI-áramkörök minőségellenőrzésére. Ha egyetlen LSI áramkör minden paraméterét mérni akarnák, az 7 napot venne igénybe. Ezért az integrált áramköröket, különösen a csoportosan integrált egységeket, néhány funkcionális paraméter alapján osztályozzák.

A jövőben megoldandó problémák közé tartozik a kontaktus-készítés egyszerűsítése és a tokozás korszerűsítése. Ezek a műveletek jelenleg a gyártási költségeknek több, mint egyharmadát teszik ki. A közeljövő fontos technológiai feladata a maszkgyártás digitális vezérlésű automatizálása.

Az SGS-nél a fejlesztő gárda gyártja le minden új félvezetőeszköz 10 000 darabos nullszériáját. A fejlesztés feladata továbbá a vevők által logikailag megtervezett integrált áramkörök technológiai terveinek elkészítése és a gyártás beindítása.

Az SGS kutató-fejlesztő laboratóriumában 470 fő dolgozik, amiből 100 tudományos fokozattal rendelkezik.

A félvezető technológia legfontosabb láncszeme a diffúzió. Az Agrate-i gyárban végzik az SGS által forgalmazott félvezetők diffuziójának 70%-át, míg a félvezető-morzsák 30%-át a skóciai és franciaországi gyártelepek készítik. Az Agrate-i diffúziós üzem két műszakban 500 főt foglalkoztat, de három műszakos üzem is lehetséges. A karusszelekbe helyzett diffundált szeleteket számítógépek ellenőrzik. Egy-egy ilyen minőségellenőrző karusszel ára kb. 40 000 dollár, míg a minőségellenőrző számítógépé 100 000 dollár. Ez a rendszer óránként 30...40 000 tranzisztort képes levizsgálni. A tranzisztorkihozatal átlagban 60...70%-os, de előfordul 90%-os kihozatal is. Szemrevételezéssel további 20%-ot selejteznek ki olyan hibák miatt, amelyek elektromosan nem voltak észlelhetőek.

Az indított szeletek 40%-a a 7000 m² alapterületű szerelőüzembe kerül. Ezen belül 500 m²-t foglal el a különleges félvezető eszközöket gyártó üzemrész, amely a gyártott mennyiség 5%-át és az összérték 20%-át termeli. A szerelőüzem 1200 dolgozójának 80...85%-a produktív munkát végez. A szerelőüzem átméri a szeleteket és mágneses tintával megjelöli a selejtes egyedeket, hogy azok darabolás után, mágneses úton eltávolíthatóak legyenek. A szeletek minőségellenőrzését és darabolását a szerelés és tokozás követi. Az SGS fémtokozást és műanyagburkolást egyaránt alkalmaz. A lapkák leforrasztását arany-szilicium-eutektikummal végzik, emiatt hátukat aranyozzák. A tok lezárását mechanikai rázó és ejtő vizsgálatok, majd a villamos paraméterek ellenőrzése követi. *(Radio Mentor 1970. 36. k. 1. sz.)*

*

Az elmúlt hónapokban a félvezető árak Nyugat-Európában drasztikusan csökkentek. Sokan ezt a körülményt elsősorban az amerikai elektronikai iparban észlelhető recesszióval hozták összefüggésbe, pedig ennél többről van szó. Igaz ugyan, hogy az amerikai túltermelés hatása is érezhető, hiszen a félvezetők olyan kis méretűek és olyan könnyűek, hogy a szállítási költségek elhanyagolható nagyságrendűek. Sokkal nagyobb súllyal esik latba ezzel szemben az európai kapacitásoknak mindenekelőtt 1969-ben történő nagyarányú kiépítése, a távol-keleti olcsó munkaerővel való összeszerelés, valamint az a tény, hogy az elmúlt időszakban, amikor nagy volt a kereslet a félvezető piacon, a gyárak gátlástalanul rendeltek. Most viszont a készülékgyártó cégek a felhalmozódott készletek gondos szelektálására kényszerülnek és a nagy konszernek, melyek saját félvezető gyártó részleggel rendelkeznek, a saját beszerzéseket favorizálják. A helyzetet komplikálja, hogy az utóbbi időben a szórakoztató elektronikai cikkek — s mindenekelőtt a színes tv — konjunktúrája ellaposodott. Mindez azt bizonyítja, hogy a félvezető gyártó cégek helyzete az elkövetkezendő időben nem lesz irigylésre méltó, kiváltképp akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a műszaki fejlődés e területen változatlanul gyors, s ezért a kutatás-fejlesztés, az új technológiák alkalmazása jelentős invesztíciót igényel. A jövőben ezért elsősorban azok a cégek fognak helytállni az éles piaci versenyben, akik széles termékskálával rendelkeznek és a félvezető szektorban keletkező időleges veszteségeiket más termékek nyereségével tudják kompenzálni. *(Funkschau 1970. 22. sz.)*

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.373.5.029.6:621.385.6

Dr. Berceli T.:

A mikrohullámú összeköttetések fejlődési irányai

HÍRADÁSTECHNIKA XXII. (1971) 6. sz.

A szerző elemzi a mikrohullámú összeköttetések fejlődésének várható irányait. Ezzel kapcsolatban tárgyalja az adóteljesítmény előállításának eszközeit: a klisztronokat, haladóhullámú csöveket és félvezető eszközöket, a vevő zajtényezőjének csökkentését, a mikrohullámú félvezetős oszcillátorokat. Megvizsgálja a különböző rendszertechnikai megoldásokat, továbbá a megbízhatóság, szerkezeti kivitel és az alkalmazott frekvenciasávok kérdéseit.

ETO 001.89.621.39:65.011.46

Dr. Pálinkás J.:

A műszaki kutató-fejlesztő munka hatékonyságát befolyásoló tényezők kutató-fejlesztő intézetekben

HÍRADÁSTECHNIKA XXII. (1971) 6. sz.

A híradástechnika a legkutatásigényesebb ágazatok közé tartozó terület. Mind a termelési volumen, mind az e területen eszközölt kutatási-fejlesztési ráfordítások igen gyors növekedést mutatnak. Hazánkban is a legkutatásigényesebb iparágak közé tartozik. E területen a leggyorsabb a gyártmányok cserélődési sebessége, legnagyobb az új gyártmányok részaránya. Mindezek a tényezők indokolják a kutató-fejlesztő munka hatékonyságának beható vizsgálatát.

ETO 517.942.82:53.088.6:53.089.52

Dr. Székely V.:

A dekonvolució és technikai alkalmazásai

HÍRADÁSTECHNIKA XXII. (1971) 6. sz.

Leképező- vagy mérőrendszereink tökéletlensége igen gyakran jelentkezik olyan formában, hogy a mért eredménynek, a kapott képnek minden pontja a valódi függvény egy szakaszának súlyozott átlagából származik. Ez az a hatás, amely a mérőrendszer felbontóképességét korlátozza. Példa erre a véges sávszélességű spektrumanalizátor, az „életlen" fénykép, a véges felfutási idejű oszcilloszkóp. A szerző a cikkében kimutatja, hogy van lehetőség s felbontóképesség javítására a mérés, leképezés megtörtente után is. A Laplace-transzformáció formalizmusát felhasználva definiálja a valódi kép, valódi függvény visszaállításához vezető műveletet, dekonvolúciót. Elemzi a dekonvolúciós felbontóképesség-növelés zaj-kihatásait. Módszereket ad a dekonvolució numerikus, számítógépes végrehajtására. Az eljárás hatékonyságát egy sor példával mutatja be.

ETO 621.396.712.001.2

Dr. Gschwindt A.:

Új irányzatok az A3 üzemmódú műsorszóró adóberendezések tervezésében

HÍRADÁSTECHNIKA XXII. (1971) 6. sz.

A szerző áttekinti azokat az új irányzatokat, amelyek az utóbbi években a hosszú- közép- és rövidhullámú műsorszóró adók tervezésében kialakultak. Foglalkozik az adók felépítésével, az összhatásfok növelésével és következtetéseket von le a jövőben megépítendő műsorszóró adók kivitelére vonatkozólag.

ETO 621.385.832:681.327.11

Martin A.:

Új irányzatok a katódsugárcsövek alkalmazásában, a katódsugárcsöves optikai kijelző

HÍRADÁSTECHNIKA XXII. (1971) 6. sz.

A cikk a szerzőnek Budapesten tartott előadása alapján ismerteti a francia Thomson-CSF cégnek a katódsugrácsöves optikai kijelzők fejlesztése kapcsán végzett munkáját és az elért eredményeket.

Обобщения

ДК 621.373.5.029.6:621.385.6

Д-р Берцели, Т.:

Тенденции развития микроволновых радиорелейных линий

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXII. (1971) № 6.

Автор анализирует предполагаемые тенденции микроволновых радиорелейных линий. В связи с этим рассматриваются средства генерации мощности передатчика: клистроны, лампы бегущей волны и полупроводниковые приборы, уменьшение коэффициента шума приёмника, микроволновые осцилляторы на полупроводниковых приборах. Дан обзор по различным решениям техники систем, дальше по вопросам надёжности, конструкции и примененных диапазонов частот.

ДК 001.89:621.39:65.011.46

Д-р Палинкаш, Й.:

Обстоятельства влияющие эффективность технической исследовательско-разработающей работы в исследовательско-разработающих институтах

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXII. (1971) № 6.

Техника связи является одной из областей требующих самых больших исследований. Как объем производства, так и расходы последований и разработок показывают очень быстрое нарастание. Тоже во Венгрии это принадлежит разветвлениям требующим самых больших исследований. Скорость обмена продуктов является самой быстрой, отношение новых продуктов самым высоким. Все эти обстоятельства обосновывают подробное испытание эффективности исследовательско-разработающей работы.

ДК 517.942.82:53.088.6:53.089.52

Д-р Секель, В.:

Деконволюция и её технические применения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXII. (1971) № 6.

Несовершенство наших изображающих и измерительных систем очень часто является в том, что каждая точка измеренного результата, полученного изображения происходит из взвешенного среднего одного участка истинной функции. Это влияние ограничает способность разложения измерительной системы. Примерами этого являются анализатор спектра конечной ширины полосы, тупой фотоснимок, осциллоскоп конечного времени подъема. Автор показывает в статье, что даётся возможность улучшить способность разложения тоже после измерения и изображения. Используя формулы трансформации Лапласа определится операция в целях восстановления истиной функции: деконволюция. Анализируется влияние на шумы увеличения разложения. Даны методы по цифровому исполнению с ЭВМ деконволюции. Эффективность метода показываются рядом примеров.

ДК 621.396.712.001.2

Д-р Гшвиндт, А.:

Новые тенденции в проектировании радиовещательных передатчиков режима А3

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXII. (1971) № 6.

Автор рассматривает новые тенденции, которые появлялись в проектировании радиовещательных передатчиков для длинных, средних и коротких волн. Трактуются расположение передатчиков, увеличение к. п. д. и даются выводы по выполнению радиовещательных передатчиков будущего.

ДК 621.385.832:681.327.11

Мартин А.:

Новые тенденции в применении электронно-лучевых трубок, оптически воспроизводящие устройства с электронно-лучевой трубкой

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXII. (1971) № 6.

Статья, на основе доклада автора в Будапеште, излагает работу и полученные результаты в области разработки оптических воспроизводящих устройств с электронно-лучевой трубкой французской фирмы Томзон-ЦСФ.

Zusammenfassungen

DK 621.373.5.029.6:621.385.6

Dr. Berceli, T.:

Entwicklungstendenzen der Mikrowellenverbildungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) Nr 6.

Der Verfasser analysiert die voraussichtlichen Tendenzen der Entwicklung von Mikrowellenverbindungen. Anschliesslich erörtert er die Mitteln der Senderleistungserzeugung u. zw.: die Klystronen, Wanderwellenröhren und Halbleitergeräte, die Verminderung der Empfangsgeräuschfaktoren und die Oszillatoren mit Mikrowellenhalbleiter. Ferner untersucht er die verschiedenen systemtechnischen Lösungen, die Probleme der Zuverlässigkeit, konstruktioneller Ausführung und der angewandten Frequenzbänder.

DK 001.89:621.39:65.011.46

Dr. Pálinkás. J.:

Faktoren, welche die Wirksamkeit der technischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit in den Forschungs-Entwicklungsinstituten beeinflussen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) Nr 6.

Die Fernmeldetechnik gehört zu den am meisten forschungsanspruchlichen Gebieten der Industriezweigen. Sowohl der Produktionsumfang, als auch der Forschungs-Entwicklungsaufwand zeigen eine sehr rasche Steigerung. Vom Gesichtspunkt der Forschungen gehört es auch in Ungarn zu den forschungsanspruchlichsten Industriezweigen. In diesem Gebiet ist die Geschwindigkeit der Austausches der Produkte der schnellste, und die Proportion der neuen Produkte die grösste. Alle diese Faktoren rechtfertigen die eingehende Untersuchungen der Wirksamkeit der Forschungs-Entwicklungsarbeit.

DK 517.942.82:53.088.6:53.089.52

Dr. Székely. V.:

Dekonvolution und ihre technische Anwendungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) Nr 6.

Die Unvollkommenheit unserer Abbildungen oder Messmethoden erscheint sehr oft in solcher Weise, dass alle Punkte der gemessenen Ergebnisse, des erhaltenen Bildes von dem gewogenen Durchschnittswert der richtigen Funktion entstehen. Das ist jene Wirkung, die das Auflösungsvermögen der Messmethode beschränkt. Der Spektrumanalysator mit begrenzter Bandweite, die „unscharfe" Aufnahmen, und das Oszilloskop mit endlicher Anlaufzeit dienen als Beispiele. Der Verfasser beweist in seinem Artikel, dass es eine Möglichkeit zur Ausbesserung des Auflösungsvermögens nach der Abmessung und Projektion gibt. Den Formalismus der Laplace-Transformation benützend definiert er die Operation die zur Wiederherstellung des richtigen Bildes und der richtigen Funktion führt. Er analysiert die Geräuschauswirkungen der Vergrösserung des Dekonvolutions-Auflösungsvermögens und erörtert numerische Methoden zur Ausführung der Dekonvolution mit Rechenmaschine. Die Wirkung des Verfahrens wird mit einer Reihe von Beispielen illustriert.

DK 621.396.712.001.2

Dr. Gschwindt, A.:

Neue Tendenzen in dem Entwurf der Rundfunksendereinrichtungen in A3 Betriebsart

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) Nr 6.

Es werden jene Tendenzen überlickt, welche sich in den letzten Jahren im Entwurf der Lang-, Mittel- und Kurzwellen-Rundfunksender entwickelten. Es wird mit dem Aufbau der Sender, der Steigerung des Gesamtwirkungsgrades beschäftigt und Schlussfolgerungen auf die Ausführung der in der Zukunft aufzubauenden Rundfunksender, gezogen.

DK 621.385.832:681.327.11

Martin, A.:

Neue Tendenz in der Anwendung der Kathodenstrahlröhren. Optische Anzeigegeräte mit Kathodenstrahlröhren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) Nr 6.

In dem Artikel werden auf Grund des in Budapest gehaltenen Vortrages des Verfassers die Arbeit und Ergebnisse der französischen Firma CSF-Thomson bezüglich der Entwicklung der optischen Anzeigegeräte mit Kathodenstrahlröhren erörtert.

Summaries

UDC 621.373.5.029.6:621.385.6

Dr. Berceli, T.:

Trends of Development of Microwave Links

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) No 6.

The presumed trends of the development of the microwave links are analysed by the author. In connection with this the devices required to produce the transmitter power are discussed: klystrons, travelling wave tubes, and semiconductor devices, the reduction of the noise factors of the receivers and the microwave semiconductor oscillators. The different solutions of systems technique, further reliability, constructional layout and the problems of the applied frequency bands are examined.

UDC 001.89:621.39:65.011.46

Dr. Pálinkás. J.:

Factors Influencing the Efficiency of the Technical Research and Development Work in the Research and Development Institutes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) No 6.

Telecommunication belongs to one the branches requiring most of research. Both volume of production and the expenses of research and development on this field show a very rapid increase. In Hungary it belongs also to the branches of industry requiring most of research. In this field the speed of replacement of the products is the highest and the proportion of the new products is the highest. All these factors explain the intensive examintation of efficiency of the research and development work.

UDC 517.942.82:53.088.6:53.089.52

Dr. Székely. V.:

Deconvolution and its Technical Applications

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) No 6.

The imperfection of our measuring systems presents itself very often in such a manner, that all points of the measured results and the obtained picture originates from the weighted average of one section of the real function. This is the effect, which limits the resolution of the measuring system. Examples for this are: the spectrum analyser with limited band-width, the unfocussed photo and the oscilloscope with finite rise time. The author explaines in the paper that there is a possibility to improve the capacity of resolution after the measurement and projection. Using the formalism of the Laplace transformation he defines the operation which leads to the restoration of the real picture and the real function: this being the deconvolution. He analyses the noise effects of the increase of deconvolution of resolution. Methods are given to the numerical achievement by a computer of the deconvolution. The efficacy of the method is illustrated by a series of examples.

UDC 621.396.712.001.2

Dr. Gschwindt, A.:

New Trends in the Design of Broadcast Transmitter Equipment for A3 Service

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) No 6.

The author makes a survey over those new trends, which were developed in the last years concerning the design of long-, medium- and short wave broadcast transmitters. He deals with the construction of the transmitters, the increase of the overall efficiency and draws conclusions as to the construction of the broadcast transmitters to be built in the future.

UDC 621.385.832:681.327.11

Martin, A.:

New Trends in the Application of Cathode Ray Tubes. Optical Display with Cathode Ray Tubes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) № 6.

The paper presents on the basis of the author's lecture held in Budapest, the work and results of the French firm CSF-Thomson in the development of the cathode ray tube optical displays.

Résumés

CDU 621.373.5.029.6:621.385.6

Dr. Berceli, T.:

Tendances du développement des lignes à mieroondes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) N° 6.

L'auteur analyse les tendances présumées du développement des lignes à microondes. A ce sujet il traite les moyens de la génération de la puissance de l'émetteur: les klystrons, les tubes à ondes progressives et les sémiconducteurs, la réduction du facteur de bruit du récepteur, les oscillateurs à sémiconducteurs pour micro-ondes. Il examine les différentes solutions de technique de systèmes, et ensuite les problèmes de la construction et des bandes de fréquence utilisées.

CDU 001.89:621.39:65.011.46

Dr. Pálinkás, J.:

Facteurs influençant l'éfficacité du travail de recherche et dévéloppement dans instituts de recherche et dévéloppement techniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) N° 6.

La technique de télécommunication est un des domaines demandant le plus de recherche. Tant le volume de la production qur les frais de recherche et dévéloppement montrent une augmentation très rapide. En Hongrie c'est aussi une des branches de l'industrie demandant le plus de recherche. Dans ce domaine la vélocité de remplacement, la proportion des produits nouveaux est la plus haute. Tous ces facteurs justifient l'examen de l'éfficacité du travail de recherche et dévéloppement.

CDU 517.942.82:53.088.6:53.089.52

Dr. Székely, V.:

La déconvolution et ses applications techniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) N° 6.

L'imperfection des nos systèmes de représentation et mesure se présente très souvent tellement que les résultats mesurés, chaque point de l'image obtenu proviennent de la valeur moyenne d'une section de la fonction réelle. C'est l'effet limitant la capacité de résolution du système de mesure. Quelques exemples de ce phénomène sont l'analysateur du spectre à bande passante finie, la photo éffacée, l'oscilloscope à temps de montée fini. L'auteur démontre dans l'article que il y a des possibilités de perfectionner la capacité de résolution ainsi après la mesure et représentation. Utilisant les formules de la transformation de Laplace, l'opération pour le rétablissement de l'image réel, de la fonction réelle: la déconvolution est définie. Une analyse des effets de bruit de l'augmentation de la capacité de résolution par déconvolution est donnée. Des méthodes sont données pour accomplir la déconvolution numériquement par un ordinateur. L'éfficacité de la méthode est prouvée par plusieurs exemples.

CDU 621.396.712.001.2

Dr. Gschwindt, A.:

Nouvelles tendances du projet des émetteurs de radiodiffusion pour le service A3

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) N° 6.

L'auteur examine les nouvelles tendances, lesquelles se développaient pendant les dermières années dans le projet des émetteurs de radiodiffusion pour ondes longues, moyennes et courtes. Il traite la construction des émetteurs, l'augmentatin du rendement total et il tire des conclusions en ce qui concerne la construction des émetteurs de l'avenir.

CDU 621.385.832:681.327.11

Martin, A.:

Tendances nouvelles en tubes cathodiques, les tubes de visualisation en informatique

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXII. (1971) № 6.

L'article expose — à la base de la conférence de l'auteur tenue a Budapest — les travaux de la compagnie Thomson-CSF en connexion avec le dévéloppement des tubes de visualisation en informatique et leur résultats.

TUNGSRAM 75 1896-1971

Az EGYESÜLT IZZÓLÁMPA ÉS VILLAMOSSÁGI RT, a MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOS OSZTÁLYA és a HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET 1971. október 18—20 között

75 ÉVES A TUNGSRAM

címmel jubileumi tudományos szimpóziumot és jubileumi kiállítást rendez a TIT Természettudományi Stúdiójának (Budapest XI., Bocskai út 37.) termeiben.

A jubileumi tudományos szimpózium témakörei:

FÉNYFORRÁSOK ● FÉLVEZETŐK ● ELEKTRONCSÖVEK
VÁKUUMTECHNIKAI ANYAGOK, GÉPEK ÉS KÉSZÜLÉKEK

Érdeklődőket szívesen látunk.

Az érdeklődőknek a HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESŰLET TITKÁRSÁGA (Budapest V., Szabadság tér 17. Tel.: 113-027) részletes programot küld.

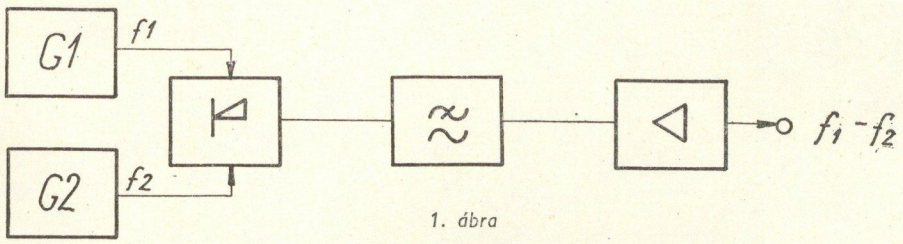
Felhívás:

Ezúton kérjük kedves olvasóinkat, amennyiben az Egyesült Izzólámpa és Villamossági RT 75 éves múltjával kapcsolatos emléktárgy, írásos anyag, régi gyártmány, készülék stb. lenne birtokukban, vagy hollétéről tudomásuk van, szíveskedjenek azt ugyancsak a HTE Titkárságán bejelenteni, és ha módjukban áll, az ünnepi kiállításunk, ill. múzeumunk céljaira felajánlani.

A TUDOMÁNYOS SZIMPÓZIUM ÉS A JUBILEUMI KIÁLLÍTÁS RENDEZŐBIZOTTSÁGA

ÚJ TÍPUSÚ ÁTVITELTECHNIKAI MÉRŐADÓ

Évtizedek óta bevált gyakorlat átviteltechnikai mérésekhez a „lebegtetős" rendszerű mérőadók használata. Működési elvük vázlatosan a következő:



1. ábra

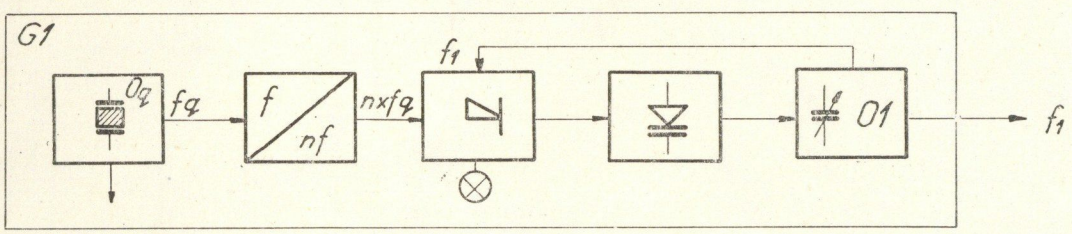
G1 és G2 oszcillátorok jelét bevezetjük egy modulátorba, ez képezi az f_1 és f_2 frekvenciák összegét, különbségét és más kombinációit. A nemkívánatos modulációs termékekből egy aluláteresztő szűrő segítségével választjuk ki az $f_1 - f_2$ különbségi frekvenciát, amely erősítés után megjelenik a mérőadó kimeneti kapcsán.

Ebben az elrendezésben, ha a G2 oszcillátor frekvenciája állandó, a G1 oszcillátor frekvenciájának változtatásával igen széles tartományban szabályozható a kimeneti jel frekvenciája. Igen előnyösen, egy gomb hangolással fogható át a teljes szükséges frekvenciatartomány pl.: 0,3... 620 kHz-ig. A kimeneti jel frekvenciapontossága a különbségképzés miatt láthatóan problémákat okoz, különösen, ha $f_1 - f_2$ sokkal kisebb f_1- vagy f_2-höz viszonyítva.

Korszerű mérőadóknál (mint pl.: az ET-40 T/A vagy ET-70 T/A) a frekvenciapontosság általában 1—2%.

Sokcsatornás átviteltechnikai berendezések méréséhez ez a pontosság nem elegendő, hiszen pl.: 400 kHz frekvencián a mérőadó pontatlansága mintegy 4 kHz, ez pedig éppen egy csatornatávolságot jelenthet. Távíró csatornák mérésénél pedig már 10 Hz-nél nagyobb hiba sem engedhető meg. Ilyen frekvenciapontossági követelményekhez létre kellett hozni egy új elveken működő mérőadót: az ET-80 T/A típusú „rasztos" mérőadó. Elődeihez hasonlóan, ez a készülék is két (G1 — G2) oszcillátor frekvenciájából képezi a kimeneti jel frekvenciáját.

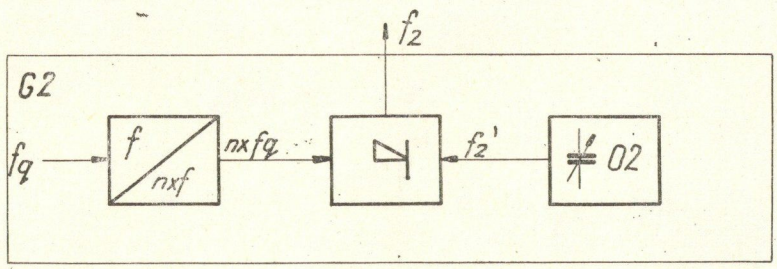
Megváltozott azonban a két oszcillátor felépítése. Nézzük meg először a tömbvázlat G1 kockájának tartalmát.



2. ábra

Az O_q kvarcoszcillátor f_q frekvenciájából előállítunk egy spektrumot, mely f_q egész számú többszöröseit tartalmazza. Bevezetve egy modulátorba ezt a spektrumot és az O1 oszcillátor jelét, a modulációs termékekből megállapítható, ha az O1 hangolása közben annak frekvenciája pontosan megegyezik f_q valamely egészszámú többszörösével. A jelenséget egy lámpa kigyulladása jelzi, egyúttal a modulációstermékekből kialakított jellel kapacitás-dióda szabályozza az O1 frekvenciáját (rasztolás). F_q értékét 4 kHz-re választva a G1 „kockából" kijövő jel frekvenciája n×4 kHz-nél kvarc-pontosságú. Vivőfrekvenciás berendezéseknél ez éppen valamely csatorna vivőfrekvenciáját jelentheti.

Közbenső frekvenciaértékek előállításához a G2 kockából kijövő jel f_2 frekvenciáját kell csak kis mértékben elhangolni (legfeljebb 4 kHz-el). Ez a következőképpen történik:



3. ábra

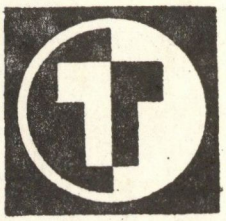
A kvarcoszcillátorból sokszorozással előállított frekvencia néhány 10 kHz-el kevesebb f_2 szükséges értékénél. O2 oszcillátorunk viszont éppen a hiányzó néhány 10 kHz-es frekvenciájú jelet állítja elő.

Modulátor segítségével összegezve, megkapjuk f_2 szükséges értékét. Láthatóan f_2 pontatlansága csupán a hangolt O2 oszcillátor hibájából adódik, így a mérőadó kimenetén alacsony frekvenciáknál a hiba közel O2 hibájából adódik, magasabb frekvenciánál sem éri el az O_q kvarcoszcillátor relatív pontatlanságát.

Az „ELEKTRONIKA" Átviteltechnikai szövetkezet ezzel a nagypontosságú mérőadóval siet segítségére a korszerű távközléstechnikai berendezéseket gyártó és felhasználó szakembereknek.

Bokody Attila
okl. vill. mérnök

1971 JUL 1 7





Értesítjük
tisztelt ügyfeleinket, hogy a

TUNGSRAM – ELEKTROMODUL KÖZÖS MŰSZAKI VEVŐSZOLGÁLATA

Budapest, XIII. Jászai Mari tér 6. sz. alatt
(Telefon: 329-771, 329-775)
megkezdte működését.

A vevőszolgálat feladata, hogy segítse t. vevőinket a következő cikkeknek hazai forrásból való beszerzésében:

- elektroncsövek,
- katódsugárcsövek,
- tv-képcsövek,
- fotocellák,
- tranzisztorok,
- diódák,
- integrált áramkörök.

Kérjük, szíveskedjenek felkeresni közös vevőszolgálatunkat műszaki és egyéb problémáikkal. A felsorolt árucikkekre vonatkozó megrendeléseiket pedig a következő címre kérjük küldeni:

ELEKTROMODUL
Vákuumtechnikai és Világítástechnikai Osztálya