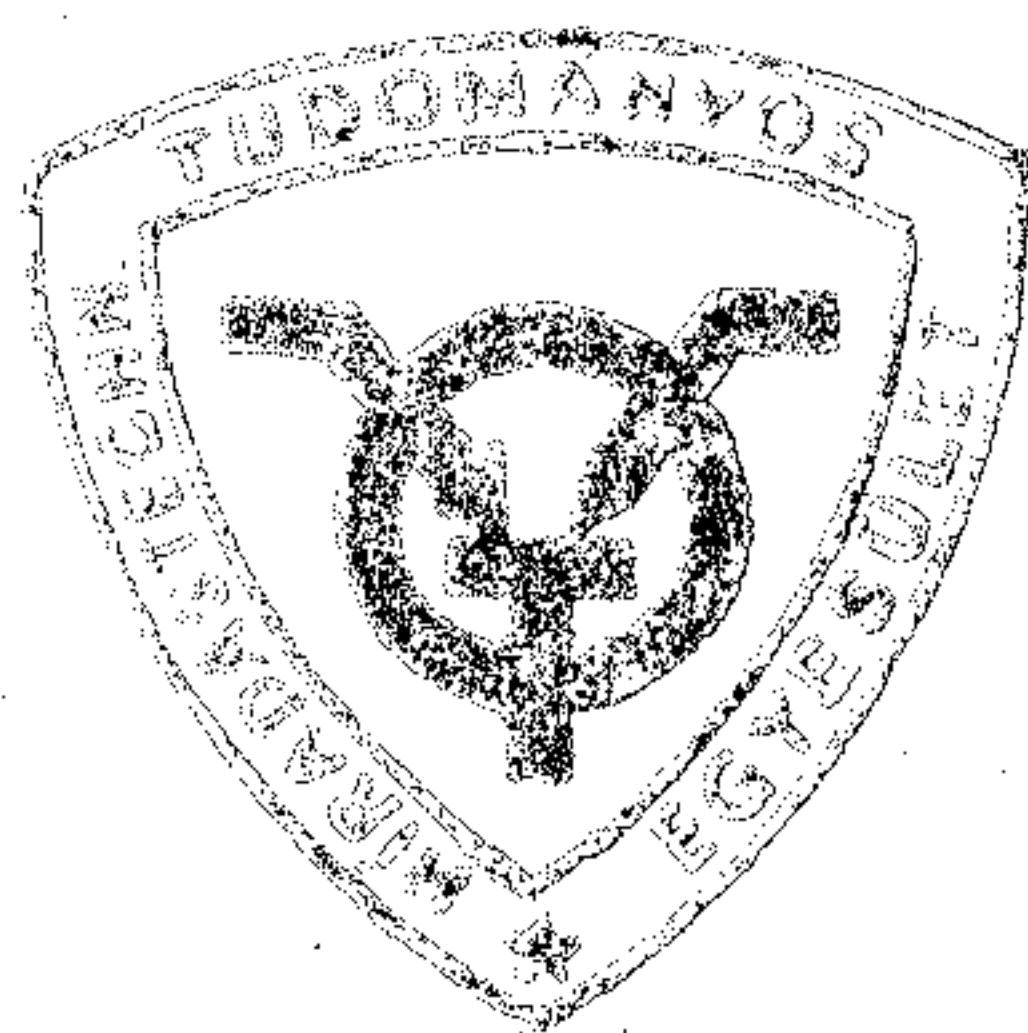


HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

10

HÍRADÁS- TECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. KOZMA LÁSZLÓ 70 éves	289
DR. IZSÁK MIKLÓS: Hangfrekvenciás FM távíró rendszerek	291
Szemle	294, 301, 314
DR. TARNAYNÉ BÁRTFAI ÉVA—DR. VARGA ANDRÁS—BALOGH PÁL: Digitális jelátvitel crossbar távbeszélő-központban	295
DR. FLESCHE ISTVÁN—DR. RUPPENTHAL PÉTER: Programozható áramkörvizsgáló automata	302
DR. CSURGAY ÁRPÁD—DR. GÉHER KÁROLY—DR. HÁZMAN ISTVÁN: Helyzetkép a hálózat- elmélet fő fejlődési irányairól	307
Technológiai fejlődés gyártmányokon bemutatva. Stúdió betéterősítők fejlődése	315
Tartalmi összefoglalások	319
Обобщения	319
Zusammenfassungen	319
Summaries	319
Résumés	320

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA főszerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, DR. SÁRKÖZI GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, DR. FLESCHE ISTVÁN, DR. RUPPENTHAL PÉTER szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest II., Mártírok útja 85. II. em. 231. Telefon: 154-859 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest V., Szabadság tér 17. Telefon 113-027

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

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—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes'szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA” P. O. B. 149 Budapest, 62.

72.8242 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató

Dr. Kozma László 70 éves

Dr. Kozma László műszaki egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, január 1-én saját kérelmére nyugállományba megy, és novemberben tölti be 70. évét. Barátai, kollégái és munkatársai e kettős alkalomból meleg szeretettel üdvözlik őt, és emlékeznek meg eredményekben különösen gazdag pályájáról.

Érettségi után elektromos szerelőként helyezkedett el az Egyesült Izzóban. Felettségi hamarosan felfigyeltek tehetségére, és 1925-ben a gyár néhány főtisztviselője négy évre ösztöndíjat biztosított számára, hogy külföldre mehessen egyetemre. Így került Brünnebe, ahol a Deutsche Technische Hochschule-ban 1930-ban villamosmérnöki oklevelet szerzett. Az antwerpeni Bell Telephone Company vállalathoz lépett be, mely több mint 13 000 dolgozójával Európa legnagyobb telefonközpont gyára volt. 1942 végén a németek kényszerítették a gyárat a nekik nemkívánatos idegenek eltávolítására. Ekkor hazajött Magyarországra, és megkezdődött életének 12 esztendeig tartó legkeserveesebb korszaka.

Itthon mérnökként elhelyezkedni nem tudott, pedig ekkor már európai hírű telefonszakember volt. Ismét az Izzóba vették fel műszerészként. Rövidesen munkaszolgálatra kellett bevonulnia, majd a malthauseni koncentrációs táborba került. 1945 augusztusában jött végre haza szenvedésektől és betegségektől elcsigázottan.

Hazatérése után a Bell Gyár többször is visszahívta, ő azonban a meghívásokat nem fogadta el, mert romba döntött, de új, felszabadult életre kelő hazája újjépítésében akart részt venni. Az akkori Standard Villamossági Gyárban, a mai Beloianisz Híradástechnikai Gyárban helyezkedett el, ahol rövidesen műszaki igazgató lett. Bekapcsolódott a főiskolai, majd egyetemi oktatásba is, továbbképző előadásokat tartott a gyárban és a Mérnökképző Intézetben is. A fasizmus által lerombolt telefonközpontok újjáépítésében való részvételéért 1948-ban megkapta a Kossuth-díj arany fokozatát. A következő évben a Műszaki Egyetem újonnan felállított Vezetékes Híradástechnikai Tanszékének a vezetésével bízták meg.

1949-ben robbant ki az ún. Standard-ügy, és megkezdődött Kozma László legkeserveesebb kálváriája. Letartóztatták és elítélték, végül 1954-ben ügyét felülvizsgálták, ártatlanságát elismerve szabadon bocsátották.

1955-ben visszahelyezték a Budapesti Műszaki Egyetemre, visszakapta tanszékét, ahol ezentúl már megszakítás nélkül működött. 1960-ban a felsőoktatás kiváló dolgozója lett, 1962-ben pedig Munka Érdemrend kitüntetését kapott. 1961-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja lett. 1960-tól 1963-ig a Villamosmérnöki Kar dékánja volt, és az ő nevéhez fűződik a tanterv akkori korszerűsítése.

Egyesületünk elnökségi tagja, Puskás Tivadar Emlékérmét is kapott, az akadémiai Távközlési Rendszerek Bizottság elnöke. A Villamosmérnöki Karon elsőnek kapta meg, a múlt évben, a BME emlékérmét.

Mérnöki munkássága már az antwerpeni gyárban kezdődött, különösen mikor bekerült a rendszertechnikai fejlesztési osztályba, majd a kiemelt kutatási munkák részlegébe. 1938 és 1942 között a Bell Gyár 37 olyan szabadalmat jelentett be, melyen feltalálóként Kozma László szerepelt egyedül vagy másokkal együtt. Jellemző, hogy a gyár műszaki igazgatója után neki volt a gyárban a legtöbb szabadalma. Legtöbb találmányát világszabadalomra is bejelentették, 20 találmányt Magyarországon is. Ezek a szabadalmak az országos telefonhálózat, az új központtípusok fejlesztése és az elektromágneses számológépek köré csoportosíthatók.

Az országos telefonhálózatokkal kapcsolatban részt vett Svájc, Belgium, Hollandia, Dánia, Olaszország és más országok automatikus országos telefonhálózatának kifejlesztésében, és ezekkel a munkákkal kapcsolatban a gyár Kozma László számos új megoldásának a védelmére tett szabadalmi bejelentést. Ezek közül mutatóban néhányat megemlítünk:

Svájcban követelmény volt, hogy az előfizető az első tárcsázási hang vétele után a teljes országos számot (8–10 számjegyet) letárcsázza. Ezt eredetileg úgy tervezték, hogy nem a helyi regiszterek kapacitását bővítik, ami nagyon drága lett volna, hanem külön távolsági regisztereket csatlakoztatnak a helyi regiszterekhez megfelelő számbevételi kapacitással. A működés így elég lassú volt, mert a számjegyeket a helyi regiszterekből át kellett vinni az interurbán regiszterbe és az interurbán regiszter csak azután kezdhetette el a megfelelő működést. Kozma László felismerte, hogy az első számjegy után, amely interurbánt jelez (ez Svájcban a zéró), az interurbán regiszterek rögtön megkeresik a hívó helyi regisztert és az esetek 95 százalékában egy közülük már kapcsolódott, mielőtt az előfizető a második számjegyet kezdte tárcsázni. Javaslatára a rendszert úgy alakították ki, hogy az eseteknek ebben a 95 százalékában a számjegyek rögtön az interurbán regiszterbe kerültek és csak 5 százalékában maradt meg a bonyolultabb, lassúbb működés.

Szabadalmi bejelentést tettek egy olyan eszközre a hívó előfizető készüléke mellé, amelynek biztonsági kulcsán kétféle kontaktus van. Az egyik megengedi, a másik megakadályozza az automatikus interhívást.

A többszörös számlálással kapcsolatban is volt találmánya. Ezt korábban úgy oldották meg, hogy egy lépésenként működő kis gép bizonyos időközönként számláló impulzust váltott ki. Ezen elv szerint igen nagy számú gépnek kellett szinkron lépkednie, ami zörejt okozott. Kozma László találmánya az

volt, hogy ezeknek a gépeknek a multiplikációjában legyen egy körben lépkedő jelzés. A beszédáramkörök kis gépei a beszélgetés kezdetén megkeresik ezt a jelzést és számoltatnak, valahányszor a jelzés visszatér a multiplikációnak ugyanarra a pontjára. A kis gépek tehát állnak a beszédáramkörben a beszélgetés alatt.

Az automatikus interurbán hívások forgalma terheli a híváskoncentrációt, amire azt nem méretezték. Kozma László találmánya szerint ott, ahol nagy az interurbán-forgalom, a hívó előfizetőt azonosítani lehet, ennek segítségével a szokásos interközvetítő láncon az előfizetőt vissza lehet hívni és a beszélgetést le lehet folytatni. Így a híváskeresők felszabadulnak.

Szabadalmaztatásra került az az elv, hogy — ha a forgalom megengedi — két regiszter két különböző úton építi fel ugyanazt a kapcsolást, és ha a hívás helyesen épült fel, akkor ezt ellenőrizni lehet az így keletkezett hurkon keresztül.

A hívó előfizető azonosítása olyan áramköröket igényel, amelyeknek kapcsológépei jelezni tudják a hívó előfizető számát. Minthogy az azonosítás csak a c ágon történhetik, és a híváskeresők nem tudják jelezni helyzetüket, ezért Kozma László megoldása szerint a vonalválasztókat használták fel azonosításra. Ezek a gépek impulzussorozatokkal jelezni tudják, hogy melyik c csúcson találták meg az azonosítást igénylő jelzést.

Belgiumban be kellett vezetni a beszédjegynyomtató gépek használatát. Az ezt biztosító megoldással kapcsolatban számos szabadalom bejelentésére került sor. Ezek között Kozma László egyik javaslata magára a beszédjegynyomtató gépre vonatkozott. Ennek a gépnek fel kellett tüntetnie a jegyen a hívó és hívott számot, a tarifát, a dátumot, valamilyen sorszámot és a beszélgetési időt. Kozma László találmánya felhasználta azt a körülményt, hogy a beszédidő kivételével a többi adat a beszélgetés előtt már rendelkezésre állt. Az ezen adatokat nyomtató szerkezet közös lehet több olyan kisebb szerkezethez, amely csak a beszélgetési időt méri. (Egy ilyen gép néhány mintapéldánya el is készült, azonban bevezetésre már nem került.)

Az új központtípusok fejlesztése során Kozma László részt vett a 7-E, valamint a MA rendszerek fő áramköreinek kidolgozásában. Ezeknek a rendszereknek legfőbb jellemzője a különböző fázisú váltakozó áramokkal végzett választás a szokásos impulzálás helyett. Néhány központ üzembe került, azonban később a crossbar típusú központrendszerek kiszorították őket.

1938-ban kezdett foglalkozni olyan elektromechanikus számológépek tervezésével, amelyek decimális rendszerben végzik el a négy alapműveletet és alkalmasak telefonközpontok díjelszámolásának gépesítésére. Ilyen berendezésből két mintapéldány is készült, de elég lassan működtek. Később készült egy olyan számológép, amelyik két érpáron és kapcsoló-

gépen keresztül működtethető volt egy kis asztali készülékről, amely csupán billentyűzetet és egy morze szalagnyomtatót tartalmazott. A későbbi csöves, majd a tranzisztoros berendezések ezeket a gépeket kiszorították. 1938–40-ben a számológépek katonai jelentőségét nem lehetett még látni, de jellemző, hogy a gyár e néhány év alatt 10 szabadalmat jelentett be számítógépekkel kapcsolatban. Ezeknek mindegyikén Kozma László is szerepelt.

Feltalálói szenvedélye még a gyújtófogházban sem tört meg. Ott dolgozta ki SB telefonközpont című szabadalmát, melyet a börtön vezetősége továbbított az érdekelt BHG gyárhoz. E rendszer legfőbb jellemzője az automatikusan gyártható gépmultiplikáció és a különböző feszültségekkel létesített számjelzés volt.

Kiszabadulása után ismét kezdett számítógépekkel foglalkozni. Az MTA támogatásával 1958-ban készítette el munkatársaival az ország első automatikusan működő, programozott számítógépét, melyet a Budapesti Műszaki Egyetemen 10 éven át használtak a tanszéken folyó tudományos munkákhoz és az oktatásban.

1963-ban tervjavaslatot tett az elavult Rotary-központ helyett bevezetendő koncentrátoros, crossbar telefonközpont fejlesztésére, majd a tervjavaslat elfogadása után kidolgozta annak tervcélját is. Az új típus, melyet BCS központnak nevezett el, a gyors bevezetés érdekében csupa, már ismert megoldást tartalmaz, de elveiben, szolgáltatásaiban és gyárthatóság szempontjából modernnek volt tekinthető. Háromféle tömbegységből állt (koncentrátor, trunkegység és regiszteregység), melyekből gyakorlatilag bármilyen nagyságú városi telefonközpont összeállítható. A BCS központ a megindult licenztárgyalások miatt kifejlesztésre már nem került.

1964-ben munkatársaival elkészítette a Nyelvtudományi Intézet számára az első hazai nyelvt statisztikai automatát, mely 80 különböző statisztikai feladat (pl. adott szövegben a mondatok száma, a szavak megszámlálása a betűk száma szerint, a magán- vagy mássalhangzók száma stb.) egyidejű megoldására alkalmas.

Jelenleg főként a többszörös díjelszámolás megoldásán és egy miniatűr crossbar gép fejlesztésén dolgozik. Ezekkel kapcsolatban 3 szabadalmat jelentett be.

Tudományos, ipari és oktató tevékenysége során számos cikke és egyetemi jegyzete jelent meg, és számos előadást tartott a Budapesti Műszaki Egyetemen kívül is itthon és külföldön. Különösen értékesek a telefonközpontok méretezésére, a távhívási rendszerekre és a telefonközponti rendszerekre vonatkozó tanulmányai.

Barátai, kollégái és munkatársai azt kívánják, hogy a nyugalomba vonulás ne jelentsen visszavonulást az alkotástól, hogy még sok értékes gondolattal és alkotással gazdagítsa a magyar híradástechnikai tudományt és ipart.

Dr. Izsák Miklós

Lapunk ezen célszámához tartozik dr. Gordos Géza — Sallai Gyula: Hírányagok természetes és összetett jeleinek statisztikai tulajdonságai és dr. Solymosi János: Veszteséges illesztő négy-pólusok tervezése című cikke is, melyek lapunk kötött terjedelme miatt az 1972. 9. számban jelentek meg.

Hangfrekvenciás FM távirórendszerek

E cikk a korszerű frekvenciamodulált távirórendszerek működését és lényeges tulajdonságait tárgyalja, összehasonlítva az amplitúdómodulált rendszerekkel. Ismerteti az FM rendszerek néhány érdekes áramkörét, majd a csatornákon átvihető teljesítménnyel foglalkozik.

A korszerű hangfrekvenciás távirórendszerek frekvenciamodulációval működnek. Ugyanúgy, mint amplitúdómoduláció esetén (ezek az AM-VT rendszerek), frekvenciamodulációval is (ezek az FM-VT rendszerek)* egyetlen távbeszélő-csatornán mint alapáramkörön 24 távirócsatorna vihető át. Az alábbiak az FM-VT rendszerek működésével, néhány érdekes áramkörével és a teljesítményviszonyokkal foglalkoznak és összehasonlítást tesznek az AM és FM rendszerek között.

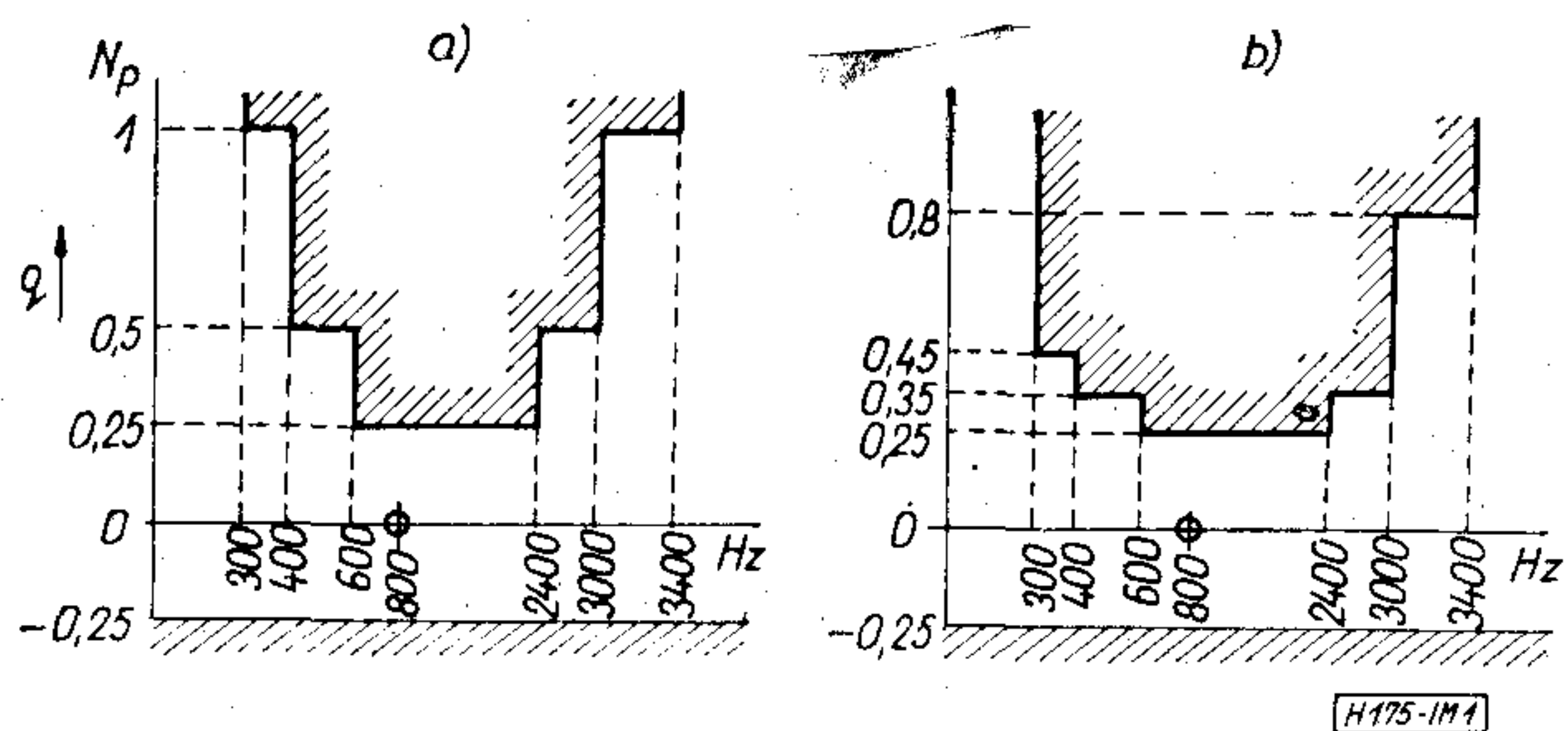
Az FM-VT rendszerek főbb tulajdonságai

Az FM-VT rendszerek egyik jelentős előnye az AM-VT rendszerek felett, hogy a felhasznált alapáramkörön kisebb jel/zaj viszony engedhető meg. Pontosabban: ha az AM-VT alapáramkörön a jel/zaj viszony 5 dB-lel kisebb, mint az FM-VT alapáramkörön, akkor a kétféle átvitel során ugyanakkora távirótorzítás lép fel. Jellemző, hogy a távirótorzítás az FM távirócsatornában nem éri el a 10%-ot még abban az esetben sem, ha az áramkörbe a táviró jelével azonos szintű mesterséges hangot küldünk. Emellett a távirócsatornák az áramkör maradécsillapításában sokkal nagyobb ingadozást tűrnek meg, mint az AM távirócsatornák. Ez az oka annak, hogy az FM távirórendszerekben automatikus szintszabályozásra nincs szükség.

Az FM táviratozás további előnye, hogy nagyobb csillapítástorzítás engedhető meg az átviteli áramkörön, mint az AM rendszerekben. Ezért azok a távbeszélőcsatornák, melyek a CCITT ajánlásait távbeszélő-átvitelre teljesítik, minden korlátozás nélkül igénybe vehetők FM táviróátvitelre is. Ezzel szemben a CCITT szigorúbb határokat ajánl a maradécsillapítás változására a frekvencia függvényében azokra a távbeszélő-csatornákra, melyeket 24-csatornás AM táviróátvitelre kívánunk felhasználni (1. ábra). A CCITT arra is felhívja a figyelmet, hogy a csillapítástorzítás a 12-csatornás alapsoport 1. és 12. csatornáján gyakran nagyobb, mint az alapsoport többi csatornáján, ezért ezeket a távbeszélő-csatornákat nem ajánlatos AM távirócsatornákkal

* Amplitude (ill. Frequency) Modulated Voice-Frequency Telegraph. Ezeket a hangfrekvenciás táviróberendezéseket a magyar ipar már hosszabb ideje gyártja.

Beérkezett: 1972. V. 17.



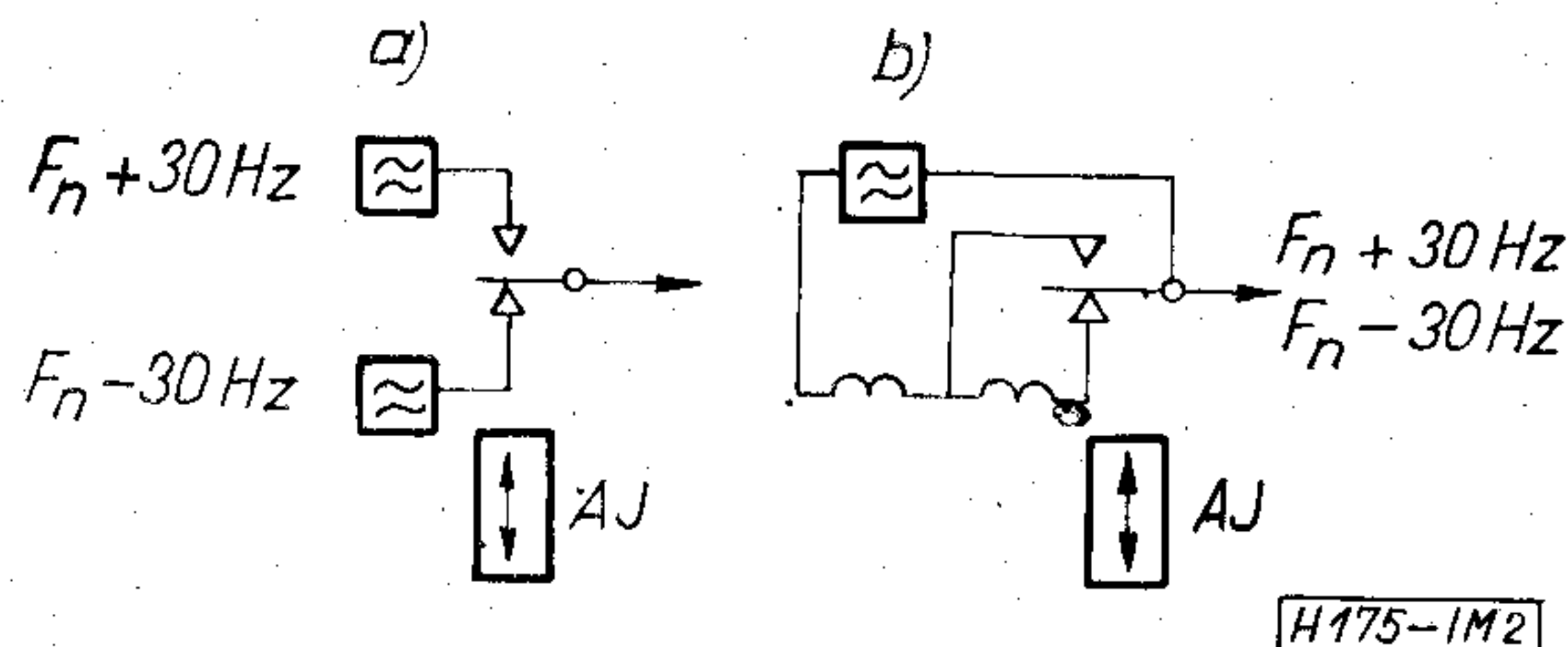
1. ábra. A távbeszélő-csatorna maradécsillapítás-változásának megengedett határai

a) 800 Hz-en mért közepes értékhez képest a) csak beszéd- vagy 24 FM távirócsatorna átvitele esetén; b) 24 AM távirócsatorna esetén

beültetni. Ezek a megszorítások az FM táviróátvitelre nem vonatkoznak.

Gyakori, hogy a kéthangú távirórendszereket is FM rendszereknek tekintik, mivel mind a kéthangú, mind az FM hangfrekvenciás távirórendszerek két frekvenciát küldenek, melyek a jelet, ill. a szünetet képviselik. A legfontosabb különbség a kétféle rendszer között az, hogy a váltás jelről szünetre vagy viszont az FM rendszerben folytonos, míg a kéthangú rendszerben, melyben két független vivőgenerátor nyer alkalmazást, a váltás a jelalakban törést okoz (2. ábra). Azonkívül, hogy ebben a rendszerben csatornánként két generátorra van szükség, ez az az a hátránnyal is jár, hogy a diszkontinuitások miatt a váltáskor fellépő transziensek távirótorzítást okozhatnak.

Míg az AM távirórendszerek a szintváltozásokra, addig az FM rendszerek a vivőfrekvencia változásaira érzékenyek. A CCITT ajánlásai szerint távbeszélő-rendszerekben a virtuális vivőfrekvenciák stabilitásának ± 1 Hz-en belül kell lennie. Ebben az esetben a csatorna hangfrekvenciás bemenetére adott jel és az ugyanazon csatorna hangfrekvenciás kimenetén vett jel frekvenciája között a különbség nem haladja meg a 2 Hz-et, ami számottevő távirótorzítást még nem okoz. Ha ez a stabilitás nem teljesül (pl. ha az összeköttetés két vagy több alapsoport- vagy főcsoportszakaszból áll, melyekben a vivőfrekvenciaeltérések összegeződhetnek), akkor FM átvitel esetén



2. ábra. Működési elvi vázlat; a) kéthangú rendszer, b) FM rendszer

a frekvenciaváltozást a vevőben automatikus frekvenciakorrektor útján csökkenteni kell, hogy ezáltal a távirótorzítást elkerüljük.

Bár az FM távirórendszerek a színtingadozásra nem érzékenyek, mégis a vett jel túlságos csökkenése a táviróátvitelt megszakíthatja. Ezért riasztó áramkör útján jelezni szokták, ha a vett jel amplitúdója a megengedett szint alá süllyed.

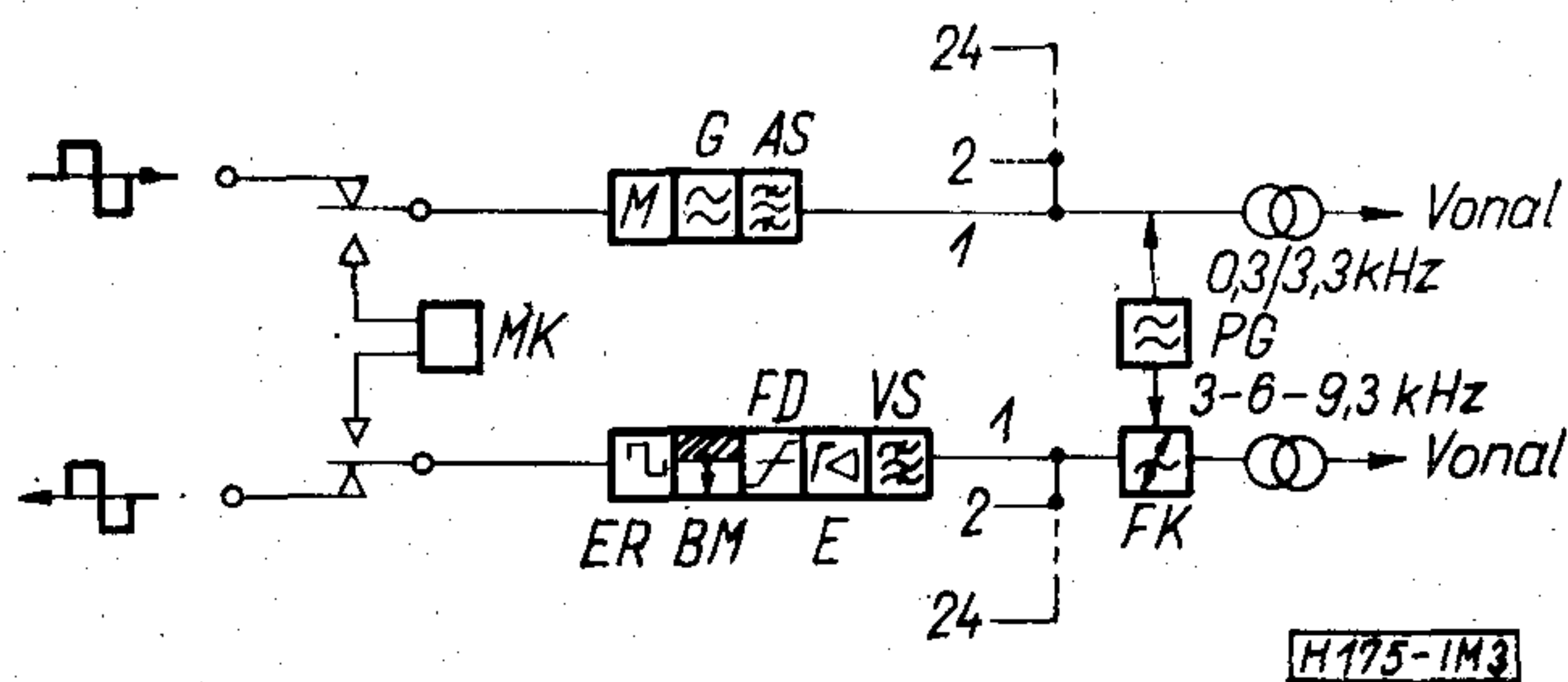
Működés

Egy 24-csatornás végállomási berendezés tömbvázlatát a 3. ábra mutatja. A vivők a CCITT ajánlásai szerint ugyanúgy helyezkednek el, mint az AM rendszerekben, azaz a legkisebb vivőfrekvencia 420 Hz, aztán — 50 B-os távirósebesség esetén — 120 Hz-enként következnek a többi vivők. Egyes rendszerekben nem direkt modulációt, hanem előcsoport modulációt alkalmaznak. Ez a gyártásban nyújt ugyan előnyt a kevesebb szűrőféleség miatt, viszont nagyobb mennyiségű modulátorra van szükség. Végeredményben a közvetlen moduláció előnyösebbnek mutatkozik.

Az átvitel során az M modulátor a helyi körből kettősáramú egyenáramú távirójelet kap, melyet FM jellé alakít át. A frekvencialöket ± 30 Hz, ha a modulációsebesség 50 B. A modulátort rendszerint úgy alakítják ki, hogy beállítható módon a nagyobb frekvenciának akár a jel, akár a szünet feleljen meg az érdekelt postaigazgatások megállapodása szerint.

Az AS modulátor sávszűrő a szomszédos csatornákat védi a nemkívánatos, nagyobb modulációs termékektől. A modulátor sávszűrők kimenetei párhuzamos kapcsolásban vannak, és a közös kimenetet vonaltranszformátor illeszti a vonalhoz, ami korszerű rendszereknél akár légvezeték vagy kábeláramkör, akár vivőfrekvenciás, vagy PCM, vagy rádiótávbeszélő-csatorna lehet.

Vételirányban a vett jelek vonaltranszformátoron, majd — hosszú vonal esetén — frekvenciakorrektoron haladnak át és a bemenetükön párhuzamosan kötött VS vevőszűrőkre jutnak, melyek a 24 csatornát szétválasztják. A csatornafrekvencia az E csatornaerősítőre jut, mely feszültségkorlátozót is tartalmaz. Ez az erősítő a kimenőszintet gyakorlatilag állandó értéken tartja akkor is, ha az erősítő bemenetén a szint nagy határok között, pl. +1 és -2 Npm között ingadozik.



3. ábra. 24 csatornás FM-VT rendszer tömbvázlata

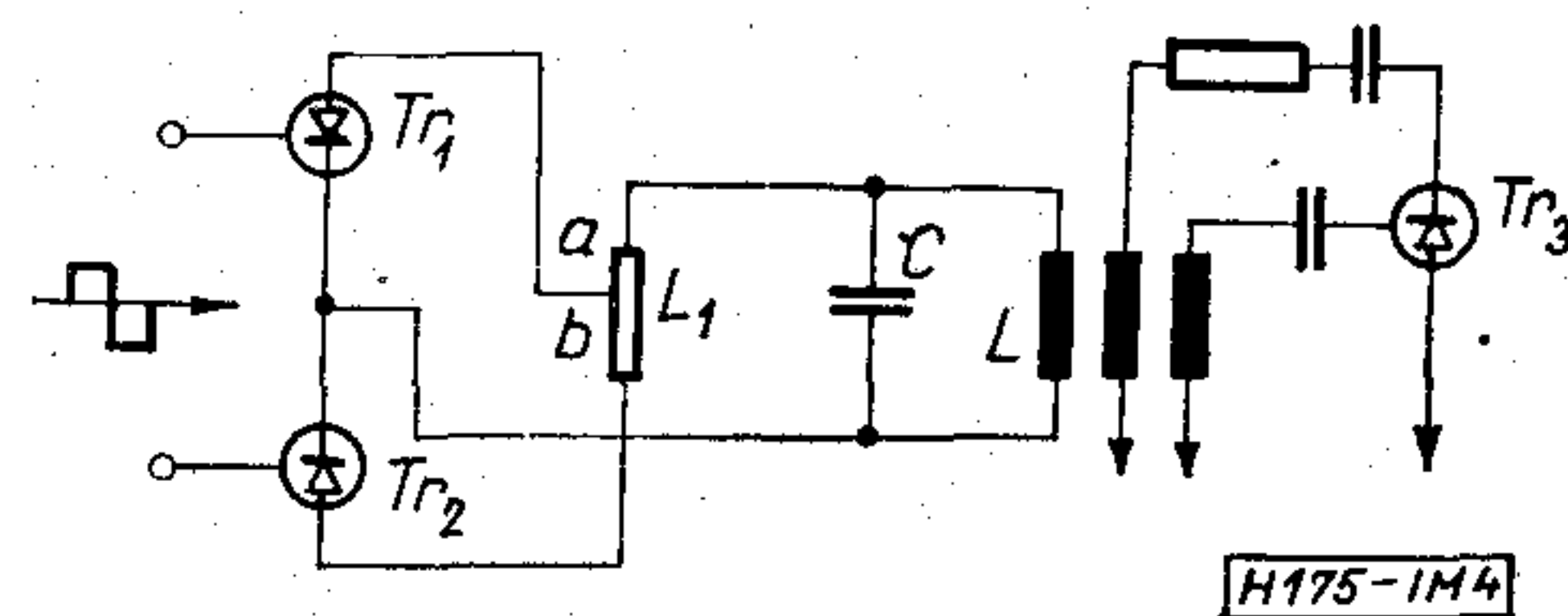
M — modulátor, G — vivőgenerátor, AS — adó sávszűrő, PG — pilotgenerátor, FK — frekvenciakorrektor, VS — vevő sávszűrő, E — erősítő, amplitúdókorlátozóval, FD — frekvenciadiszkriminátor, BM — bistabil multivibrátor, ER — elektronikus jelfogó, MK — mérőkészlet

A csatornaerősítőt követő FD frekvenciadiszkriminátor kiválasztja és egyenirányítja a két frekvenciát, mely a jelnek, ill. szünetnek felel meg. Ezután a BM bistabil multivibrátor javítja a jelalakot és erősítést visz be. Végül az ER elektronikus jelfogó egyetlen távirótelepből hídáramkör segítségével előállítja a helyi kör számára a kettősáramú egyenáramú jelet. Ez a módszer kizárja az egyoldalas torzítás lehetőségét, amit a telepfeszültség aszimmetriája (a pozitív és a negatív feszültségek különbsége) okozhatna.

Lényeges része szokott még lenni a berendezésnek a mérőkészlet (MK). A mérőkészlettel távirójeleket lehet küldeni bármelyik távirócsatornába és mérni lehet a vett jelek távirótorzítását. Egyes rendszerekben zajmérés céljára valamennyi csatornába egyidejűleg is lehet váltójelet küldeni. Ha különböző távirósebességekre kidolgozott modulátorok állnak rendelkezésre, akkor a váltójeleadó mindegyik távirósebességre átkapcsolható. Rendszerint van a mérőkapcsolónak olyan állása is, melyben vizsgáló géptáviró kapcsolódik a csatorna bemenetére és kimenetére. Egyetlen csatorna vizsgálatára láncba lehet kapcsolni az adásirányú kimenetet a vételirányú bemenettel.

Modulátor

A modulátor és a G vivőgenerátor áramkörét a 4. ábra mutatja. A Tr_3 tranzisztor oszcillátorként működik azon a frekvencián, melyet a C kapacitás az L induktivitás és a vele párhuzamos L_1 indukti-

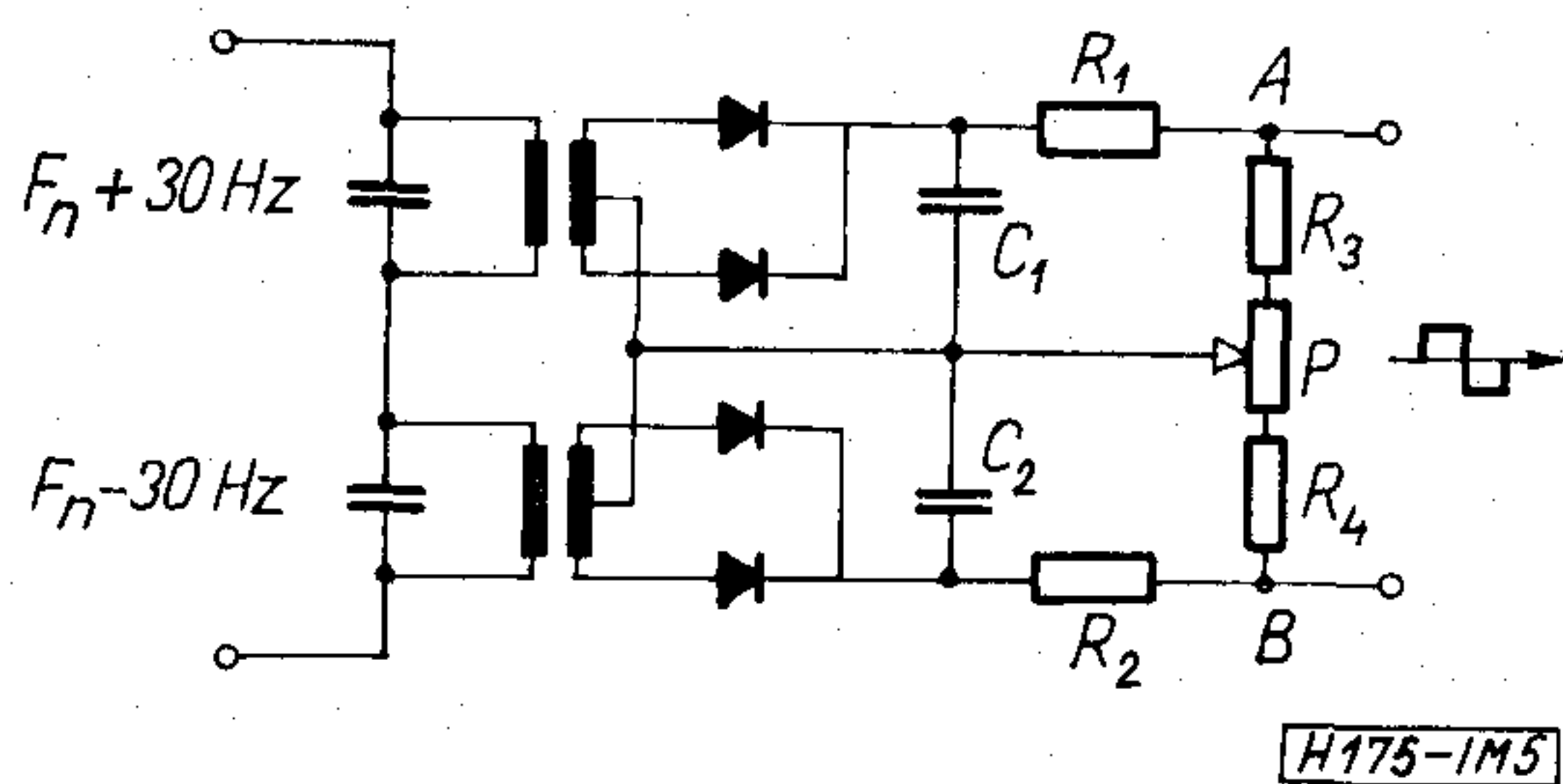


4. ábra. Frekvenciamodulátor elvi kapcsolása

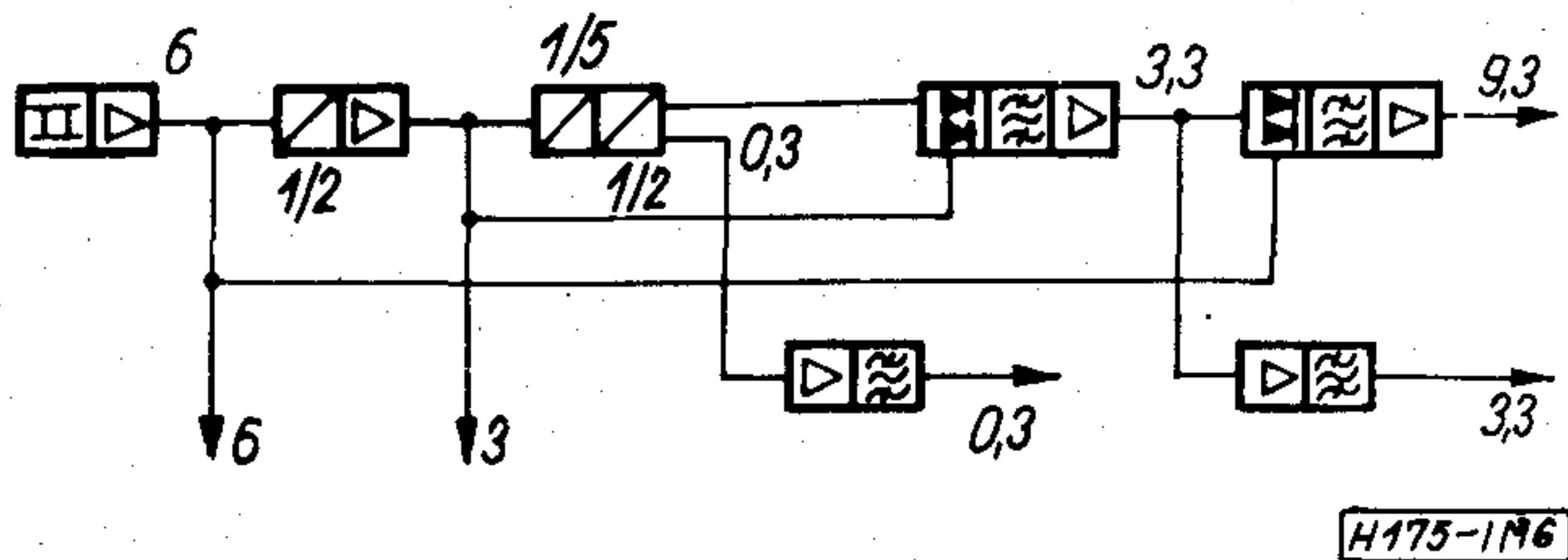
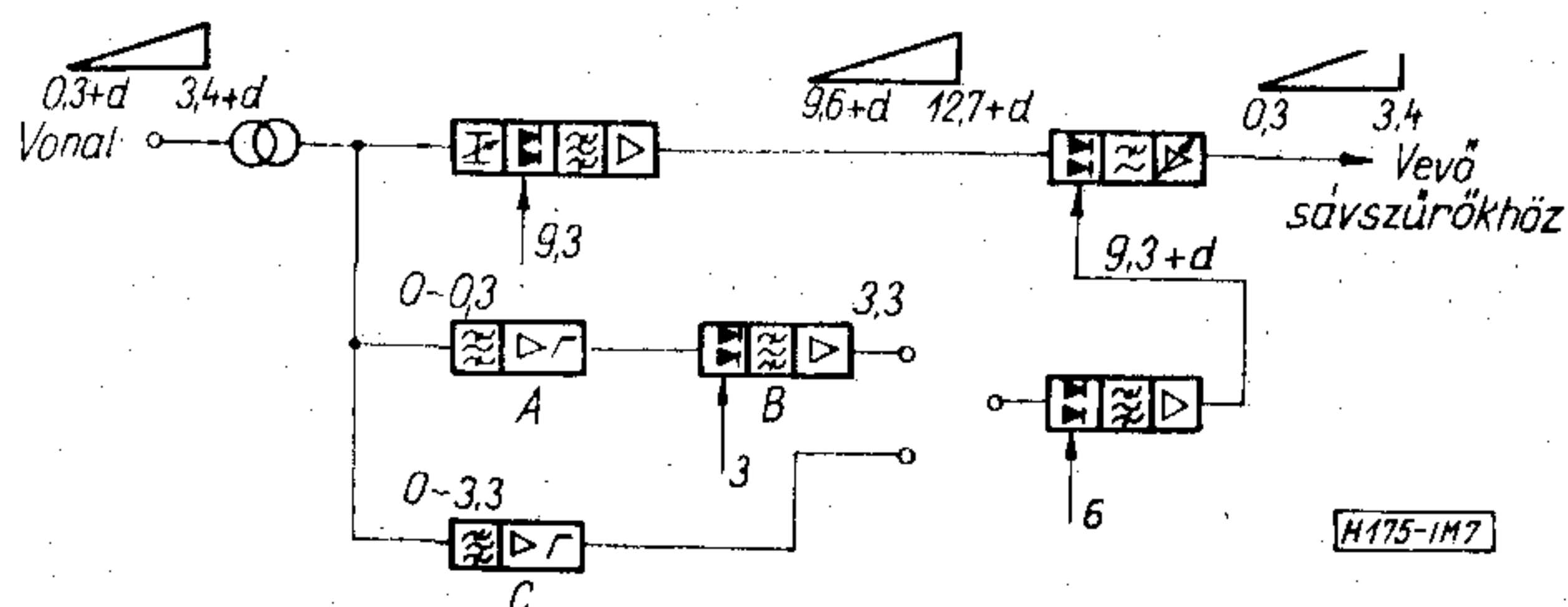
vitás határoz meg. A kettősáramú jelek úgy vezérlik a Tr_1 és Tr_2 tranzisztorok működését, hogy egyik állapotban (pl. jel alatt) Tr_1 zár és Tr_2 nyit, a másik állapotban (pl. szünet alatt) pedig fordítva. Ilyen módon vagy az egész L_1 , vagy csak annak a — b része van párhuzamos kapcsolásban az L induktivitással, és a generátor ($F_n + 30$), ill. ($F_n - 30$) Hz frekvenciát szolgáltat. F_n a szóban forgó csatorna vivőfrekvenciája.

Frekvenciadiszkriminátor

Egy szokásos kapcsolást az 5. ábra szemléltet. A két sorba kötött antirezonáns kör az ($F_n + 30$), ill. az ($F_n - 30$) Hz frekvenciára rezonál. Egyidejűleg csak egyik frekvencia érkezik, ennél fogva gyakorlatilag mindig csak egyik antirezonáns kör sarkain jelenik meg feszültség. A vett jelet egyenirányítás után a $C_1 - R_1$, ill. $C_2 - R_2$ áramkör szűri. Az ($F_n + 30$)



5. ábra. Frekvenciadiszkriminátor elvi kapcsolása

6. ábra. Pilotgenerátor tömbvázlata.
A feltüntetett frekvenciák kHz-ben értendők7. ábra. Frekvenciakorrektor tömbvázlata.
A feltüntetett frekvenciák kHz-ben értendők

frekvencia vételekor (ez akár jelnek, akár szünetnek felelhet meg) az *A* kapocs pozitív lesz, a *B* kapocs pedig negatív (*P* potenciométeren és R_4 ellenálláson át). A másik állapotban *B* lesz pozitív és *A* negatív (a *P* potenciométeren és R_3 -on át). A kettősáramú egyenirányított jelek az *A*–*B* kapocspáron át a bistabil multivibrátorra jutnak (l. a 3. ábrát). A *P* potenciométerrel a jelnek és a szünetnek megfelelő feszültségek kiegyenlíthetők.

A frekvencia korrigálása

Az említett kedvezőtlen körülmények között, mikor a vivőfrekvenciák nagymértékű változásával kell számolni, a berendezést automatikus frekvenciakorrektorral kell ellátni. Ez két részből, a pilotgenerátorból és a frekvenciakorrektorból áll (6., ill. 7. ábra).

Pilotgenerátor

A pilotgenerátor két pilotfrekvenciát szolgáltat (0,3 és 3,3 kHz-et). Ezek egyikét vagy mindkettőt átvisszük a másik végállomásra a távirócsatornákkal együtt, az érdekelt postaigazgatások megegyezése szerint. A generátor ezeken kívül 3, 6 és 9,3 kHz frekvenciákat is szolgáltat, melyek ezen a végállomáson a frekvenciakorrektort működtetik.

Az összes frekvenciákat egy kristályoszillátor 6 kHz-es kimenetéből származtatjuk le, melynek

stabilitása $1,7 \cdot 10^{-5}$. Így az alapfrekvencia legnagyobb eltérése $\pm 0,1$ Hz-re adódik.

A 3 és a 0,3 kHz frekvenciákat az ábrán feltüntetett osztók állítják elő bistabil multivibrátorokkal, míg a 3,3 és a 9,3 kHz-et modulációval nyerjük, mint felső oldalfrekvenciákat. A 0,3 és a 3,3 kHz pilotfrekvenciákat keskeny sávú sávszűrők tisztítják meg a parazita frekvenciáktól, melyek a távirócsatornákat zavarhatnák.

Frekvenciakorrektor

Tegyük fel, hogy a vonalról érkező frekvenciák mind d kHz-cel térnek el a névleges értéktől a távbeszélő-vivőfrekvenciák közötti különbség miatt. Annak szimbolizálására, hogy távbeszélő-csatornáról van szó, a 7. ábrán a vett frekvenciasávot a szokásos háromszög tünteti fel, de a határok most $(0,3+d)$ és $(3,4+d)$ kHz. Az első fokozatban a frekvenciakorrektor e határokat a 9,3 kHz vivő útján $(9,6+d)$, ill. $(12,7+d)$ kHz-re teszi át.

A második fokozatban a vett pilotfrekvenciából származtatott $(9,3+d)$ kHz vivőt alkalmazzuk. Így az aluláteresztő szűrő kimenetén a helyreállított $(0,3-3,4)$ kHz frekvenciasáv jelenik meg. A szűrőt követő erősítővel a távirójel szintje beállítható.

Az említett $(9,3+d)$ kHz vivőfrekvenciát az ugyancsak d frekvenciával eltolt két vett pilotjel egyikéből állítja elő a rendszer. Az *A* és *B* egységek nyernek alkalmazást a 0,3 kHz-es sávszűrőn át, ha a vevőállomás a 0,3 kHz pilotfrekvenciát kívánja fogadni, és a *C* egységet iktatjuk az áramkörbe 3,3 kHz-es sávszűrőn át, ha a vevőállomás ezt a frekvenciát kívánja venni. A 3, 6 és 9,3 kHz frekvenciákat a vevőállomás pilotgenerátora szolgáltatja.

Távírószintek

A CCITT azzal a feltétellel engedi meg a vivőfrekvenciás távbeszélő-csatorna felhasználását 24 távirócsatorna átvitelére, ha egy távirócsatorna teljesítménye állandó vonás átvitele alatt nem haladja meg a $9 \mu\text{WO}$ értéket (azaz $9 \mu\text{W}$ -ot a távbeszélő-csatorna zérus relatív szintű pontján mérve). Ezen érték meghatározásakor a CCITT feltételezte, hogy a távirócsatornák együttesének az összes teljesítménye legfeljebb 5 mWO . Tekintetbe vették, hogy a különböző frekvenciákon egyidejűleg átvitt távirójelek feszültségamplitúdója összegeződhet, hacsak nagyon rövid ideig is. Ennélfogva ha a táviróberendezés 24 csatornát visz át, akkor egyetlen csatorna teljesítménye

$$\frac{5 \text{ mWO}}{24^2} = 9 \mu\text{WO}$$

lehet. Ha az átvitt távirócsatornák száma 12, akkor az átvitt teljesítmény

$$\frac{5 \text{ mWO}}{12^2} = 15 \mu\text{WO/távírócsatorna}$$

lehet, és így tovább.

A rendszeren átvitt csatornák száma	Egy FM távírócsatorna közepes teljesítménye					
	ajánlott			megengedett		
	μWO	NmO	dBmO	μWO	NmO	dBmO
12 vagy kevesebb	11,25	- 2,25	- 19,5	35	- 1,67	- 14,5
18	7,5	- 2,45	- 21,25	15	- 2,1	- 18,25
24	5,6	- 2,6	- 22,5	9	- 2,4	- 20,9

A CCITT azt is előírja, hogy a távírócsatornán átvitt teljesítmény semmi esetre sem lehet nagyobb, mint $35 \mu\text{WO}$, akármilyen kicsi a csatornák száma. Az ezen elv szerint tervezett rendszerben a távírócsatornákon átvitt egész teljesítmény abban a legkedvezőtlenebb esetben sem haladhatja meg az 5 mWO értéket, ha mindegyik távírócsatorna egyidejűleg vonást vinne át.

Frekvenciamodulált távírójelek átvitelekor sokkal kisebb jel/zaj viszonytal elégedhetünk meg, azaz sokkal kisebb átvitt teljesítménnyel, mint AM átvitel esetén, mivel a frekvenciamodulált jelek sokkal kevésbé érzékenyek a zajokra. Ezért a CCITT az FM távírórendszer egy távbeszélő-csatornáján átvitt közepes teljesítményt $135 \mu\text{WO}$ -ra korlátozta. Nem kell azonban számolni azzal a lehetőséggel, hogy a feszültségamplitúdók összegeződnek. Így 24 csatorna esetén az egy távírócsatornán átvitt

teljesítmény $135/24=5,6 \mu\text{WO}$ lehet (és nem $135/24^2$). Általában, ha a távírórendszer n csatornát oszt ki, mindegyik csatorna $135 \mu\text{WO}/n$ teljesítményt szállíthat. A CCITT megengedi, hogy ennél nagyobb teljesítményt vigyünk át, ha a vonal hossza ezt indokolja, de az AM távírócsatornákra megállapított határokat semmi esetre sem szabad túllépni. Az 1. táblázat feltünteti az egy FM távírócsatornán átvitt közepes teljesítmény ajánlott és megengedett értékét abszolút teljesítményszintben is, különböző csatornaszám esetén.

Ha csökkentjük a távírócsatornák számát, egy csatornára szélesebb frekvenciasáv jut, és így arányosan megnövelhető a modulációs sebesség és a frekvencialöket. Ha pl. csak 12 csatornás a rendszer, akkor egy csatornára 240 Hz sáv szélesség jut, a távírósebesség 100 B és a frekvencialöket 60 Hz lehet.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

Lengyelországban a félvezetőeszközök kutatását és fejlesztését egy új, viszonylag nagy, több kisebb (korábban önálló) egységből kialakított központ látja el. Ez egyben bázisa az aktív és passzív elektronikus alkatrészek gyártásának is. Mintegy három évvel ezelőtt ismerték fel az alkatrészgyártás fontosságát és kiemelten kezelendő szerepét. Ennek megfelelően az új fejlesztő központ, a modern technológiák és konstrukciók kidolgozása mellett, azok kísérleti gyártásának felügyeletével is foglalkozik, különös tekintettel az alkatrész programban előírt feladatokra.

A kísérleti gyártás kiterjed az újabb mikroelektronikai áramkörök, vékony és vastag réteg hibrid áramkörök előállítására, valamint a monolitikus kerámia kondenzátorok, szintetikus anyagú tekercselt kondenzátorok iránt megnyilvánuló, egyelőre hazai igények kielégítésére.

Megvásárolták az Izostat licencet, s ennek felhasználásával további hazai fejlesztési munkát végezve került sor az üzembiztos kontaktlemek gyártásának beindítására. Az eddigi gyártási tapasztalatok alapján még ebben az évben többféle, új típusú kontaktlem gyártását indítják meg.

A fejlesztő központ ma már arra is vállalkozik, hogy a különböző hazai igényeknek megfelelően, a megadott paraméterek szerinti mikroelektronikai áramköröket előállítsa. (KGM—MTTI információ.)

*

A közelgő olimpiai játékokat csaknem egymilliárd néző láthatja a modern híradástechnika teljesítményeként az Intelsat műbolygórendszer felhasználásával. Raistingban befejezés előtt áll a rendszer adóantennájának szerelése. Ez egy $28,5 \text{ m}$ átmérőjű acélkonstrukció, melyet vezérlő automatája 1 ívperc pontossággal tud célratartani. Egyszerre 12 f.v. adás lehetséges, melyekhez 45 különféle nyelven lehet a hangprogramot adni. Az egész óriási közvetítő rendszert úgy konstruálták meg, hogy az olimpiai játékok után különösebb nehézség nélkül legyen a nemzetközi hírközlési hálózatba beilleszthető. (NTZ 1972, 3.) Ref.: dr. S. J.

(Folytatás a 301. oldalon)

Digitális jelátvitel crossbar távbeszélő központban

ETO 621.395.344.6:621.395.38:681.327.8

A századunk második felében lejátszódó technikai forradalom előfeltétele a távközlő világhálózat. Ebben a hálózatban az átviteli rendszerek zöme frekvenciaosztásos, a kapcsolóközpontok szinte kizárólag térosztásos elven működnek. A kapcsolók kereszt-pontjai kapcsolás esetén az analóg jelek mindkét irányú átvitelét lehetővé teszik, s ezt jelenleg lényegében csak fémes kontaktussal lehet kielégítő módon megoldani. Ezzel magyarázható, hogy a tiszta elektronikus távbeszélő-központok nem tudtak elterjedni.

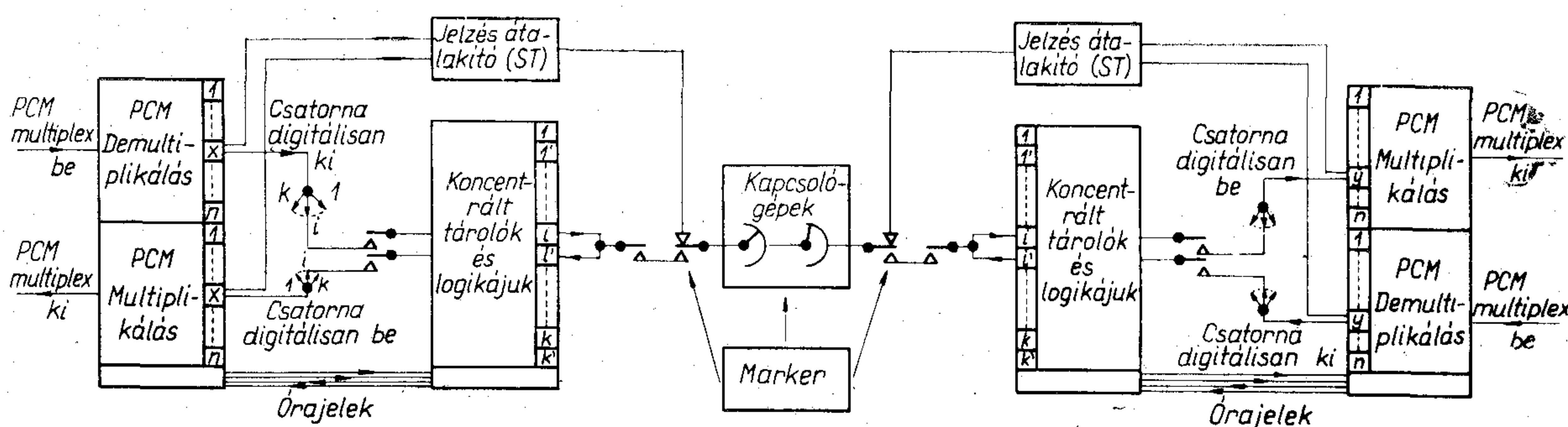
A multiplex átviteli rendszerek között a frekvenciaosztásos átvitel mellett egyre nagyobb szerephez jut az időosztásos digitális átviteli mód, az impulzus-kódmoduláció, a PCM. Térhódítása elsősorban a kis távolságú városi és körzethálózatokban a kis csatornaszámú (24—32) rendszerek, valamint az igen nagy távolságú, nagyobb csatornaszámú (pl. műholdas) rendszerek körében kezdődött meg.

A digitális átvivőrendszerek alapvető jellemzője, hogy zajtűrésük lényegesen nagyobb. Ez az oka annak, hogy a zaj- és torzítási követelmények alapján a félvezető kapcsolóelemek alkalmasak kvantált be-

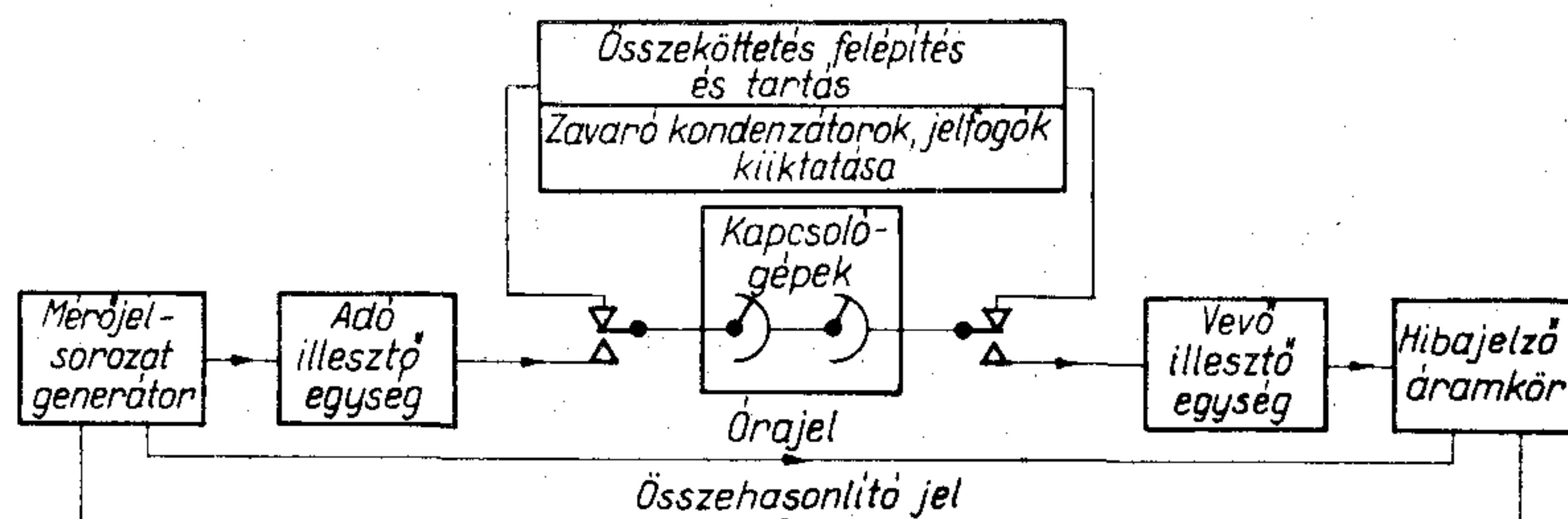
szédnek vagy más digitális információ kapcsolására, de nem alkalmasak analóg jelek kapcsolására.

A jövő távközlő hálózata a tiszta digitális hálózat, amelyben az átviteli berendezés és a kapcsolóközpont áramkörtechnikai és rendszertechnikai felépítésében egységes lesz. Ámbár a legderűlátóbb jóslatok is csak a század utolsó évtizedére várják a tiszta digitális integrált hálózat megvalósulását, de az alapok lerakása, valamint az átmeneti megoldások kidolgozása napjaink feladata. E munka során figyelembe kell vennünk, hogy a professzionális híradástechnikai berendezések amortizációs ideje legalább 15 év. A gyakorlatban azonban a berendezések átlagosan 25—30 évig üzemelnek. Számolnunk kell tehát egyrészt azzal, hogy a ma üzembe kerülő berendezések (mint pl. a crossbar központok) még legalább 20 évig fognak üzemelni, másrészt, hogy a távközlőhálózat éppen tökeigényessége miatt nem váltható fel egyik napról a másikra új hálózattal, hanem biztosítani kell az analóg és digitális rendszerek együttműködését.

Az egyszerű megoldás minden analóg rendszer—di-



a) PCM tranzitálás folyamata az x-ből az y-ik csatornába



b) PCM tranzitálás leutánczása hibaarány méréshez egyetlen összeköttetésen

1. ábra. PCM tranzitálás és szimulálása

gitális rendszer átmenetnél a jel átalakítása a megfelelő módra. Így azonban a torzítások növekednek, elvész a PCM rendszer sok előnye.

Egy korábbi tanulmányban [1] megvizsgáltuk annak elvi lehetőségét, hogy PCM jelek térosztásos kapcsolóközponton történő tranzitját hogyan lehetne megoldani analóg jelre történő konverzió nélkül. A gyakorlati megoldáshoz szükséges megvizsgálnunk digitális jelek átvitelének lehetőségét kapcsolóközponton keresztül.

A mérés kiindulási feltételei

A fenti okok miatt vizsgáltuk meg a crossbar kapcsológépek alkalmasságát impulzus-kódmodulált jelek kapcsolására. Ha a 30/32 csatornás primer multiplex PCM berendezéseket tekintjük szabványosnak, akkor a vonali jel maximális információsebessége 2,048 Mbit/s. A térosztásos kapcsolómező egy átviteli útján az átviteli lehetőséget csak egy csatornára számára kell biztosítani, amelynek információátviteli sebessége 64 kbit/s. Ütközőtároló közbeiktatásával megvalósítható, hogy a 2 Mbit/s nagyságrendű sebességgel beolvasott egy csatornamintát képviselő kódszó bitjeit sorosan csak egy csatorna-sebességnek megfelelő 64 kbit/s sebességgel olvassuk ki a kapcsolópont felé, amely a jelzés információ alapján (az ST jelzéstranzlátor és vezérlőáramkör segítségével) a csatorna digitális jelét a kapcsológép megfelelő kimenetére juttatja (1. ábra). Tranzitálásnál azonban nem szükséges az átviteli sebességet 64 kbit/s-ra csökkenteni. A bemenőoldali ütközőtárolóból az információt n 64 kbit/s sebességgel olvashatjuk ki, vihetjük át a kapcsolómezőre, s írhatjuk be a kimenőoldali ütközőtárolóba, amelyből a kiolvasás és a besorolás a kimeneti PCM nyálábba már PCM vonali sebességgel történhet. Az 1. ábrán bemutatott módon, digitális formában akkor érdemes a jelet kapcsolni, ha átmenő (tranzit) hívásról van szó. Az ábrán feltüntetett rendszertervből következik, hogy a tárolók miatt a kapcsolópontokon 100% kitöltési tényezőjű (NRZ) unipoláris impulzusokat legcélszerűbb átvinni. Méréssorozatunk céljából azt tűztük ki, hogy ehhez a rendszertervhez hasonló körülmények között tanulmányozzuk a crossbar kapcsolópontok impulzusátviteli tulajdonságait, figyelembe véve, hogy az általunk impulzusátvitelre alkalmazott kapcsológép más keresztpontjai egyidejűleg hangfrekvenciás jel átvitelére szolgálhatnak. Vizsgálataink során az impulzusátvitelre használt átviteli út se kondenzátort, se jelfogótekercset nem tartalmazott, míg az analóg átviteli csatornák felépítése a szokásos volt.

A méréshez felhasznált műszerek

A mérés elvégzéséhez egy adatátviteli mérőgenerátort terveztünk és készítettünk. A műszer univerzálisan felhasználható 5 Mbit/s jelsebességig. A mérőgenerátor által előállított jelsorozatok megfelelnek a CCITT V 52 ajánlásának. Előállítható vele 511 bit hosszúságú álvéletlen sorozat, tetszőleges 8 bites sorozat, továbbá állandó 1 vagy 0.

A mérőgenerátor két részből, egy adórészből és egy vevőrészből áll. Mindkettő tartalmaz egy-egy álvéletlen generátort. Az adó szolgáltatja a mérőjeleket. A vevőoldali álvéletlen generátor automatikusan szinkronizálódik a vett jelhez, s a vett jelsorozat és az újra előállított vevőoldali jelsorozat összehasonlítása alapján nyerjük a hibajeletet. Ily módon egyrészt tetszőleges késleltetésű hálózatokon lehet a mérést elvégezni, másrészt nincs szükség az adóoldali jelsorozatnak zajtól védett vezetéken a vevőoldalra juttatására. A vett jel és a vevőoldalon előállított álvéletlen sorozat összehasonlításának eredményeképpen három kimeneten kaphatunk jeleket. Bithibát jelez a műszer, ha a vett jel és a vevőoldalon előállított sorozat egyes bitjei eltérnek egymástól. Blokkhibát jelez a műszer, ha az 511 bites álvéletlen sorozatban legalább egy hiba történt. Szinkronhibát akkor jelez, ha a vett jel és a vevőoldali generátor nincs egymással szinkronban. Szinkronhiba esetén sem blokkhiba, sem bithiba jelzése nem történik. A bithibaarány és a blokkhibaarány összehasonlítása lehetőséget nyújt arra, hogy a hibák eloszlásáról némi tájékoztató információt nyerhessünk. A szinkronhiba az átvitel katasztrofális meghibásodásának valószínűségére jellemző.

A mérés célja TTL jelek átviteli lehetőségeinek vizsgálata a telefonközponton keresztül, ezért az adógenerátor kimeneti, ill. a vevő bemeneti áramkörei ennek megfelelően készültek. A mérést mind szimmetrikus, mind aszimmetrikus TTL jelekkel el lehet végezni. A szimmetrikus adó és vevő lényegében a szokásos integrált áramkörös kimeneti áramkört, ill. vonalvevőt utánozza.

Az adónak két kimenete van, amelyeknek jelsorozata között 1,5 bitidő a késleltetés a digitális jelek kölcsönös zavaró hatásának vizsgálatához.

Az adó- és vevőoldali álvéletlen generátorok vezérléséhez a jelet külső óragenerátor szolgáltatja. Az órajel egyik éle az adó-, másik éle a vevőoldali generátor léptetését végzi. Így az órajel szélességének változtatásával a késleltetés egy biten belül tetszőlegesen beállítható.

A központ karbantartásához használt Ericsson hívómű lehetővé tette szomszédos átviteli utak kiépítését, ami a szomszédos csatornák terhelésének a hibaarányra gyakorolt hatását is megfigyelhetővé tette.

A méréshez ezenkívül számlálót, oszcilloszkópot és pszofométert használtunk fel.

Mérések

Célkitűzéseinknek megfelelően az alábbi típusú méréseket végeztük el:

I. Jelátlapolódás vizsgálata a hibamentes detektálhatóság kritériuma alapján

- a) szemábra segítségével,
- b) hibaarány mérésével kisforgalmú időszakban, különböző bitsebességek esetén.

Cél: A jelátlapolás szempontjából megengedhető sebesség behatárolása.

II. Hibaarány mérése a legkedvezőtlenebb feltételek esetén.

- Kisforgalmú időszakban**, a vizsgált csatornán kívül más digitális csatornát nem szimulálva.
Cél: A jelátlapolódás hibaarányra gyakorolt befolyásának vizsgálata különböző bitsebességek esetén (a mérés azonos az Ib pontban leírttal).
- Nagyforgalmú időszakban**, sok beszédfrekvenciás összeköttetéssel terhelt központban, az előző pontban kis hibaarányt eredményezett bitsebességekkel.
Cél: Összefüggést találni a hibaarány és a bitsebesség között, a megengedhető bitsebességre gyakorlati tapasztalatot szerezni.
- Kisforgalmú időszakban** lehetőleg analóg csatornával nem terhelt kapcsológépeken, a *szomszédos átviteli úton is (1,5 bittel eltolt) PCM* jelsorozattal terhelt PCM csatornában, különböző bitsebességekkel megismételve a mérést.
Cél: Tájékoztatót kapni a PCM csatornák közötti, központokon belüli áthallásról.
- Forgalmas időszakban** az analóg beszédcsatorna mellett, a *szomszédos átviteli úton PCM* csatornával is terhelt kapcsológépek esetén, különböző bitsebességgel.
Cél: Tájékozódni a PCM és analóg csatornák hatásáról a hibaarányra. A kisszámú (két) PCM csatorna miatt csak tájékoztató jellegű következtetéseket tudunk levonni.

III. Pszofometrikus zajmérés a PCM csatornával maximálisan szomszédosan futó felépített, de csendes csatornában a PCM jel kikapcsolása és átvitele esetén.

Cél: A PCM csatornáknak az analóg csatornákra gyakorolt hatásának vizsgálata.

Az itt felsorolt méréseket általában nagyforgalmú gépeken, a méréseket különböző átviteli úton felépített összeköttetésekre megismételve végeztük.

Általános mérési körülmények

A mérési körülményeket részben a korábban leírt elméleti megfontolások, részben az előkísérletek tapasztalatai alapján alakítottuk ki.

A méréseket a Lágymányosi Távbeszélő-központban a méréseinkkel egyidejűleg végzett forgalmi mé-

rések szerint az átlagosnál forgalmasabb összekötő-áramkörökön keresztül felépített összeköttetéseken végeztük.

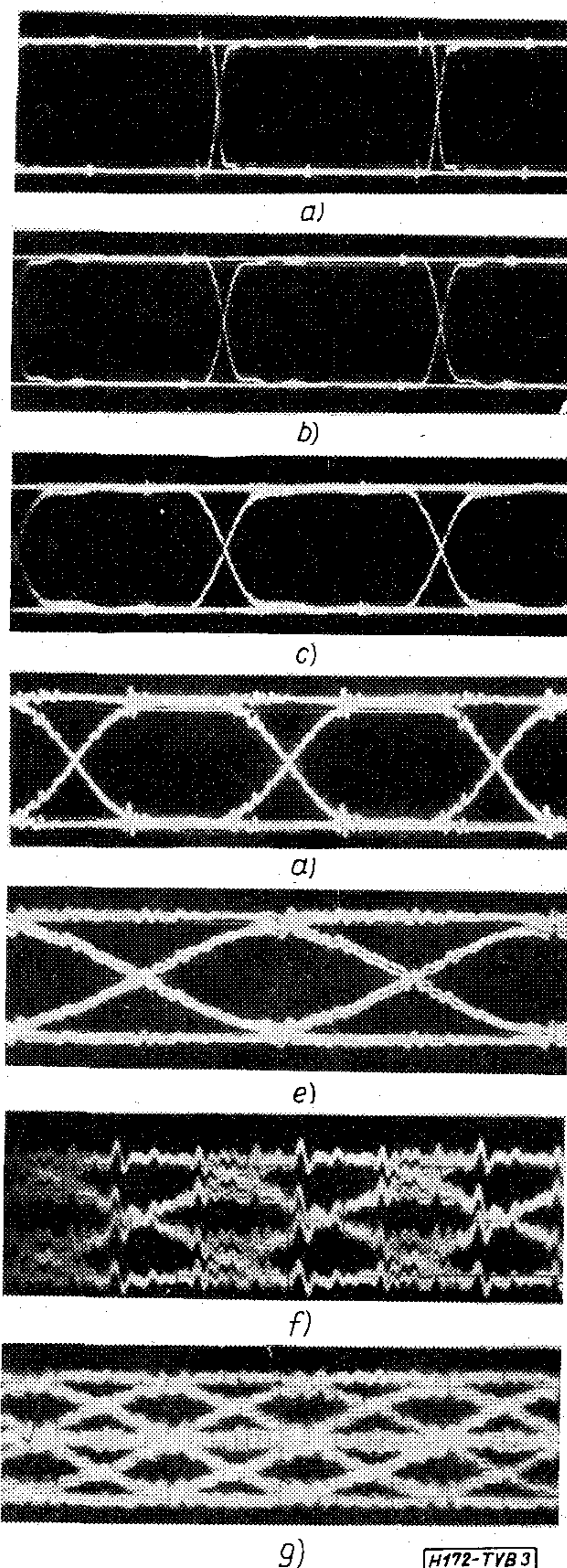
A generátor mérőjelével az I. GV (csoportválasztó) első gépének bemenetéhez tartozó JK vizsgáló kapcsára csatlakoztunk. A II. GV második kapcsológépének kimenetéhez tartozó JK vizsgálókapcsáról a 150 ohmos ellenállással lezárt vevődetektor szimmetrikus bemenetére csatlakoztunk.

A legáltalánosabb mérési összeállítás a 2. ábrán látható. A vevődetektor mintavételi idejének optimális beállítását, valamint a regenerált jelek ellenőrzését oszcilloszkóppal végeztük.

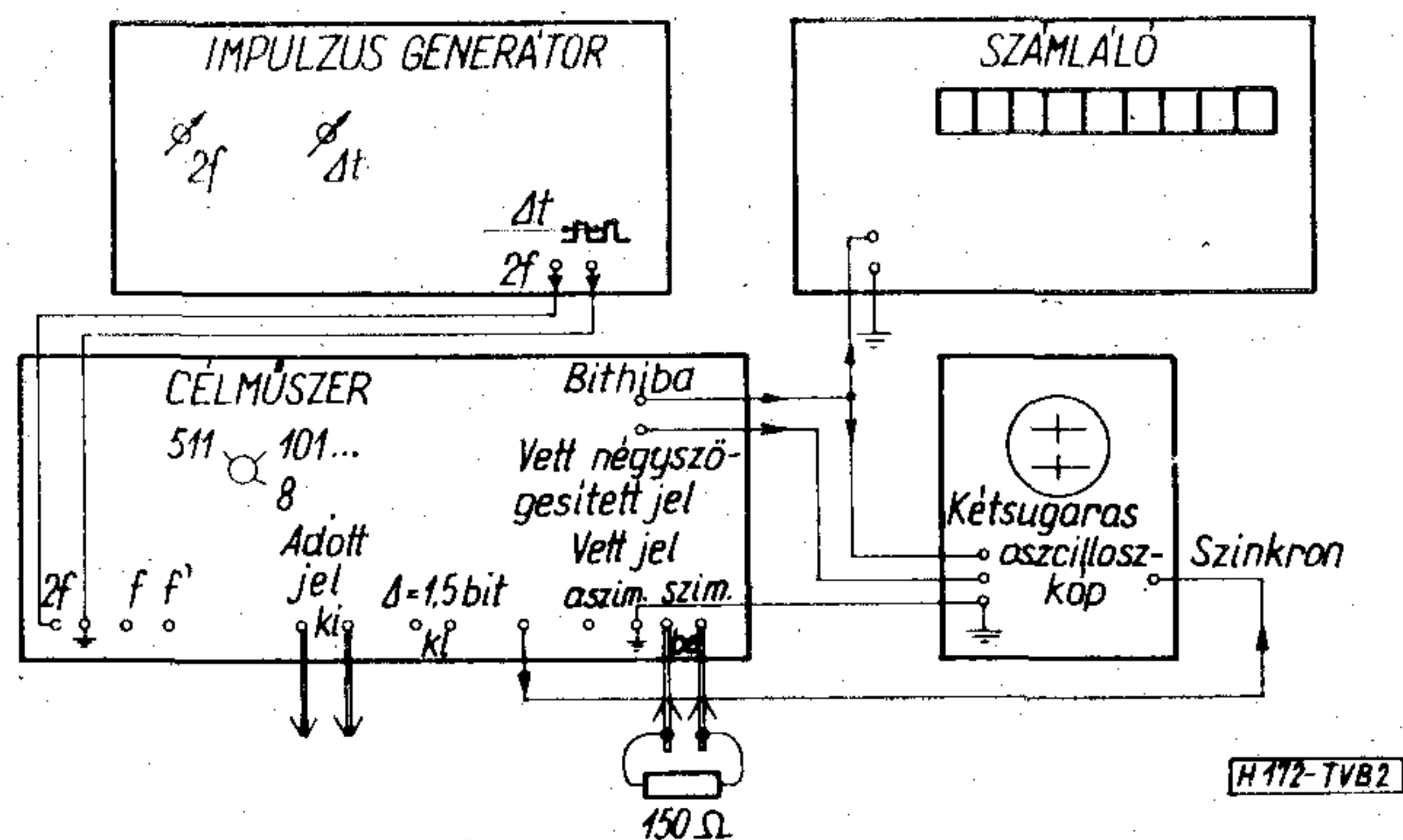
A jelátlapolódás vizsgálata

A vizsgálati sebesség (a korábbi megfontolások szerint): 64 kbit/s, 128 kbit/s, 256 kbit/s, 512 kbit/s, 1024 kbit/s, 1500 kbit/s és 2048 kbit/s.

A vizsgálathoz felépítettünk egy központban ma-

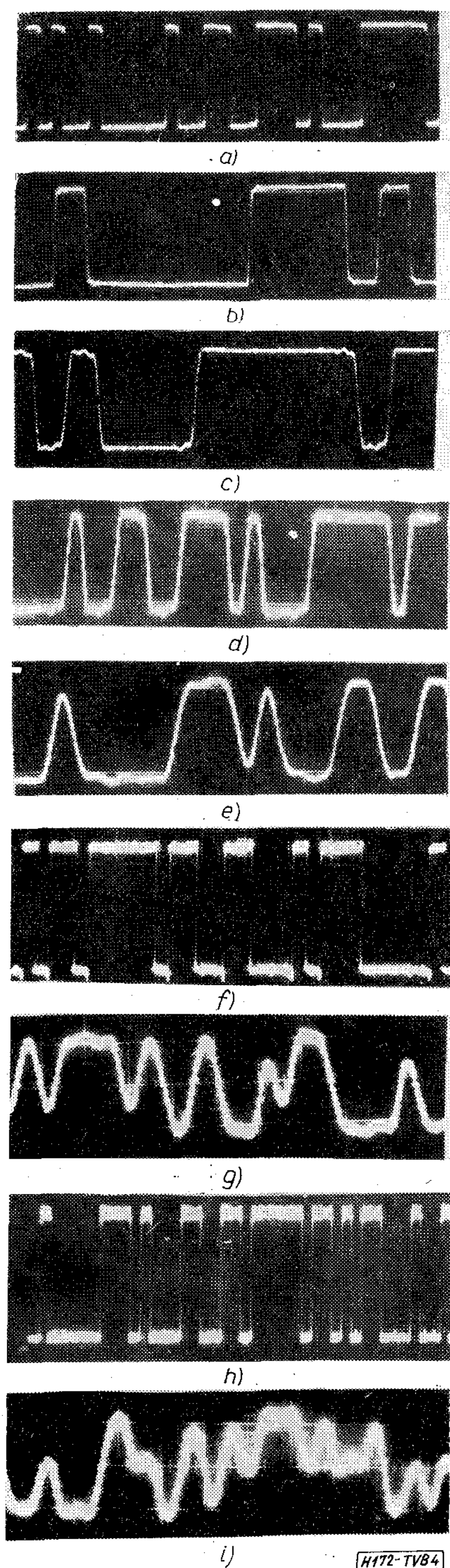


3. ábra. Különböző sebességű átvitelek szemábrái: a) 64 kbit/s, b) 128 kbit/s, c) 256 kbit/s, d) 512 kbit/s, e) 1,024 Mbit/s, f) 1,5 Mbit/s, g) 2 Mbit/s



2. ábra. Általános mérési összeállítás

radó hívást, amelynek az I. CSV és a II. CSV kimenete közti — a tranzit központot leutázó — szakaszát felépítve tartottuk. Ebben a szakaszban vizsgáltuk

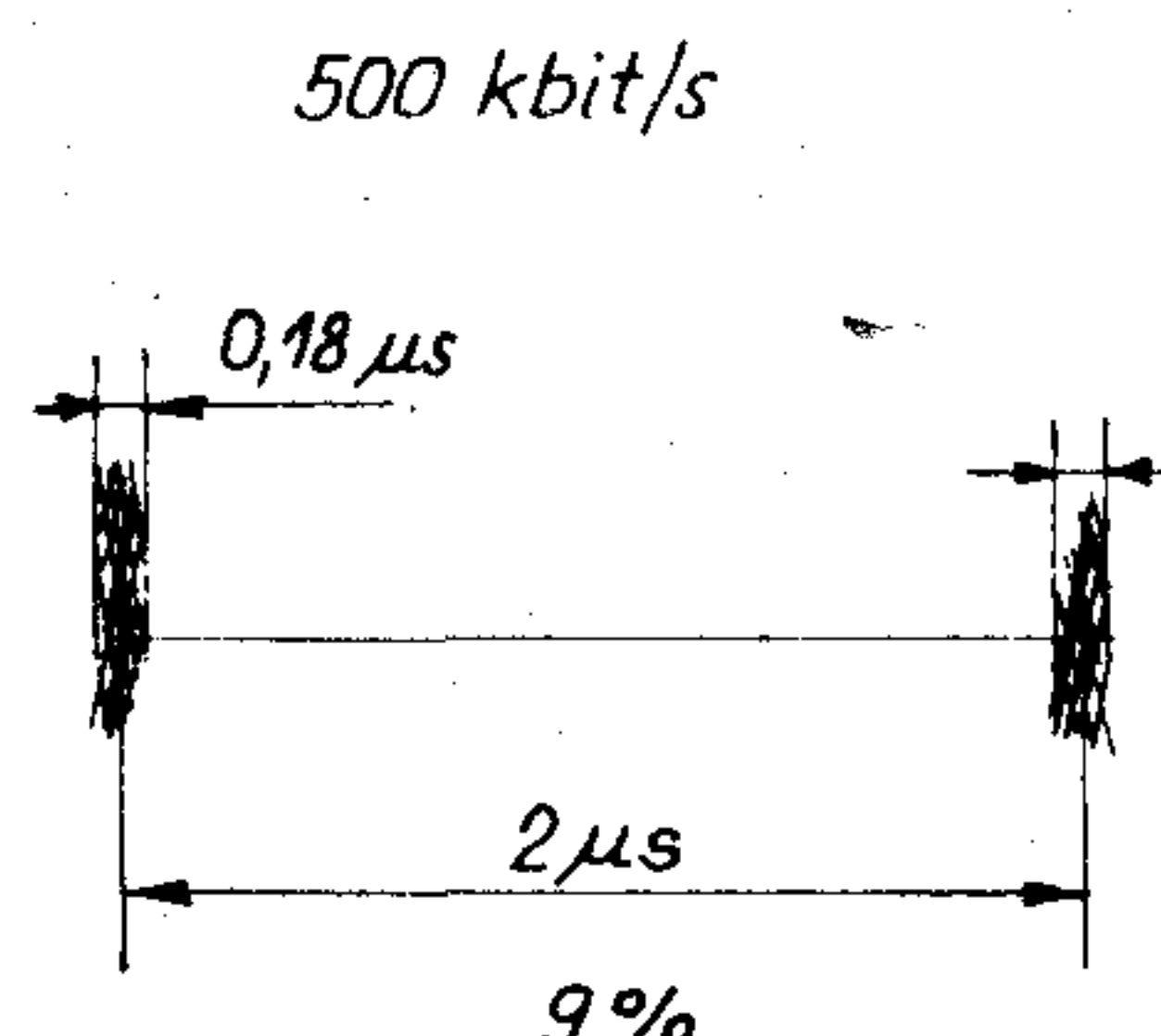
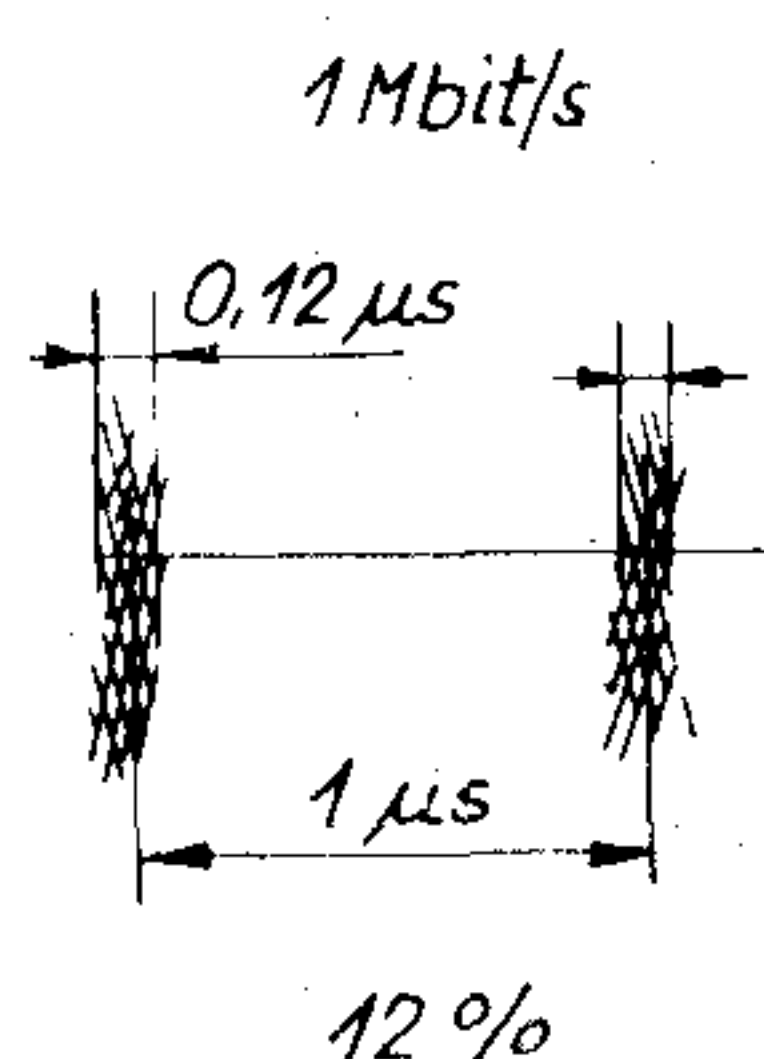
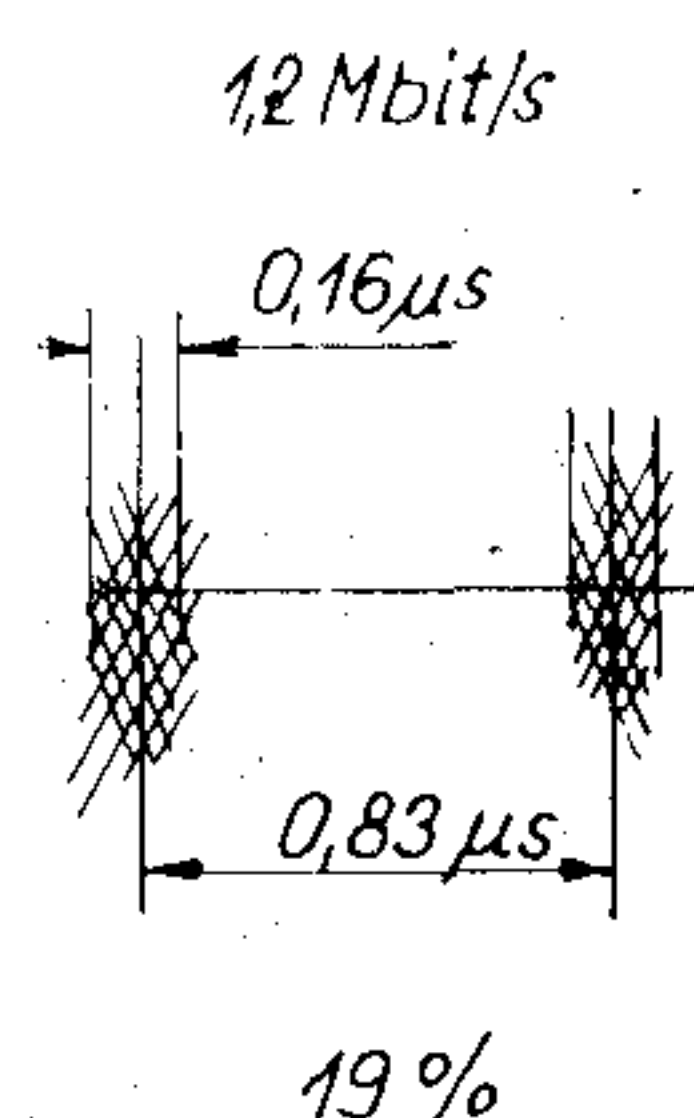
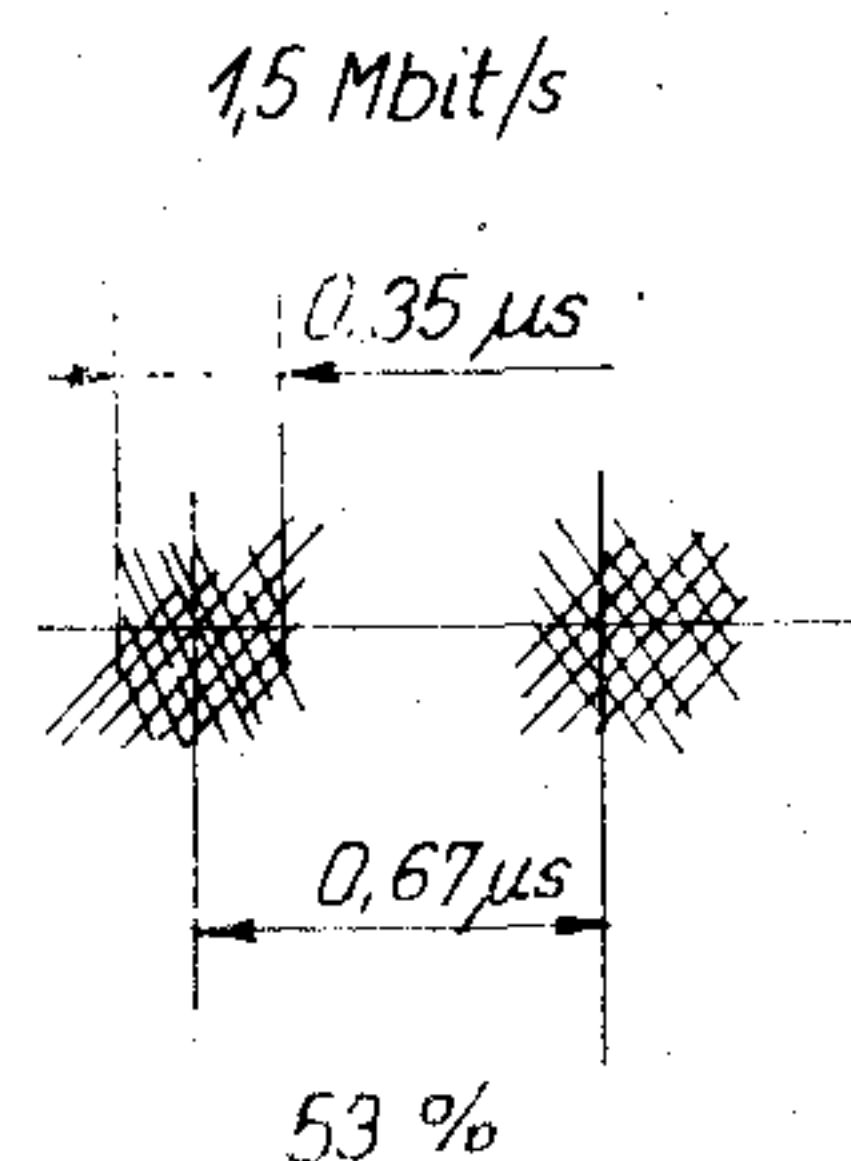


4. ábra. Jelátvitel különböző sebességeken: a) 64 kbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, b) 128 kbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, c) 256 kbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, d) 512 kbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, e) 1,024 Mbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, f) 1,5 Mbit/s, beadott álvéletlen jelsorozat, g) 1,5 Mbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat, h) 2 Mbit/s, beadott álvéletlen jelsorozat, i) 2 Mbit/s, I. és II. GV-n átvitt jelsorozat

a beadott álvéletlen jelsorozat hatására a 150 ohm lezárású kimeneten megjelenő jelsorozatot.

A megadott sebességeken a vett jel időbeli lefolyását fényképeken rögzítettük. Ezeket a képeket mutatja a 3. ábra, ahol a vízszintes tengely időléptékét természetesen sebességeként más-más értékre kellett beállítani. Azokon a sebességeken, amelyeken a rendszeren való áthaladás jelentős jelalaktorzulást, ill. átlapolódást eredményezett, a vett jelen kívül az adott jelet is feltüntettük. Látható, hogy a képen minden esetben olyan mintát fényképeztünk, amelyben logikai 0-k közé iktatott egyetlen logikai 1, valamint logikai 1-ek közé iktatott egyetlen logikai 0 is szerepel. Ezek az átmenetek a legkritikusabbak a detektálás szempontjából.

Az átlapolódás vizsgálatára minden egyes sebességen felvettük a szemábrát is (4. ábra). A szemábrá-



5. ábra. Izokron torzítás különböző sebességeken

ból kiolvasható a jelátlapolódásra és jitterre jellemző *izokron torzítás*. Az izokron torzításokra az 5. ábrán feltüntetett értékeket olvastuk le, 500 kbit/s sebesség alatt az izokron torzítás elhanyagolható volt.

A jelalakvizsgálat és az ezt reprezentáló ábrák alapján megállapítható, hogy 1 Mbit/s-ig a zajmentes átvitel esetén fellépő jelátlapolódás elhanyagolható, döntési hibára nem vezet, az átvitel jó minőségű.

1,5 Mbit/s esetén a jelátlapolódás elvileg nem okoz döntési hibát, viszont a helyes döntés szempontjából megengedhető zajt rendkívül kis értékre szorítja le.

2 Mbit/s sebesség esetén olyan nagy a jelátlapolódás, hogy a szemábra nyílása megszűnik, s így zajmentes állapotban sem végezhető ilyen módon jelátvitel.

A fenti megállapítások alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy 1,5 Mbit/s vagy annál nagyobb sebességű NRZ jel nem vihető át a központon elfogadható hibaarányal. Ezt igazolják a kis forgalmú időszakban végzett hibaméréseink is. 2 Mbit/s sebességen a hibaszámláló szinte állandóan futott, míg 1,5 Mbit/s-nál 10^{-6} nagyságrendű volt a hibaarány. Kb. 1,2 Mbit/s sebességen kis forgalmú időszakban 10^{-9} -nél kisebbre csökkent a hibaarány.

Hibamérés forgalmas időszakban

A jelátlapolódás-vizsgálat alapján megállapítható, hogy a hibamérést csak 1,2 Mbit/s-nál kisebb sebességekre érdemes elvégezni. A korábban megindokolt frekvenciákon először tájékozódó jellegű méréseket végeztünk. Ennek alapján megállapítottuk, hogy a hibaarány 10^{-7} – 10^{-8} nagyságrendben mozog.

A függelékben közölt konfidenciaszámítás alapján döntöttük el, hogy különböző hibaarányok esetén milyen hosszú ideig kell a mérést végezni ahhoz, hogy a kapott hibaarány adott pontossággal, megadott biztonsággal hitelesnek legyen tekinthető.

A mérésorozatban alkalmazott bitfrekvenciákat és hibaarányokat figyelembe véve, a szükséges mérési időtartam órában az 1. táblázatból állapítható meg. Ebből a táblázatból kitűnik, hogy kisebb sebességű átvitel esetén több száz forgalmas óra mérési idő szükséges.

A táblázat eredményei alapján inkább kevesebb frekvencián igyekeztünk megfelelő hosszú ideig mérni. A hibamérésre kiválasztott jelsebességek a következők voltak: 64, 200, 500 kbit/s és 1 Mbit/s.

1. táblázat

5%-os pontossághoz szükséges mérési idő órában

átviteli sebesség \ hibaarány	95% biztonsággal		90% biztonsággal	
	10^{-8}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-7}
64 kbit/s	700	70	430	43
200 kbit/s	220	22	140	14
500 kbit/s	90	9	56	5,6
1 Mbit/s	45	4,5	28	2,8

A hibamérést a 2. ábrának megfelelő mérési elrendezés szerint végeztük. A mérés megkezdése előtt igen gondosan beállítottuk az adó és vevő közötti késleltetést. A késleltetési időre a felépített összeköttetéstől függően 1,5–2 μ s közötti értékek adódtak. A késleltetés tehát a frekvencia, ill. sebesség növekedésével 0 bittől 3 bitig nőtt. A finom beállítás, amely az órajelgenerátor impulzusainak szélességével és a célműszeren kapcsolóval beiktatható 1/2 bit eltolással történt, különösen azokon a frekvenciákon volt igen lényeges, ahol már jelentős távirótorzítás is volt. Az adott jel és a vett jel közötti összehasonlítást az optimális döntési időpontba való beállítás után végeztük.

A hibamérés eredményeinek feldolgozása szempontjából kedvezőbb, ha a számlálón jelzett hibákat beütésenként, a beütési idővel együtt regisztráljuk. Így a hibaeloszlásra, esetleges csomósodásra vagy mérési hibára is következtetni lehetett, valamint a forgalmas és a kis forgalmú időszakokra adódó hibaarányt szét lehetett választani.

A hibamérési eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgálati időnek 0,01%-nál kisebb részében, átlagban napi egy alkalommal vagy annál ritkábban egyszerre 10^3 nagyságrendű hiba ugrott be. A leírt hiba olyan jellegűnek tűnt, mintha vagy az összeköttetésben, vagy berendezéseink táplálásában kimaradás vagy bizonytalanság lépett volna fel. Az idő rövidsége miatt, valamint azért, mert ilyen jellegű hiba igen ritkán és az emberi észlelés számára rövid ideig fordult elő, ennek okát behatárolni nem tudtuk. A mérések kiértékelésekor ezt a mérési hibának tekintett, a hibaeloszlásból teljesen kiugró értéket töröltük. Az ily módon kapott mérési eredményekre jellemző, hogy a hibaeloszlás görbéje az 1 és 2 bit hiba felé tolódik. A hibagyakoriság egyértelműen forgalomfüggő. A forgalomszegény időpontokban óránként legfeljebb 1 hiba fordult elő. Ezért méréseink során a forgalmas órákban kapott hibaarányokat külön értékeljük.

A mérési eredmények alapján a forgalmas órai hibaarányra kapott értékeket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Átviteli sebesség	Forgalmas órai hibaarány
1,2 Mbit/s	$0,43 \cdot 10^{-6}$
1 Mbit/s	$0,45 \cdot 10^{-8}$
500 kbit/s	$0,9 \cdot 10^{-8}$
200 kbit/s	$2,3 \cdot 10^{-8}$
64 kbit/s	$1,65 \cdot 10^{-8}$

PCM csatorna áthallása PCM csatornába

A hibaaránymérést úgy is megismételtük, hogy a szomszédos csatornák (I. CSV-ban) egyikét PCM átvitelre kialakítottuk (az egyenfeszültségeket lebontottuk, a tekercset és kondenzátort tartalmazó részeket leválasztottuk). Az így kialakított csator-

nába a mérőgenerátor 1,5 bit késleltetésű kimene-
téről PCM jelet adtunk, miközben az addig üzemel-
tetett PCM csatornát vizsgáltuk. A mérést kis for-
galmú időszakban végeztük. A PCM csatornával za-
vart PCM csatornában a hibák száma nem nőtt.

Ebből a mérésből természetesen csak azt a követ-
keztetést szabad levonni, hogy egyetlen PCM csa-
torna a szomszédos PCM csatornában számottevő
áthallást nem okoz.

A PCM csatornával szomszédos csatorna hiba-
arányát forgalmas órában is mértük. Hibaarány-
romlás nem volt észlelhető.

A PCM csatorna hatása beszédesatornára

Hibrid rendszerben, amelyben hangfrekvenciás és
PCM átvitel is van, meg kell vizsgálni nemcsak
a beszédesatornáknak a PCM csatornára, hanem
a PCM-nek a beszédesatornára gyakorolt hatását is.

A rendelkezésre álló célműszer segítségével csak
két zavaró PCM csatornát tudtunk szimulálni.
Annak érdekében, hogy zavarás szempontjából a leg-
rosszabb körülményeket valósítsuk meg, az Ericson
hívómű segítségével a felépített beszédesatornával
legalább az első csoportválasztó gépeken együtt futó
két PCM csatornát építettünk fel. Az így felépített
két csatornát

- a) üresen hagyva,
- b) az egyiket PCM jellel, a másikat üresen hagyva,
- c) mindkettőt PCM jellel

terhelve megmértük az üres hangfrekvenciás csa-
tornában a zajfeszültség objektív és pszofometrikus
értékét is. A csatorna saját zaját úgy igyekeztünk
csökkenteni, hogy a teremzajt felvevő mikrofont
kisöntöltük. (Meg kell jegyezni, hogy az 511-bites
álvéletlen sorozat ismétlődési frekvenciája 200 kbit/s
és 1 Mbit/s közötti sebességen a hangfrekvenciás csa-
torna sávjába esik.) Ennek ellenére sem az objektív,
sem a pszofometrikus zaj értéke nem változott
a PCM csatornák bekapcsolásának hatására. Ebből
azt a következtetést tudtuk levonni, hogy két
PCM csatorna zavaró hatása a szomszédos beszé-
desatornákra elhanyagolható. Valószínűleg néhány
PCM csatorna sem okoz észlelhető zajt. Annak meg-
állapítása, hogy igen sok PCM csatorna között át-
vitt egy-egy beszédesatorna nem szenved-e minő-
ségi változást, további vizsgálatot igényel.

A mérések értékelése

A konfidenciaszámításnak megfelelő ideig vég-
zett mérések alapján megállapítható, hogy a crossbar
kapcsológép a megadott rendszertervnek megfelelő
felépítésben PCM tranzitálásra alkalmas lehet. Az
is megállapítható volt, hogy a crossbar tranzitköz-
pont megfelelő adó- és vevőáramkörök segítségével
max. 1 Mbit/s sebességig jó minőségű átvitelt biz-
tosít. A 64 kbit/s és 1 Mbit/s közötti tartomány-
ban a hibaarány közel azonos nagyságrendben moz-
gott. 1 Mbit/s és 200 kbit/s között az óránkénti

hibák száma közel azonos volt, amiből következik,
hogy a bitsebesség csökkenésével a hibaarány nő
(5-ször lassúbb átvitelhez 5-ször akkora a hiba-
arány). Feltevésünk az, hogy a PCM-et zavaró át-
hallott impulzusok szélessége μs nagyságrendbe esik.
Ezek az impulzusok elég ritkán lépnek fel ahhoz,
hogy közel azonos számú bitre fejtsenek ki zavaró
hatást mindaddig, míg szélességük alapján elég nagy
valószínűséggel a mintavételi időpontra hatnak. Ez
kb. az 1 Mbit/s és 200 kbit/s sebességtartomány-
ban áll fenn. 64 kbit/s sebességű impulzusfolyam
esetén már újra csökken a hibavalószínűség. Így
ennél a sebességnél a hibaarány már nem romlik,
hanem javul, de nem számottevően.

A hibaarány tehát nem indokolná a kisebb sebes-
ségű átvitelt, ezt esetleg csak a szükséges tároló-
kapacitás csökkentése indokolja. 1 Mbit/s sebességnél
a szükséges késleltetés méréseinkben majdnem 3 bi-
tet is elért, míg 64 kbit/s sebességen ugyanazon az
összeköttetésen még 1 bit sem volt. Az áramkörök
közötti szórás figyelembevételére legalább ilyen
tárolóméret-rugalmasság látszik célszerűnek.

Köszönetnyilvánítás

Dr. Kozma László egyetemi tanárnak a munka
alap gondolatáért és a közben kapott hasznos ta-
nácsokért, a Takács Kálmán okl. villamosmérnök
vezette crossbar csoportnak pedig a mérés során
nyújtott segítségért szeretnénk hálás köszönetet
mondani.

Függelék (konfidenciaszámítás)

A konfidenciaszámítást a hibák binomiális elosz-
lását feltételezve végeztük el. Hibacsomósodás ese-
tén (amikor egy hiba létrejötté után néhány bitnyi
ideig a hibavalószínűség aktuálisan megnő) a való-
ságosnál nagyobb megbízhatóságot (kisebb konfiden-
ciaintervallumot) kapunk.

A binomiális eloszlás konfidenciahatárait elég
nagy n kísérletszám (itt a mért elemi jelek száma)
és elég kis P_m relatív gyakoriság (itt a mért hiba-
arány) esetén a következő közelítés adódik:

$$P_{1,2} \approx P_m \pm \lambda \sqrt{\frac{P_m}{n}}, \quad (1)$$

ahol λ az $(1 - \varepsilon)$ megbízhatósági szinttel a következő
összefüggésben van:

$$1 - \varepsilon = 2\Phi(\lambda) - 1,$$

azaz

$$\lambda = \Phi^{-1} \left(1 - \frac{\varepsilon}{2} \right),$$

ahol

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp \left(-\frac{u^2}{2} \right) du$$

a normális eloszlásfüggvény. 99%-os, 95%-os és
90%-os megbízhatósági szint esetében ε értéke rendre

0,01, 0,05 és 0,1, tehát $\left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right) = 0,995, 0,975$ és 0,95.

Ezekhez az értékekhez a következő Φ^{-1} függvény-értékek tartoznak:

$$\Phi^{-1}(0,995) = 2,58$$

$$\Phi^{-1}(0,975) = 1,96$$

$$\Phi^{-1}(0,95) = 1,65.$$

Az (1) képletet érdemes átalakítani. Ha figyelembe vesszük, hogy $P_m = \frac{h}{n}$, ahol h a mért hibás bitek száma, akkor

$$P_{1,2} \approx P_m \pm P_m \frac{\lambda}{\sqrt{h}}, \quad (2)$$

s így $\frac{\lambda}{\sqrt{h}} \cdot 100$ a λ -hoz tartozó megbízhatósággal megadja a valódi értéknek a mérés eredményeitől való %-os eltérését.

A (2) képlet alkalmas a mérés tervezésére is. Ha pl. 95%-os biztonsággal szeretnénk $\pm 5\%$ -on belül ismerni a valódi értéket, akkor

$$\frac{100 \cdot 1,96}{\sqrt{h}} = 5,$$

amiből

$$h = (20 \cdot 1,96)^2 \approx 1600,$$

azaz annyi ideig kell mérni, amíg legalább 1600 hiba nem jön létre.

IRODALOM

- [1] PCM tranzitálás. BME Vezetékes Híradástechnika Tanszék tanulmánya, 1969.
- [2] PCM tranzitálás — Impulzusátvitel vizsgálata távbeszélő-központokon I. rész. Vezetékes Híradástechnika Tanszék tanulmánya, 1970.
- [3] Balogh P.—dr. Kozma L.—dr. Tarnayné Bártfai É.—dr. Varga A.: PCM tranzitálás — Impulzusátvitel vizsgálata távbeszélő-központokon II. rész. 1971.
- [4] CCITT White Book, Vol. VIII, The International Telecommunication Union, 1969.

SZEMLE

(Folytatás a 294. oldalról)

A Predicast, amerikai piackutató cég részletes felmérést készített a videomagnetofonok és a video-lemezjátszók értékesítésének várható alakulására vonatkozóan. Az alábbiakban az amerikai piacokra megadott előrejelzést ismertetjük, millió dollárban kifejezett értékesítési mutatók megadásával:

	1965	1969	1975	1980
Videomagnetofonok	1,0	4,5	20	44
Videoszalagok	—	0,5	5	21
Videolemezjátszók	—	—	240	360
Videofelvételek, lemezek	—	—	230	1350
Összesen:	1,0	5,0	495	1775

Megjegyezzük, hogy az első videomagnetofonokat 1950-ben állították elő az RCA és az Ampex gyáraiban, ezek a kísérleti példányok képezték az alapot az ötvenes évek végén meginduló kissorozatú gyártáshoz. A videomagnetofonok iránt megnyilvánuló és erősen fokozódó keresletet felismerve kapcsolódott be Japán, majd pedig ezt követően néhány nyugat-európai cég a fejlesztésbe. Bár a jelenlegi európai gyármányú típusok viszonylag drágák, a gyárak szerint 2–3 éven belül jelentős árcsökkenést lehet elérni, néhány, jelenleg kifejlesztés alatt álló műszaki újdonság felhasználásával.

A Nyugat-Európában végzett kereslet-felmérések szerint a vásárlók a képmagnetofonok iránt sokkal nagyobb érdeklődést mutatnak, mint a video-lemezjátszók iránt. Ezt mutatja egyébként az értékesítés európai viszonylatban elemzett alakulása is. Ennek ellenére folynak a kísérletek a video-lemezjátszók továbbfejlesztésére is.

A két, nálunk ma még — közszükségleti szempontból — egyedi különlegességszámba menő elektro-video-akusztikai újdonság helyzetének időszakos figyelemmel kísérését azért tartjuk indokoltnak, mert ezektől a vezető cégek távlati értékesítés-fellendülést várnak. Úgy vélik — s ezt különböző nemzetközi bemutatókon, kiállításokon is elmondják —, hogy a fekete-fehér és a színes televízió műsorvevők után már most kell valami újdonságról gondoskodni. Ez lehet, hogy egy-két évig még ráfizetéses, kis darabszámban gyártható termék lesz, de perspektivikusan biztonsággal vissza fogja fizetni a ráfordításokat.

Két ilyen termékként tekintik a videomagnetofont és a video-lemezjátszót. Itt kell megemlítenünk, hogy a különleges hanghatások biztosítására alkalmas berendezések még mindig nem terjednek a várt ütemben. Ezek éppúgy a kiütkezés jegyében születtek meg, mint a korábban említett két termék. A nyugat-európai piacokon csak a Quad-típusú, kvadrofóniás hanghatást biztosító berendezések iránt nyilvánul meg érdeklődés. (KGM—MTTI információ.)

*

Communications Management közli, hogy az LM Ericsson építette és helyezte üzembe a londoni County Hall-ban Európa legnagyobb telefon-alközpontját. A 6000 vonalas GLC típusú központ 632 vonalon át csatlakozik a városi központhoz.

Megjegyzés: A BHG műszaki-fejlesztési programjában ilyen vonalszámú PABX központ fejlesztése szerepel. A program szerint 1975-re készül el az első nagy vonalszámú alközpont, amelynek vezérlése teljesen elektronizált és nagymértékben tartalmaz majd integrált áramköröket. (KGM—MTTI információ.)

*

A Marconi cég Martex elnevezéssel hozta forgalomba a teljesen félvezető eszközökre épülő, automatikus telefonközpontját. Az eddigiekhez viszonyítva kisméretű egység egyesíti magában a PCM technika előnyeit, valamint a megbízhatósági törekvések több, jelenleg már realizálás alatt álló megoldását. A Marconi cég egyébként részletes felmérést készített az angol telefonhálózat jelenlegi és távlatilag várható leterheltségéről. A felmérés egyik legérdekesebb adata a telexszolgáltatás iránti igények növekedését jellemzi. Eszerint Angliában évente átlagosan 20%-kal növekszik a telexállomások száma. Mindez arra készíti a Marconi céget, hogy a hírátvitel-technikai berendezésekkel hatékonyabban foglalkozzék.

Korábbi közleményeikből kiderült, hogy tisztában vannak a hírlánc, távbeszélőközpontok, átviteli és végberendezések kutatásának és fejlesztésének számottevő költségkihatásaival. Ezért közös vállalkozás kialakítására törekedtek, amely azonban az eredeti elképzelések szerint nem jött létre. Ennek megfelelően tervezett fejlesztési programjukat mérsékelt ütemben, kisebb módosításokkal hajtják végre. (KGM—MTTI információ.)

Programozható áramkörvizsgáló automata

ETO 681.325.65.06

A híradástechnikai ipar nagymennyiségű, összetett, a digitális technikán alapuló berendezést gyárt. A miniatűrízálás és az integrált áramkörök alkalmazása következtében a berendezések egységei is — pl. a dugaszolható kártyák — meglehetősen bonyolultak lehetnek.

A digitális berendezések logikai áramköröket tartalmazó kártyáit a berendezésbe való dugaszolás előtt meg kell vizsgálni. A vizsgálat során el kell dönteni, hogy a kártyákon levő áramkörök funkcionálisan helyesek-e, valamint a kimeneti jelek szintjei és időviszonyai az előírt toleranciahatárokon belül vannak-e, amikor a bemenetekre az előírt logikai szintekkel és időviszonyokkal rendelkező jelek kerülnek.

A kártyák mennyisége és bonyolultsága miatt ezeket a vizsgálatokat gyorsan, megbízhatóan és gazdaságosan manuálisan nem lehet elvégezni. Célszerű az említett vizsgálatokat automatikusan végrehajtani.

A legelegánsabb automatikus vizsgálat esetén az áramköri építőelemek készletének és az áramkör felépítésének ismeretében számítógép készít vizsgáló programot. A program alapján a számítógép, a vizsgálati célokra készített illesztőegységen keresztül, a vizsgálandó kártya bemeneteire adja a vizsgálati jelkombinációkat, fogadja a kimenetekről érkező válaszokat, azokat értékeli és a kártyáról a számítógép nyomtatott vizsgálati jegyzőkönyvet ad. Erre a célra számítógépre, bonyolult programokra és megfelelő illesztőegységre van szükség.

Logikai áramköröket tartalmazó kártyák vizsgálata univerzális, programozható áramkörvizsgáló automatával is elvégezhető. Egy ilyen berendezés nem bonyolultabb, mint a számítógéphez csatlakozó illesztőegység. A vizsgálati programot pl. lyukszalagon lehet tárolni. Megfelelő programrendszer kialakítása esetén a programozás is egyszerű. A vizsgálat eredményét lyukszalagra lehet lyukasztani vagy a vizsgáló automatán levő lámpatablón lehet kijelezni.

Ilyen jellegű univerzális, programozható áramkörvizsgáló automata (PÁVA) készült 1971-ben a Budapesti Elektroakusztikai Gyar megbízásából, a gyár Ismeretközlő Berendezések Osztályának kezdeményezésére, a BME Vezetékes Híradástechnika Tanszékén.

Az alábbiakban ismertetjük a PÁVA felépítését, szolgáltatásait és programrendszerét.

1. A PÁVA általános ismertetése

A PÁVA 20 maximálisan 20 logikai bemenettel és 23 logikai kimenettel rendelkező, negatív vagy pozitív logikai rendszerben felépített, sorozatban gyártott logikai kártyák automatikus vizsgálatára szolgál. A vizsgálathoz kártyatípusonként kialakított rendezőkártya, paraméterkártya és lyukszalagon tárolt program szükséges. A berendezéssel — felépítése és programrendszere következtében — gyakorlatilag tetszés szerinti logikai áramköröket tartalmazó kártyatípusok vizsgálhatók.

A program vizsgálati ciklusokból áll. Minden cikluson belül meg kell adni a bemeneti feltételeket és az azokhoz tartozó várt kimeneti értékeket. A bemeneti feltételek a programszalag utasításainak megfelelő statikus jelkombinációk és impulzussorozatok lehetnek, melyek elektromos jellemzőit a paraméterkártyával lehet beállítani.

A PÁVA értékeli a vizsgálandó kártya kimenetén megjelenő statikus jelszinteket, dinamikus jelátmeneteket, valamint az impulzusok darabszámát, amelyeket összehasonlít a várt kimeneti értékekkel. Egyezés esetén a berendezés automatikusan rátér a következő ciklus végrehajtására.

Hiba esetén a program futása leáll és kijelzésre kerül a végrehajtott ciklus sorszáma, valamint azoknak a kimeneteknek az azonosító száma, amelyeken nem a várt értékek jelentek meg. Ezeket, a hibahely behatárolását szolgáló adatokat, a berendezés kezelője a vizsgálati jegyzőkönyvbe bejelöli és a startgomb megnyomásával utasítást ad a program továbbfutására.

A teljes vizsgálóberendezés az alábbi négy egységből áll:

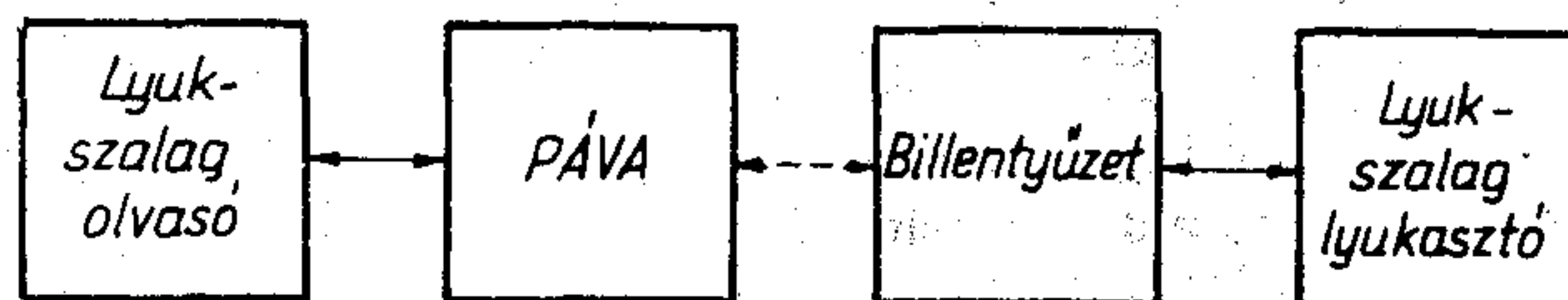
PÁVA

Lyukszalagolvasó

Billentyűzet

Lyukszalaglyukasztó

Ezek az egységek az 1. ábrán látható módon kapcsolódhatnak egymáshoz. Az ábrán feltüntetett négy egységből bármelyik két szomszédos egymáshoz



H173-FR1

1. ábra. A vizsgálóberendezés egységei

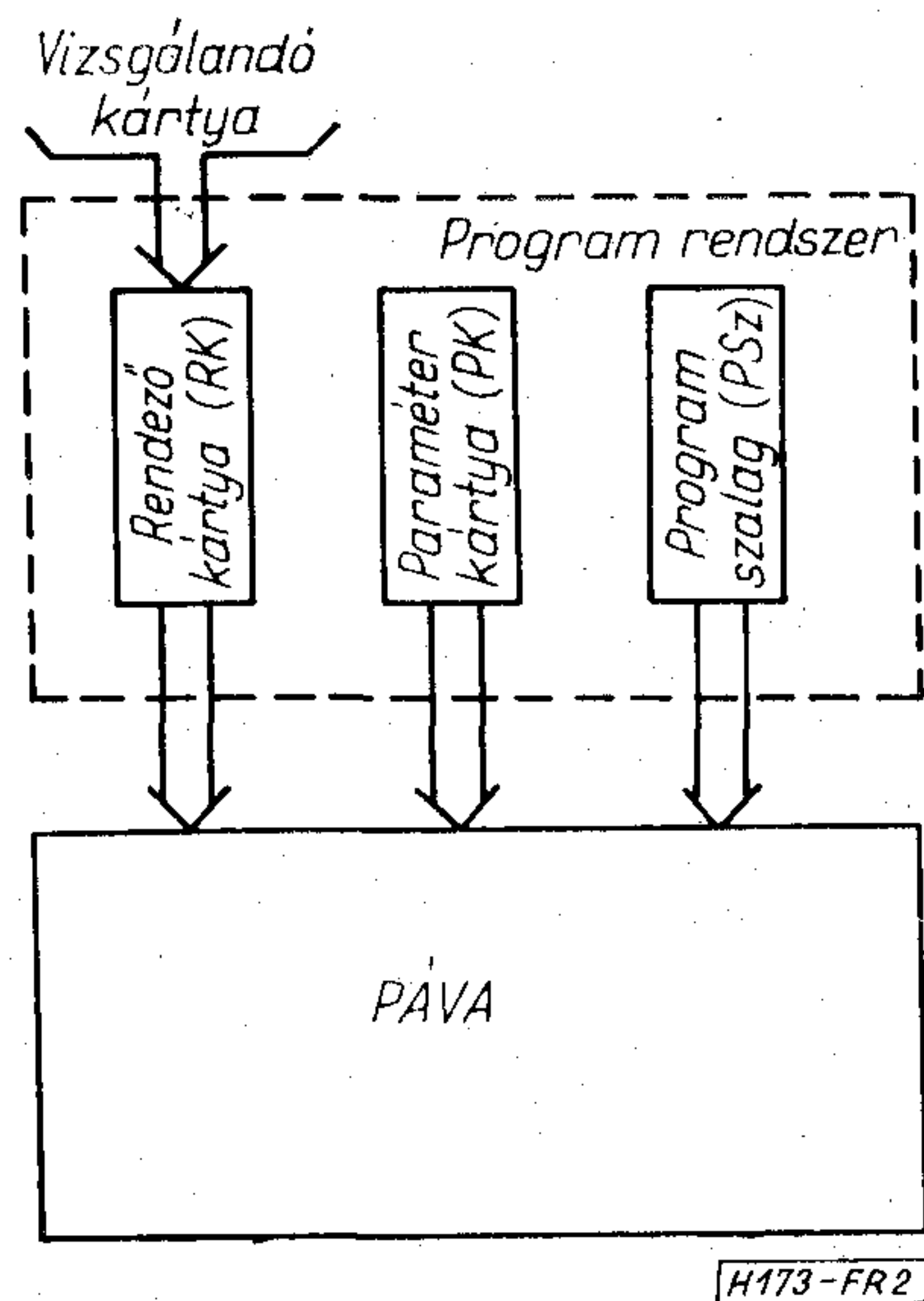
csatlakoztatható. A billentyűzet és a lyukasztó egymáshoz csatlakoztatása esetén a billentyűzet segítségével lyukasztható a program. Üzemszerű vizsgálat esetén a lyukszalagolvasó a PÁVÁ-hoz csatlakozik, és az olvasótól jut a vizsgálati program a PÁVÁ-ba. A billentyűzet a PÁVÁ-hoz is csatlakoztatható, ilyenkor a vizsgáló program manuális beadására van lehetőség.

2. A PÁVA programrendszere

Logikai kártyák vizsgálatához a következő feltételek biztosítása, ill. feladatok ciklikus elvégzése szükséges:

- üzemi körülmények (tápfeszültségek, lezárások);
- bemenő vizsgáló jelkészlet (a szükséges elektromos paraméterű statikus szintek és impulzusok);
- a jelkészletből a program szerint kiválasztott jelek előírt időben, előírt helyre való juttatása;
- kimenőjelek (statikus szintek, impulzussorozatok, jelátmenetek) fogadása;
- kimenőjelek értékelése;
- az értékelés eredményeinek célszerű formában való kijelzése.

A vizsgálóberendezés a felsorolt követelményeknek tesz eleget. A berendezés — működését tekintve — két, egymástól jól elhatárolható részre, a kijelzéseket is magába foglaló vezérlő- és feldolgozóegységre (PÁVA), és a programrendszerre bontható



2. ábra. A PÁVA programrendszere

(2. ábra). A felhasználó a berendezésbe a programrendszeren keresztül tud beavatkozni. A programrendszert az alábbiakban ismertetjük.

2.1 Rendezőkártya

A vizsgálandó kártyák (VK) csatlakozópontjai (bemenetek, kimenetek, tápfeszültségek) tetszés szerinti sorrendben helyezkedhetnek el egymás mellett.

Ezért szükség van egy rendezőkártyára (RK), amely a vizsgálandó kártya bemeneti pontjait a berendezés bemeneti jeleket adó pontjaihoz kapcsolja és a vizsgálandó kártya kimeneteit a berendezés kimeneti jeleket fogadó pontjaihoz köti. A PÁVA 20 bemeneti pontján keresztül a vizsgálandó kártyára statikus szintek és impulzussorozatok adhatók. A PÁVA 20 kimeneti pontja statikus szintek, impulzussorozatok és jelátmenetek fogadására alkalmas. További három kimeneti pont csak jelátmenetek és impulzusok érzékelésére használható.

A rendezőkártya ezenkívül a vizsgálandó kártyára rákapcsolja a szükséges telepfeszültségeket (négyféle tápfeszültség áll rendelkezésre, amelyből három változtatható). Továbbá a rendezőkártyán célszerű elhelyezni a vizsgálandó kártya külső terheléseit, mivel a rendezőkártyán a vizsgálandó kártya minden csatlakozási pontja elérhető.

A rendezőkártya feladatai tehát:

- a) a logikai csatlakozópontok elrendezése,
- b) a tápfeszültségek csatlakozópontjainak elrendezése,
- c) a terhelések kapcsolása.

A rendezőkártya attól függően, hogy a vizsgálandó kártya második generációs, negatív szintű vagy második generációs, pozitív szintű, vagy pedig integrált áramkörös felépítésű, más-más helyre dugaszolandó.

2.2 Paraméterkártya

Az egyes vizsgálandó kártyatípusok (VK) vizsgálatához szükséges jelkészlet elektromos paramétereit a paraméterkártyán (PK) elhelyezett ellenállások, kondenzátorok és átkötések segítségével lehet biztosítani. A paraméterkártyával az alábbi elektromos jellemzők állíthatók be:

— A vizsgálandó kártyák számára rendelkezésre álló négyféle tápfeszültségből három.

— A logikai IGEN és NEM szintek mindegyike számára két-két érték állítható be, melyek közül a mindenkori kívánt értéket a lyukszalagon levő programmal lehet kiválasztani.

— A paraméterkártyán állíthatók be a vizsgálandó kártyák kimeneteiről érkező logikai IGEN és NEM szintek referenciafeszültségei. (A kimenetre érkező impulzusok megszámlálása a NEM vagy az IGEN szintnek megfelelő referenciafeszültségen való egyik irányú áthaladások megszámlálását jelenti.)

— A vizsgálandó kártya bemenetére jutó impulzussorozat számára a paraméterkártyán kétféle frekvencia állítható be, melyek közül a programmal lehet választani.

— A bemenetekre kerülő impulzusok fel- és lefutó élének meredeksége a paraméterkártyával beállított értékre elfordítható. A programmal lehet választani, hogy a jó vagy az elrontott meredekségű impulzusok kerüljenek-e a bemenetekre.

— A paraméterkártyával határozhatók meg a vizsgálat időviszonyai is. Vizsgálat akkor következik

be, amikor a lyukszalagról vizsgálati utasítás érkezik. A vizsgálati időviszonyok a vizsgálat kezdeti időpontját és a vizsgálati időintervallumot jelentik. A paraméterkártyával a vizsgálati időviszonyok 4 változata állítható be, melyek közül a programmal lehet választani. Ha a vizsgálati időintervallumon belül bármikor, egyidejűleg megegyezik az összes kimenetről érkező jel a programmal megadott várt statikus szintekkel, ill. impulzusszámmal, akkor a PÁVA a vizsgálat eredményét jónak fogadja el és folytatja a vizsgálatot. Hiba esetén a vizsgálati időintervallum végén éppen fennálló eltéréseket jelzi ki az előlap lámpatablóján.

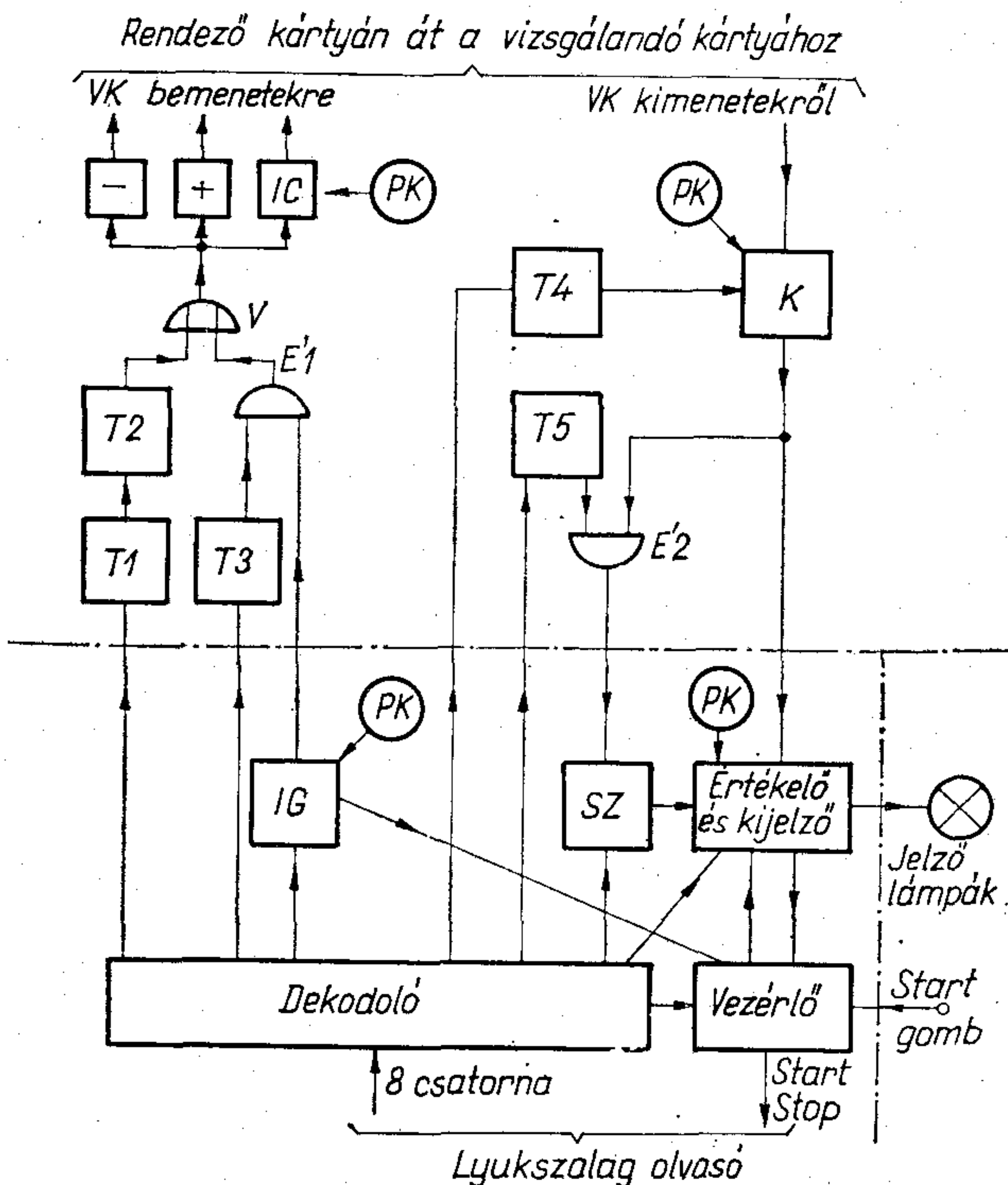
A paraméterkártyával beállítható elektromos jellemzők értékeinek tartományát és a kívánt értékek beállításához szükséges ellenállások, ill. kondenzátorok értékét táblázatok és diagramok tartalmazzák.

2.3 Programszalag

A logikai kártyák vizsgálati programját a programszalag tartalmazza. A programszalag 8 csatornás lyukszalag. A programszalag kódrendszerének ismertetésére a 4. pontban kerül sor.

3. A PÁVA blokkdiagramja

A PÁVA egyszerűsített blokkdiagramja a 3. ábrán látható. Az ábrán az eredményvonal felett egy bemeneti csatornát és egy kimeneti csatornát tüntetünk fel. Az eredményvonal alatt a közös egységek találhatók. Alul, a függőleges eredményvonaltól



3. ábra. A PÁVA egyszerűsített blokkdiagramja

jobbra levő lámpa a kezelőlapon elhelyezkedő lámpákra utal.

A lyukszalagolvasóból, amely start-stop üzemmódban működik, a program a 8 információcsatornán keresztül a dekódoló áramkörbe érkezik.

A bemenetre kerülő statikus szint értéke a T1 tárolóba kerül, ahonnan külön utasításra átírható a T2 tárolóba. A T2 tárolóban levő logikai szint a V vagy-kapun és a -, +, ill. IC jelzésű illesztő áramkörökön keresztül (amelyek a második generációs negatív és pozitív szintű, ill. az integrált áramkörös kártyához való illesztést, ill. a PÁVA védelmét biztosítják), valamint a rendezőkártyán át a vizsgálandó kártya bemeneti pontjára jut. A lyukszalagról közvetlenül, egyidejűleg nem állítható be a 20 bemenet statikus szintje, így a 20 T1 tárolóban összegyűjthetők a bemeneti statikus szintek értékei, és a T1 tárolókban levő 20 bites szó átírható a T2 tárolókba. Így a vizsgálandó kártyák bemenetére bármelyik 20 bites bemeneti kódszó beadható.

Az egyes bemenetekre impulzussorozatok a programozható impulzusgenerátor (IG) segítségével adhatók. A program segítségével megadható, hogy hány darab és milyen frekvenciájú impulzus kerüljön a kijelölt bemenetre. A kívánt bemenet kijelölése a program alapján a T3 tárolóval történik, amely az impulzusok számára kinyitja az É1 és-kaput és az impulzusok a statikus szinteknél leírt útvonalon a bemenetre jutnak.

A vizsgálandó kártya kimenetéről a jelek a rendezőkártyán keresztül a K kettős komparátorba érkeznek. A programban meg kell adni, hogy a kimeneten milyen statikus szintet várunk. Ez az érték a dekódolón keresztül a T4 tárolóba kerül. A K kettős komparátor kimenetén megjelenő jel megmutatja, hogy a vizsgálandó kártya kimenetén a T4 tárolóban levő várt statikus szint van jelen, vagy pedig nem. A komparátor kimeneti jele az értékelő és kijelző egységbe kerül.

Ha a vizsgálandó kártya kimenetén impulzussorozat jelenik meg, akkor az a K komparátoron keresztül az É2 és-kapu bemenetére kerül. A vizsgálandó kártyáról érkező impulzusok amplitúdója a logikai NEM és IGEN szint között változik. A T4 tároló tartalmától függően az É2 bemenetére érkező impulzusok darabszáma az IGEN vagy NEM szinten való egyik irányú (az időben előbb bekövetkező) áthaladások darabszámával egyezik meg. A program segítségével a T5 tárolóval lehet kijelölni, hogy melyik kimenet impulzusai kerüljenek az SZ számlálóáramkörbe. A számlálóval a kimeneten bekövetkezett egyetlen átmenet is érzékelhető.

A programból a dekódolón keresztül az SZ számlálóegységbe jut a kimeneten várt impulzusok darabszáma is. A várt és a ténylegesen érkezett impulzusok darabszámának összehasonlítására vonatkozó eredmény is az értékelő és kijelző egységbe jut.

A programból az értékelő és kijelző egységbe jutnak a vizsgálat időviszonyaira és a vizsgálat típusára vonatkozó utasítások. A vizsgálat vonatkozhat csak a komparátorból érkező jelekre, amelyek csak a statikus szintekre vonatkoznak, vonatkozhat csak a számlálóegységből érkező jelle, vagy mindkettőre.

A vezérlőegység az IG elindításakor, ill. a vizsgálat megkezdésekor stoputasítást küld a lyukszalag-olvasónak. Amennyiben az IG megáll vagy a végrehajtott vizsgálati ciklusban nem fordult elő hiba, a vezérlő a lyukszalagolvasónak startjelet küld. Hiba előfordulása esetén a vezérlő nem ad ki startjelet, hanem gondoskodik a megfelelő jelzőlámpák kigyújtásáról. Ilyenkor a PÁVA lámpatartóján megjelenik a hibás ciklus sorszáma (Nixie-csővekkel kijelevve), világítanak azokhoz a kimenetekhez tartozó lámpák, amelyeken nem a várt statikus szint jelent meg, és kijelzésre kerül a várt és az érkezett impulzusok darabszáma közötti eltérés.

A jelzőlámpák által nyújtott információ feljegyzése után (amely a hiba diagnosztizálásában nyújt segítséget) a startgomb megnyomásával a program tovább futtatható.

A program lefutásának végén hibátlan kártya esetén zöld lámpa gyullad ki, hibás kártya esetén pedig piros.

A vizsgálati program futási idejét lényegében a hibák miatti megállások határozzák meg. Bonyolult felépítésű, hibátlan kártya esetén a vizsgálati program végrehajtásához max. 1 mp-re van szükség. Hibátlan kártyák esetén a vizsgálati időt lényegében a vizsgálandó kártyák dugaszolási ideje határozza meg.

A 3. ábrán bekarikázott PK feliratokkal utalunk azokra a pontokra, ahol a paraméterkártya a 2.2 pontban felsorolt hatásait kifejti.

A PÁVA még további olyan egységeket is tartalmaz, amelyek a 3. ábrán látható egyszerűsített blokkdiagramon nincsenek feltüntetve és ezeknek az egységeknek a szolgáltatásait sem ismertettük.

A PÁVA, a második generációs vizsgálandó kártyák bemeneti pontjaihoz tartozó illesztőegységeket kivéve, integrált áramkörökből épült fel.

4. A programszalag kódrendszere

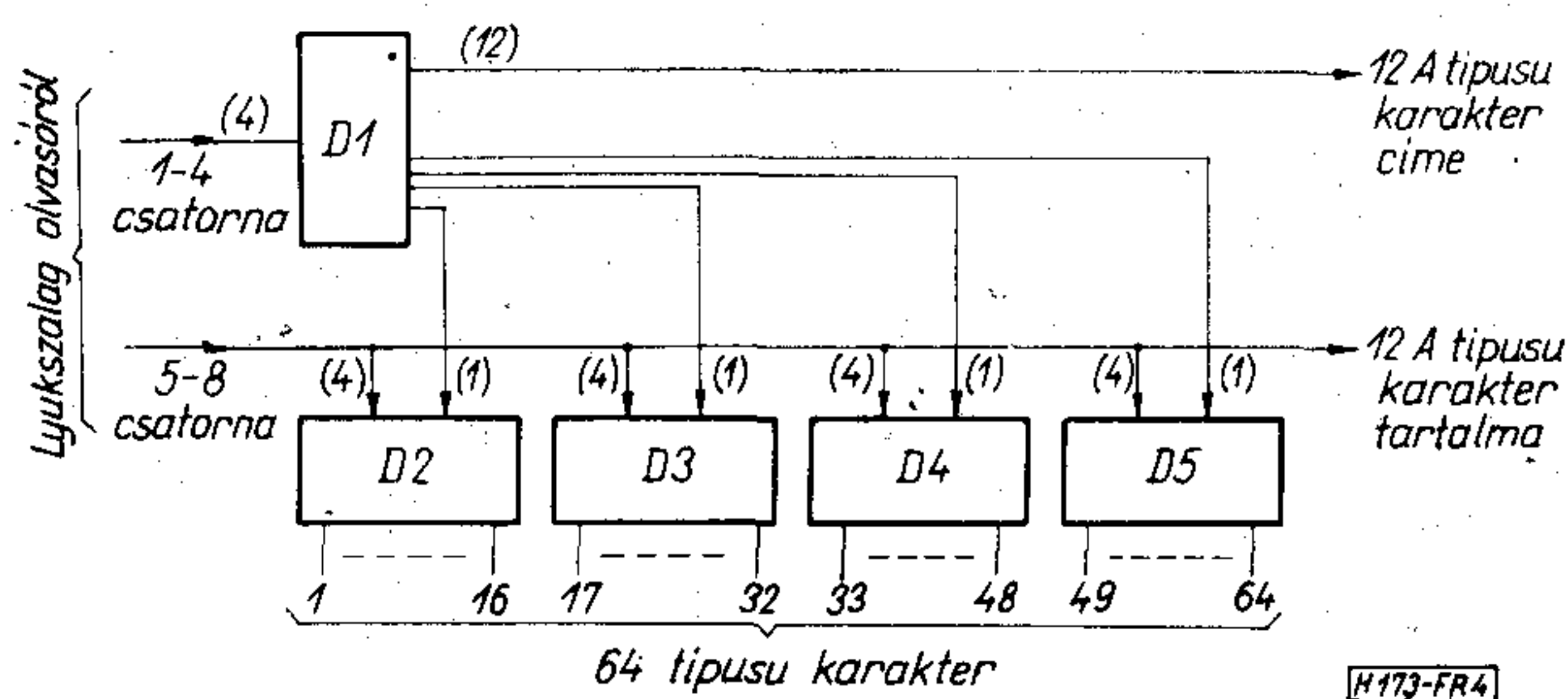
Már említettük, hogy a vizsgálati programot 8 csatornás lyukszalag tartalmazza. Az optimális kódrendszer kialakítása és az egyszerű programozás érdekében célszerű az első és a második négy csatornát különválasztani. Ezután az egyes (4+4) bites karakterek jelentése 16×16 mezőből álló kódtáblázat segítségével adható meg, ahol a sorok az első 4 bit által meghatározható 16 szónak felelnek meg, az oszlopok pedig a második 4 bit által meghatározható 16 szónak. A vizsgálati program a vizsgálandó kártyán végrehajtandó vizsgálatok ismeretében a 16×16 mezőből álló kódtáblázat segítségével egyszerűen összeállítható. A végrehajtandó vizsgálatokat utasításokra kell bontani (egy utasítás egy 8 bites karakter) és a kódtáblázatból minden utasítás két hexadecimális szám formájában kiolvasható. A hexadecimális számpárok sorozatából álló program a billentyűzet segítségével lyukasztatható ki.

Az utasítást tartalmazó 8 bites karakter lényegében két típusú lehet:

— A típusú: A PÁVA-ban a karakter első 4 bitje

által meghatározott című tárolókba jut a második 4 bit által hordozott információ

— B típusú: A karakter 8 bitjével meghatározott címre egyetlen bit információ jut



4. ábra. A dekódoló felépítése

Az egyes karakterek dekódolását és a 3. ábrán látható dekódoló részletesebb felépítését a 4. ábra mutatja. A D1, D2, D3, D4 és D5 dekódolók mindegyike 4 bemenettel és 16 kimenettel rendelkezik. A D1 dekódoló az első 4 csatornán érkező 4 bites kódszót dekódolja. A D2, D3, D4 és D5 dekódolók mindegyike a második négy csatornán érkező 4 bites kódszót dekódolja, de ezeknek a dekódolóknak a kimenetén csak akkor jelenhet meg jel, ha az első dekódoló utolsó 4 kimenetéről kapuzó jelet kapnak.

Az A típusú karakterek címe a D1 dekódoló első 12 kimenetén jelenik meg, míg az A típusú karakterek tartalma a lyukszalag második 4 csatornáján érkezik.

B típusú karakter érkezése esetén a D1 dekódoló kapuzó jelet ad a D2, D3, D4 vagy D5 dekódolók valamelyikére, amely a második 4 csatornán érkező jelet dekódolja, és a PÁVA-ban 1 tárolóba 1 bit információt juttat.

A PÁVA-ban A típusú utasításokkal juttathatók a statikus bemeneti logikai értékek a T1 tárolókba (3. ábra). A 20 bemenethez tartozó 20 T1 tároló 5 csoportra van osztva, mindegyik csoportba 4 tároló tartozik. Így az 5 csoportnak megfelelő cím mindegyikére 4—4 bit információ juttatható el. Ugyanígy adható meg a 20 kimeneten várható statikus szint. Erre a célra is 4 címre van szükség. A további 2 A típusú karakterrel adható meg az impulzusgenerátor (IG) számára a bemenetre küldendő impulzusok darabszáma, valamint a számlálóegység (SZ) számára a várt impulzusok darabszáma.

B típusú karakterrel lehet kijelölni, hogy az IG-ből az impulzusok melyik bemenetre jussanak (T3 tárolók), illetve az SZ számlálóegység melyik kimenetre kapcsolódjék (T5 tárolók). A további B típusú karakterekkel állítható be az IG frekvenciája, valamint a vizsgálati időviszonyok. B típusú utasítással lehet a statikus bemeneti jelre vonatkozó információt a T1 tárolókból a T2 tárolókba átírni, az impulzusgenerátort elindítani. Segítségükkel lehet választani a paraméterkártyával beállított jel-szintek és jelalakok közül és velük határozható meg a kívánt vizsgálat típusa. Ilyen utasítással törölhető az SZ egység számlánca, megállítható a program futása, és ilyen utasítás közli a PÁVA-val a program futásának befejezését. Egyetlen B típusú utasítással a PÁVA összes áramköre alapállásba hozható.

Ilyen módon a nyolc csatorna lehetséges 256 állapotából 255-höz tartozik utasítás, csak a csupa lyukból álló kombinációnak nincs jelentése, amelyre a tévesen lyukasztott sorok átlyukasztathatók.

A 8 bites karakterekből álló utasítások egy része a PÁVA-ban mindaddig tárolva marad, amíg azokat a programról nem változtatjuk meg (tárolt utasítás), az utasítások másik csoportja pedig csak egyszer kerül végrehajtásra, amikor a lyukszalagról a PÁVA-ba érkezik (egyszer végrehajtott utasítás).

A tárolt utasítások a következők: az összes A típusú utasítás, valamint a B típusú utasítások közül az impulzussorozatok pozíciójára, a számláló pozíciójára, az impulzusgenerátor frekvenciájára, a vizsgálat időviszonyaira, a jelszintekre és az impulzusok jelalakjára vonatkozó utasítások.

Az egyszer végrehajtott utasítások pedig az alábbiak: a T1 tárolókból a T2 tárolókba való átíratás, az impulzusgenerátor indítása, a különböző típusú vizsgálati utasítások, a számláncot törölő utasítás, a program futását megállító és a futás végét jelző utasítás, valamint a PÁVA áramköreit alapállásba hozó utasítás.

A vizsgálati program ciklusokból áll, az egyes ciklusokat mindig valamelyik típusú vizsgálati utasítás zárja le. A ciklust felépítő és megszervező utasítások sorrendje — a triviális megkötésektől eltekintve — tetszés szerinti lehet.

5. Vizsgálati tapasztalatok

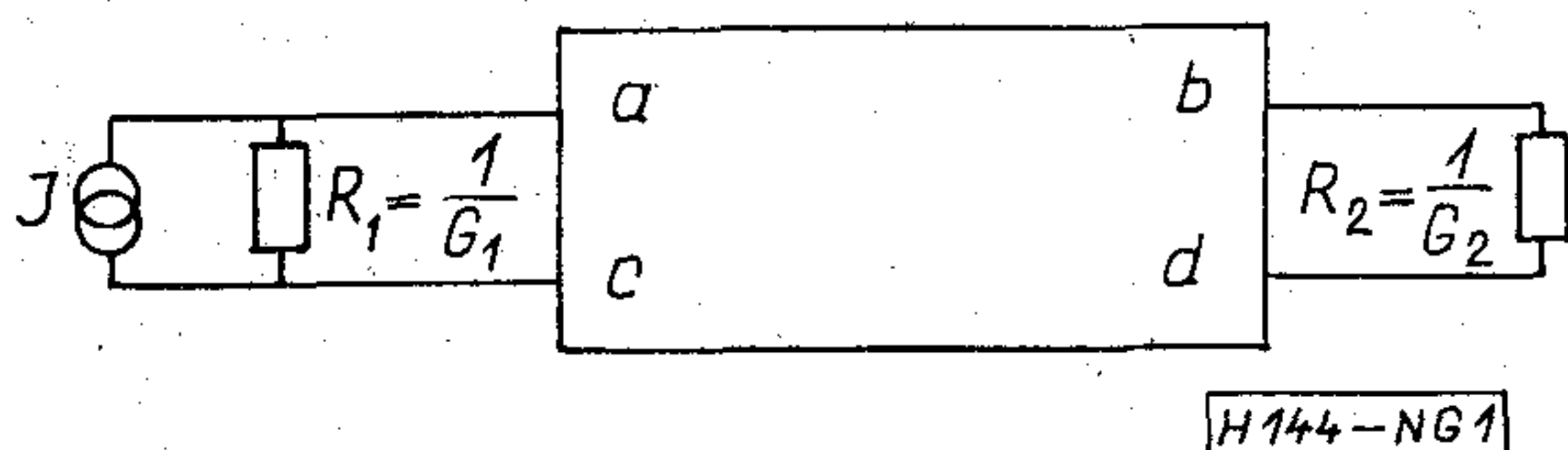
A PÁVA kipróbálására, néhány összetettebb vizsgálandó kártyához, program készült. A program lefuttatása során a PÁVA minden esetben a várt módon kimutatta a kártyákon mesterségesen előállított hibákat.

Egy vizsgáló programnak minimálisan annyi utasítást kell tartalmaznia, hogy a PÁVA a vizsgálandó kártyán elképzelhető bármilyen hibát kimutassa. Elvileg a vizsgálati ciklusok növelésével a hiba pontosabb behatárolására van lehetőség. A hibákat a szükséges minimális hosszúságú program segítségével is gyorsan be lehetett határolni, a hosszabb program futásával kapott több információ a hiba-behatárolás idejét nem gyorsította. Viszont arra sem kell törekedni, hogy a futási idő rövidítése érdekében a program az elvileg megírható legrövidebb program legyen, mert a program futási ideje a vizsgálandó kártyák dugaszolási idejéhez és hiba esetén a jegyzőkönyv elkészítéséhez szükséges időhöz képest elhanyagolható. Bonyolultabb kártya esetén a vizsgálati program kb. 500 karakterből áll. A program megírása során a legfontosabb szempont, hogy a program lefuttatása minden elképzelhető hibát kimutasson.

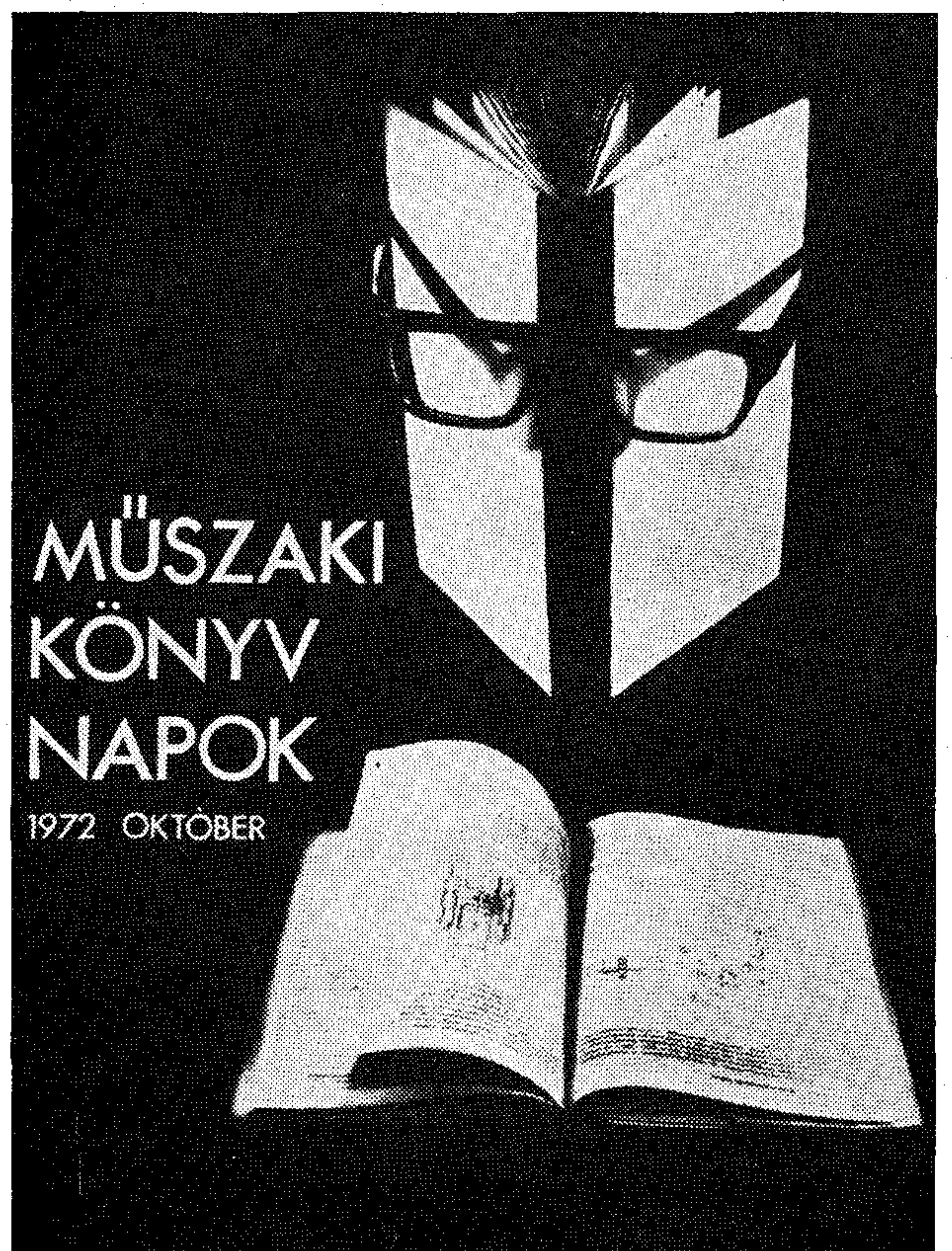
A vizsgálóberendezést a Budapesti Elektroakusztikai Gyar IKB osztálya a sorozatban gyártott logikai kártyáinak vizsgálatára használja.

Helyreigazítás

Lapunk előző számában (XXIII. évfolyam 1972. 9. sz.), a 277. oldalon közöltük Nemesszeghy György „Aszimmetrikus illesztő négypólusok számítógépes szimulációja” c. cikkét. A cikk 1. ábráját tévesen közöltük. A helyes ábra az alábbi:



A hibáért a szerkesztőség a szerző és az olvasók elnézését kéri.



DR. CSURGAY ÁRPÁD

Távközlési Kutató Intézet

DR. GÉHER KÁROLY

BME Híradástechnikai Elektronika Intézet

DR. HÁZMAN ISTVÁN

BME Híradástechnikai Elektronika Intézet

Helyzetkép a hálózatelemélet fő fejlődési irányairól*

Az MTA Műszaki Tudományok Osztálya mellett dr. Kozma László akadémiai levelező tag elnökségével működő Távközlési Rendszerek Bizottsága 1970 júliusában elhatározta, hogy tudományos helyzetképet dolgoz ki

- tipikus távközlési rendszerek (rádiórendszerek, vezetékes rendszerek, számítógép-hálózatok) és
- alapvető elméleti módszerek (információelmélet és hálózatelemélet)

területeken [1, 2]. Dolgozatunk az elektronikus áramkörök szempontjából a *hálózatelemélet fő fejlődési irányairól, nemzetközi és hazai helyzetéről igyekszik képet adni, rámutatva* néhány a távközlési rendszerek hazai fejlesztésével és kutatásával kapcsolatos feladatra is.

Mi a hálózatelemélet szerepe a távközlő rendszerek kutatásában és fejlesztésében?

A hálózatelemélet az elektronikus áramkörök — így azokon belül a távközlőrendszerek áramköreinek — *tervezési módszereit alátámasztó tudományág*. A hálózatelemélet kialakulásakor elvonatkoztatva az eszközök konkrét megjelenési formáitól és bevezetve az eszközöket az áramkörben jellemző R , L , C paramétereket és azok szimbolikus jeleit, a legegyszerűbb *eszközmodelleket*, majd szisztematikusan feldolgozva az

- ismert modellű elemekből felépített összetett hálózatok *analízisének* módszereit, később erre építve
- reaktáns és passzív hálózatok alapvető *szintézis* eljárásait

megteremtette a századforduló után (főként a húszas években) a távközlőhálózatok szűrőinek és korrektorainak tervezési eljárásait. A hálózatelemélet fejlődésének az első időszaka a széles sávú erősítők tervezési eljárásainak kidolgozásával, az elektroncső modelljének kialakításával és az elemi lineáris aktív áramkörök tervezési eljárásainak kidolgozásával a negyvenes évek elejére zárult le.

A negyvenes években a rádiólokáció *mikrohullámú* és *impulzustechnikai* áramköreinek tervezése, majd az ötvenes években kialakult *szilárdtest* eszközök elterjedése egy időre elszakította az áramkörtervezői

gyakorlatot a hálózatelemlettől, mert a hálózatelemélet nem tudta követni a tervezői gyakorlat igényeit.

Az ötvenes évek elektronikus áramköreinek nagy része, a lineáris aktív, az impulzustechnikai, a nemlineáris, az elosztott paraméterű és a digitális áramkörök tervezése empirikus vagy félempirikus úton történt. A tervezői gyakorlatban példaorientált heurisztikus eljárások terjedtek el, sokan a hálózatelemélet válságáról beszéltek, vitatva az áramkörtervezés egységes és átfogó elmélettel való megalapozásának lehetőségét.

A hatvanas években a korábban kialakult eszközökből felépített *nagybonyolultságú* áramkörök alakultak ki, megkezdődött az *integrált áramkört* technológia kialakulása, a fejlődés egyik fő iránya az áramkörök *bonyolultsági fokának* növekedése lett. Ezzel egyidejűleg természetesen *új eszközök* is megjelentek, amelyek bonyolult funkciót egyesítettek egyetlen eszközben. E tendenciák igényelték, a *számítógépek* széles körű elterjedése pedig megteremtette az alapját a *hálózatelemélet* gyors fejlődésének és a tervezői gyakorlattal való összekapcsolódásnak. A hatvanas évek második felében a hálózatelemélet széles körű alkalmazásra talál az elektronikus, a mechanikai, ezen belül az akusztikai, pneumatikus, hidraulikus stb. rendszerek *letrásában és tervezésében*. Az egymás után gyors ütemben megjelenő szilárdtest eszközök a hálózateleméleti metodika mélyebb újraértelmezését és új tételek megfogalmazását követeli meg és viszont: a hálózatelemélet eredményei erőteljesen visszahatnak a szilárdtest áramkörök konstrukciójára.

Bár az elektronikus eszközök alapvető fizikai-kémiai tulajdonságai adottak, mégis az áramkört alkalmazások lehetőségeinek fejlesztése iránti igény döntően befolyásolja a konkrét eszközök megjelenését. Természetesen a hálózateleméleti megfontolások realizálhatatlanok maradnak, ha a követelmények nem teljesítik az elektronikus eszközök adta konkrét feltételeket.

Itt e bevezetőben le szeretnők szögezni, hogy a legutóbbi évekig, pontosabban a számítógépek széles körű elterjedéséig a jelen tanulmány szerzői is lehetetlennek látták az átfogó hálózateleméleti megalapozás lehetőségét annak ellenére, hogy mindhárman a témakörben dolgoztak. A *hálózatelemélet* a számítógépek tervezésbeli alkalmazásával képes csak az áramkörtervezés átfogó *metodikai* megalapozására.

* A dolgozat az MTA Műszaki Tudományok Osztálya Távközlési Rendszerek Bizottsága által megvitatott tanulmány alapján készült.

Beérkezett: 1972. V. 17.

A hatvanas évek második felében a legfejlettebb elektronikai iparral rendelkező országokban széles körben megindult a számítógépek tervezői gyakorlatban való alkalmazása

- felhasználó-orientált (a tervezőtől programozási ismereteket nem igénylő),
- az eszközökön végzett modellmérések adatait mágnesszalagon tartalmazó (adattár),
- nagy bonyolultságú áramkörök analízisét elvégző programokkal,
- direkt és iteratív szintéziseljárásokkal,
- konstrukciós és rajzdokumentációs programokkal felszerelt programrendszerek kialakulásával.

E programrendszerek nem helyettesítik a tervezőt, de hatékony tervező—gép kapcsolat (interaktív, on-line tervezés) biztosításával megsokszorozzák a tervező alkotóképességét.

E programrendszerek jelentős szerepet játszottak a harmadik generációs áramkörkészlet kialakításában (integrált áramkörök), lehetővé teszik a félvezető technológia rohamos fejlődésének kiaknázását és a negyedik generációs áramkörök tervezésében nélkülözhetetlenek.

Az újabb és újabb eszközök felfedezése (tömb-effektusú félvezető eszközök, amorf félvezetők stb.), az áramkörtechnológia (többrétegű nyomtatott lapok, hibrid integrált áramkörök stb.) rohamos fejlődése változatlanul és minden bizonnyal folyamatosan igényli a hálózatelméleti metodika és ennek alapján a tervezést alátámasztó programrendszerek továbbfejlesztését.

Ahogy az elektronika egészének fejlődését legmélyebben az új eszközök kidolgozása befolyásolja, úgy adott eszközkészlet esetén az elektronikai berendezések — így a távközlőrendszerek — fejlődése is döntő mértékben függ az áramkörtervezési metodika, tehát a hálózatelmélet fejlődésétől.

A hálózatelmélet módszere

A hálózatelmélet tárgya — e dolgozat célkitűzése és értelmezése szerint — az áramkörtervezés metodikai megalapozása. Módszere az

- áramkör építőelemekre való bontása és
- áramkör építőelemek összekapcsolt rendszereként történő vizsgálata.

A hálózatelmélet építőelem-készlete együtt fejlődik az elektronikus eszközökkel. Minden új eszközhöz meg kell határoznunk az eszköz — rögzített alkalmazási körön belül — összekapcsolás-invariáns modelljét, amely az eszköz áramkörbeli viselkedését jól leírja. A hálózatelmélet fejlődését döntően befolyásolják az

(I) eszközök és környezet kölcsönhatását leíró modellek.

A hálózatelmélet vizsgálja az eszközök összekapcsolási lehetőségeit: az

(II) összekapcsolási problémakör

tisztázza a „megengedett” összekapcsolási struktúrák halmazát és bonyolult összekapcsolt rendsze-

rek állapotegyenleteinek felírási módját. Az állapotegyenletek megoldásával a

(III) hálózatanalízis

témakör foglalkozik, amely adott modellű építőelemek egy megengedett módon összekapcsolt rendszerében meghatározza a jelek (gerjesztések és feleletek) tulajdonságait.

Előírt specifikációjú áramkör adott építőelemkészlettel való realizációjának kérdéseivel a

(IV) hálózatszintézis

problémakör foglalkozik.

Az áramkör konkrét fizikai struktúrájának tervezése adott modellekből összekapcsolt kapcsolási rajz alapján

(V) az áramkör-konstrukciós eljárások feladata.

A konstrukció eredményét az áramkör

(VI) rajzdokumentációja

rögzíti.

Mégegyszer hangsúlyozni szeretnők a hálózatelmélet metodikai alapkonceptióját: a fizikai rendszerek közelítő modelljeit építőelem-készletnek (black-box) tekintjük, vizsgáljuk az építőelemek egy rögzített halmazát, azon összekapcsolási műveleteket definiálunk és az így nyert struktúrákat hálózatnak nevezzük. Az építőelem-modellek és a megengedett összekapcsolási műveletek együtt definiálnak egy-egy hálózatosztályt. A hálózatelmélet tárgyát e szempontok alapján részterületekre bonthatjuk:

- analóg működésű hálózatok, amelyek közönséges és parciális differenciálegyenletekkel, mint állapotegyenletekkel leírt építőelemekből épülnek fel;
- digitális működésű hálózatok, amelyek két vagy több diszkrét állapotú kapcsolóelemeket tartalmaznak és időfüggetlen vagy időfüggő logikai függvényekkel, illetve függvényrendszerekkel írhatók le (kombinációs és szekvenciális hálózatok);

Ezenkívül sok esetben célszerű megkülönböztetni az aktív és passzív hálózatokat, az elosztott paraméterű és koncentrált paraméterű hálózatokat, a lineáris és nemlineáris hálózatokat.

Hangsúlyozni szeretnők, hogy egy adott áramkört, (erősítőt, tárolót) a tervezés különböző fázisában más-más osztályba eső hálózatnak kell tekintenünk és így a tervezési metodika kidolgozása során a hálózatelmélet különböző területeit kell segítségül hívunk. Az 1. ábrán megadtuk a hálózati modellek egy lehetséges osztályozási sémáját.

A klasszikus hálózatelmélet tárgya az analóg működésű koncentrált paraméterű lineáris passzív hálózatok volt. E hálózatok R , L , C elemekből épülnek fel (modellezve a disszipációt, mágneses és villamos energiatárolást). E hálózatok példája azt bizonyította be, hogy a fent említett metodika milyen sikeresen alapozhatja meg az áramkörök széles osztályának tervezési módszereit.

Természetesen az új modellek új problémákat hoztak és a hálózatelméleti kutatóknak egy sor olyan

		Koncentrált		Elosztott C		
		0	1	3	2	
Digitális		0000	0001	0011	0010	Passzív
		4	5	7	6	Aktív B
Analog A		0100	0101	0111	0110	
		12	13	15	14	Passzív
		1100	1101	1111	1110	
		8	9	11	10	
		1000	1001	1011	1010	
		Nem lin.	D Lineáris		Nem lin.	

H176-CGH 1

H176-CGH1

1. ábra. Az elektronikus áramkörök osztályozásának egyik lehetséges módja. Az áramkört a tervezés különböző fázisaiban gyakran más-más osztályba eső hálózatnak kell tekintenünk

problémával kellett megküzdeniük, amelyek a klaszikus hálózatelméletben fel sem vetődtek. Az új problémák új módszereket követeltek, átalakították a szemléletet. Talán nem túlzás az az állítás, hogy a hálózatelmélet ma csak annyiban azonos a klaszikus hálózatelmélettel, amennyiben ma is *idealizált modellekből összekapcsolt struktúrák vizsgálatával* foglalkozik.

Az 1. ábrán osztályoztuk a hálózatelmélet tárgyát képező hálózatokat. Az egyes hálózatosztályokkal kapcsolatos *problémák jellegét is osztályoznunk kell*, hogy áttekinthessük a fejlődési irányokat, a megoldott és nyitott problémákat:

1. Alapproblémák:

- fizikai struktúrák modellezése az adott hálózatosztályba eső modellekkel, e modellek alkalmazási korlátai, modell-leírási problémák;
- összekapcsolási problémakör: egzisztencia (megoldás-létezési), egyértelműségi problémák (analízis);
- adott építőelem-készletből felépített hálózatok realizálhatósági kritériumai;
- szintézisproblémák (approximáció, realizálási eljárások);
- algoritmizálhatóság egzisztenciaproblémái.

2. Algoritmikus problémák:

- a modelleket mért adatokból generáló, vagy fizikai térből előállító algoritmusok;
- adott hálózat állapotegyenletét ellentmondásmentesen és minimális leíró paramétert tartalmazó módon generáló algoritmusok;
- hálózatosztályonként az állapotegyenleteket hatékonyan megoldó algoritmusok (numerikus és szimbolikus algoritmus);
- optimalizálási stratégiák algoritmusai;
- direkt szintézis algoritmusok.

3. Programrendszerek kidolgozásával kapcsolatos problémák:

- modelleket, szabványokat, tervezési tapasztalatokat tartalmazó adattárak kidolgozása;
- az algoritmusok egységes adatbázisú, láncolható és interaktív beavatkozást biztosító programrendszerének kidolgozása, érvényesítve a dokumentációautomatizálás és az optimális ember—gép kapcsolat szempontjait (felhasználó orientált rendszerek).

Ma a hálózatelmélet a gyakorlati tervezői munkát elsősorban a programrendszereken keresztül támogatja, de a hatékony programrendszerek kidolgozása igényli (feltételezi) az algoritmusok kidolgozását, azok pedig az alapproblémák megoldására épülnek. Az egyes hálózatosztályokban a felsorolt feladatok súlya, jelentősége különböző; sok algoritmust és programot dolgoztak ki, amelynek egzisztenciális kérdései, korlátai nem ismertek, a gyakorlatban mégis sikeresen alkalmazásra kerültek. Ez természetesen nem csökkenti az alapproblémák megoldásának jelentőségét.

1. A hálózatelmélet fejlődési irányai

A következőkben néhány általunk fontosnak tartott megjegyzéssel szeretnők a fejlődés irányait érzékeltetni. A megadott referenciák csak illusztrálni igyekeznek — a teljességre való törekvés igénye nélkül — a főbb irányokat, elsősorban az alapproblémákat hangsúlyozva; azokat is csak néhány tipikus területen. A megoldott alapproblémákra épülő — sok esetben heurisztikus alapokon nyugvó — konkrét tervezési feladatok kidolgozása, tehát a hálózatelmélet alkalmazása a témakörben megjelenő publikációk döntő többségét alkotja. E rendkívüli aktivitás jelentősége nagy, mert biztosítja az elmélet és a gyakorlat kapcsolatát, de emellett visszahat az alapproblémák kitűzésére és megoldására is.

Koncentrált paraméterű modellek

Az áramkörök igen széles osztályában az áramköri építőelemek koncentrált paraméterű, tehát közös differenciálegyenlet-rendszernek eleget tevő állapotváltozójú modellezése kielégítő. A passzív alkatrészek és a félvezető eszközök széles osztályára ismeretese az *egyenáramú*, egy-egy rögzített egyenáramú munkapont kis környezetében érvényes *lineáris* és a nagyobb jelekre is helyes választ adó nemlineáris *tranzien*s modellek. Az elmúlt években nagy figyelmet fordítottak a félvezető eszközök közelítő modellezéséhez vezető szisztematikus eljárások kidolgozására [1—1], amelyek különösen integrált áramkörök esetén jelentősek [1—2].

A koncentrált paraméterű elemekből felépített közelítő modellek állapotát egy időfüggvényekből álló véges dimenziójú vektor írja le ($x(t)$), és az eszköz és a környezet kölcsönhatását

elsőrendű (általában nemlineáris) differenciálegyenlet-rendszer, vagy Volterra típusú nemlineáris integrálegyenlet írja le.

Valamennyi eszköznél ismernünk kell a környezet hatását reprezentáló határfeltételek megengedett halmazát és a megengedett határfeltételekhez tartozó feleleteket.

Elosztott paraméterű modellek

Az elosztott paraméterű modellek a fizikai rendszerek állapotát leíró egyenletek (Maxwell-egyenletek, Schrödinger-egyenlet, félvezetőtranszport-egyenletek) közvetlen modellezései, így pontosabb képet adnak az építőelemekről, de a parciális differenciálegyenletek megjelenése megnehezíti a modellek áramkörbeli kezelését.

Az egyes koncentrált paraméterű félvezetőeszközmodellek érvényességi köre korlátozott, az összekapcsolás invariáns módon érvényes, munkaponti és hőfokfüggést is helyesen leíró modellek csak néhány eszközre állnak rendelkezésre. Nehézségek vannak az egyes modellek érvényességi korlátainak meghatározásában is, ezért a közelmúltban és a közeljövőben az eszközökben lejátszódó fizikai folyamatok mélyebb modellezésének az áramköri modellekkel való összevetése fontos feladat. Az elektromágneses tér és a félvezető eszközök kölcsönhatásának vizsgálata (fizikai terek modellezése) egy sor esetben választ ad az összekapcsolási struktúrától függő viselkedésre és néhány új eszköznél a működési mechanizmus követésének egyetlen útja.

Az áramköri alkalmazásoknak azokban az esetekben, amikor az építőelem elosztott paraméterű jellege a működésben lényeges szerepet játszik (mikrohullámú, ultrarövidhullámú analóg áramkörök, integrált áramkörök néhány osztálya, pikosecundumos logikai áramkörök stb.) természetesen a modelleknek is vissza kell tükrözniük e tényt. Figyelve e területet, jelentős aktivitás kibontakozásának lehetünk tanúi e témakörben, amit a „fizikai terek modellezése” címmel jelölnek meg és amely az elektronikai eszközök modellezésében jelentős szerepet játszik [1–3, 1–4].

Az univerzális analízisprogramokban használt modellekről rövid áttekintést ad az [1–5] referencia.

Lineáris koncentrált paraméterű hálózatok

A klasszikus hálózatelmélet elsősorban ebbe az osztályba eső hálózatok realizálhatósági kritériumait, analízisének és szintézisének problémáit vizsgálta [1–6, 1–7, 1–8]. Az alapproblémák, egzisztenciális problémák és szintézis algoritmusok e hálózatok széles osztályára, mind a passzív, mind az aktív esetben megoldottnak tekinthetők [1–9, 1–10, 1–11, 1–12]. E témakörben a rögzített technológiájú áramkörök által felvetett alapproblémák (tolerancia és érzékenységvizsgálattal kapcsolatos tételek, adott értéktartományba eső elemekkel realizálható osztályok, lineáris integrált áramkörökkel végzett szintézisfeladatok stb.) megoldása áll az érdeklődés középpontjában. Éppen e hálózatok elméletének sikerei ösztönöztek a korszerű hálózatelméleti módszerek továbbfejlesztésére.

Lineáris elosztott paraméterű hálózatok

Az elosztott paraméterű hálózatok realizálhatósági vizsgálatai jelentős szerepet töltenek be mind az építőelemek modellezésének, mind analízis- és szintézisproblémáknak megoldásában. A passzív n-kapuk realizálhatósági kritériumainak kidolgozása után [1–13] a közelmúltban olyan fizikai rendszerek hálózati modellezésének is kialakulóban van az elmélete, amelyek kapui nem időfüggvénypárral, hanem fizikai térjellemző párral vannak jellemezve [1–14]. Az építőelemek halmazának rohamos bővülése igényli a hálózatelmélettől az építőelem-invariáns elvek és tulajdonságok vizsgálatát is [1–15]. Az elosztott paraméterű hálózatok elméletének axiomatikus felépítése igyekszik ezeket az építőelem-invariáns tulajdonságokat felismerni és rendszerezni. A koncentrált paraméterű rendszerek építőelem-invariáns elmélete [1–16] teljes összhangban van az építőelemek felvételével felépített hálózatelméleti eredményekkel. Ez az állítás az elosztott paraméterű hálózatok elméletében nem mondható el. Ha azonban az elosztott paraméterű hálózatok építőelemeinek a jellegét, pl. veszteségmentes távvezeték szakaszok rögzítjük, akkor a többkomplexváltozós leíró függvények bevezetése már megteremtheti az axiomatikus (deduktív) és az építőelemekből kiinduló (induktív) elméleti felépítés összhangját.

A lineáris időinvariáns elosztott paraméterű hálózatok elméletének jelenlegi fejlődésére a többkomplexváltozós realizálhatósági kritériumok és szintézis-eljárások [1–17], az inhomogén és többszörösen csatolt tápvonalakat tartalmazó hálózatszintézis-eljárások kidolgozása a jellemző [1–18, 1–19, 1–20].

Analóg áramkörök analízise számítógépeken

Lineáris és nemlineáris koncentrált paraméterű áramkörök digitális számítógépen történő szimulációjára az elmúlt évtizedben felhasználó-orientált univerzális programokat dolgoztak ki [1–22, 1–23, 1–24]. A kidolgozott programok alkalmasak kis- és közepes méretű áramkörök DC, AC, tolerancia és tranziens analízisére.

A programok alkalmazását nehezíti az a tény, hogy az állapotegyenletek automatikus generálásához a határ és kezdeti feltételeket ellentmondásmentesen kell megadni, a DC és AC megoldás stabilitásának ellenőrzésére nincsenek beépítve automatikus ellenőrző algoritmusok és azokban az esetekben, amikor erősen eltérő időállandójú az állapotegyenletrendszer (stiff-egyenletek) a megoldáshoz szükséges gépidő igen nagy. E problémák elhárítására jelentős erőfeszítéseket kell tenni [1–23, 1–24].

N. Wiener és munkatársai vizsgálatokat végeztek analitikus nemlineáris elemekből felépített rendszerek analízisére. A Volterra-soros reprezentáció bevezetése lehetőséget ad arra, hogy kis nemlinearitású áramkörök torzításanalízisét komplex algebrai feladatra vezessük vissza [1–21].

Lineáris elosztott paraméterű aktív áramkörök analízisének a frekvenciatartománybeli felelet létezési feltételeit, a kauzalitást és a stabilitást a numerikus analízis megkezdése előtt ugyancsak automatikusan kell ellenőrizni.

Elosztott paraméterű nemlineáris áramkörökben a megoldás létezésének, egyértelműségének és stabilitásának általános feltételei nem ismertek, csak speciális esetekben ismeretes a megoldás.

Nemlineáris áramkörök szimulációjában az analóg és digitális számítógépet egyidejűleg alkalmazó hibrid módszerek alkalmazása sokatígérőnek látszik [1–37].

Az analóg áramkörök szimbolikus (betűs) analízise fontos szerepet játszik az áramkörök stabilitásvizsgálatában és tervezési algoritmusában [1–26].

Digitális hálózatok

Jellegzetességük a hálózat funkcióinak logikai kapcsolatok rendszerében történő kifejezése. A teljes hálózat elemi logikai műveleteket megoldó „tipizált” elemi hálózatok ismételt kombinálásával épül fel, sok összetevős nagy rendszerre. Tárgyalásuk így két lépcsőre tagolódik:

- tipizált elemi hálózatok problémaköre;
- elemi hálózatok optimális rendezésének problémaköre adott funkciók legkedvezőbb teljesítése érdekében.

A hálózatok elemzésénél kezdetben intuitív módszereket alkalmaztak (pl. egyszerűbb telefonközpontok tervezése). A fejlődés során a megoldandó feladatok egyre nagyobb rendszerbonyolultsággal párosultak, így szisztematikus eljárások alakultak ki [1–41, 1–42, 1–43].

Az automataelmélet kialakulása és alkalmazása, majd az itt különösen indokolt (elemi műveletek igen nagy számban történő megismétlése) számítógépes eljárások bevezetése igen nagy bonyolultságú rendszerek modellezését is lehetővé tette.

Az elemi hálózatok kialakításának témaköre függ a mindenkori technikai színvonaltól. Így a kezdetben alkalmazott elektromechanikus (jelfogós) elemi hálózatokat jelenleg az integrált áramköri technika alapuló elemi hálózatok váltották fel, amelyek kis helyigényű, nagysebességű rendszerek kialakításának előfeltételét biztosították. Az elemi hálózatok felépítése kihat a leíró logikai függvények bázisrendszerére és a megépítendő rendszer diszkutálásánál felhasználandó algebrai struktúrára is (Boole, SHEFFER-PEIRCE algebra).

Az adott funkciót legjobban teljesítő digitális rendszerek kialakításánál általában optimalizálási feladatokat kell megoldani, melyek rendszerint több, alkalmanként rangsorolt feltételt vesznek figyelembe. A klasszikus struktúrákban az optimalizáló megoldás általában a matematikai minimál Boole-alakhoz vezetett. Integrált eszközök felhasználásával számos egyéb szempont (minimál alak, szintek száma, terhelési kötöttségek, hazardmentesség, tok-optimum, költség, megbízhatóságjellemzők teljesítésének mértéke stb.) szerinti optimalizálás került előtérbe.

A nagy bonyolultságú, nehezen áttekinthető rendszerek vizsgálata szisztematikus szimulációs és diagnosztizáló eljárások kidolgozását tette szükségessé.

Külön problémakör a tranziens és hazard jelen-

ségek alapján történő rendszervizsgálat, továbbá a rendszer megbízhatósági követelmények előzetes tervezés útján történő teljesítése.

A tervezés automatizálásának problémái

Azokban az áramkörosztályokban, ahol az építőelemek modellezésének és az áramkör gépi szimulációjának alapproblémái (megoldáslétezés, egyértelműség, állapotegyenlet-generálás és megoldás) megoldottak, felvethető a tervezési feladat részleges automatizálásának problémája:

- a specifikációt közelítő modellekkel teljesítő áramkör meghatározása a tervező és a gép közvetlen kapcsolatának biztosításával (interaktív vagy on-line módon), egyes speciális lineáris időinvariáns áramkör esetén direkt szintézissel,
- a közelítő modelleket tartalmazó realizációban a pontos modellek bevezetése elrontja a specifikációt, ami iteratív tervezési algoritmusokkal állítható vissza.

Az iteratív tervező algoritmusok ismételt analízisre épülnek, így azok a módszerek, amelyek az ismételt analízis alkalmazását egyszerűsítik (szimbolikus analízis, érzékenységmódszerek stb.) fontos szerepet játszanak [1–27].

A hálózatelméleti módszerek alkalmazása a tervezési automatizálásban csak akkor bizonyul gazdaságosnak, ha a specifikációtól a rajzdokumentációig terjedő tervezési folyamat minden munkaigényes és algoritmizálható fázisa kihasználja a gép nyújtotta lehetőségeket [1–28, 1–29].

Ez indokolja a közelmúltban tapasztalható serénységet a geometriai struktúrák (nyomtatott lapok alkatrész-elrendezése és huzalozástervezése, hibrid integrált áramkörök maszktervezése) tervezésének algoritmizálásában. A tervezendő geometriai struktúrát cellaszimbólum konfigurációval modellezzük [1–30] és a különböző struktúrákhoz rendelt bűntetőfüggvények minimalizálására vezetjük vissza a feladatot.

A jelenlegi helyzetben mind a kapcsolási rajz, mind a geometriai struktúra tervezésében csak a tervezés egy része algoritmizálható, így igen fontos az ember–gép kapcsolat hatékonyságának biztosítása [1–31, 1–32].

A rajzdokumentáció feladatainak algoritmizálásához hatékony algoritmusokra van szükségünk két-dimenziós geometriai alakzatok kezeléséhez és a rajzolóautomaták vezérléséhez [1–36].

2. Hazai helyzetkép

A *Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán* az 1950-es években kezdett kialakulni a hálózatelméleti oktatás és kutatás. Az 1960-as években ez néhány magyar és idegen nyelvű könyvben [2–1, 2–2, 2–3, 2–4, 2–5], továbbá néhány említésre méltó publikációban tükröződött. Az 1960-as évek végén a Műszeripari Kutató Intézetben és a Távközlési Kutató Intézetben is olyan osztályok

alakultak, melyek fő tevékenységükként a hálózatelméleti kérdések vizsgálatát választották. 1969-ben pedig a Számítástechnikai Koordinációs Intézetben tervezésautomatizálási laboratórium létesült. Ezen intézmények fő kutatási irányait az alábbiakban foglalhatjuk össze.

A *Műszeripari Kutató Intézet* elsősorban az elektronikus áramkörök analízisére vonatkozó számítógépprogram-rendszer kidolgozásában ért el eredményeket, továbbá úttörő szerepet játszott az aktív RC áramkörök elméletének és tervezési módszereinek kidolgozásában, valamint a korszerű elektronikus áramkörtervezési módszerek meghonosításában. A *Távközlési Kutató Intézet* az elektronikára vonatkozó számítógépprogram-rendszer kidolgozásával elsősorban a mikrohullámú berendezések fejlesztését segíti elő. E munkák igen széles területet fognak át az elektronikus eszközök modellezésétől egészen a konstrukciós tervezésig és dokumentáció megoldásáig. Külön kiemelendő az a sikeres tevékenység, amely a Távközlési Kutató Intézetben a hálózatelmélet alapproblémáinak, elsősorban az elosztott paraméterű hálózatok kérdéseinek megoldására irányul.

A hazai helyzet ismertetésénél kiemeljük a *Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben* folyó munkákat, amelyek a félvezető alapú és szigetelő alapú integrált áramkörök hazai bevezetését támasztják alá. Az MTA—AKI kiterjedt tevékenységet folytat a digitális berendezések konstrukciós tervezésével kapcsolatban. A nyomtatott áramkörök tervezésében már eddig is jelentős eredményeket értek el. A *Számítástechnikai Koordinációs Intézet* tervezésautomatizálási osztálya a digitális berendezések huzalozási, rajzolási és szimulációs kérdéseivel foglalkozik és biztosítja hazánk részvételét az egységes számítástechnikai rendszer kialakításában.

A hálózatelmélettel foglalkozó magyar nyelvű publikációk elsősorban a Híradástechnika folyóiratban jelennek meg. 1970-ben elkezdődött a Távközlési Kutató Intézet szemináriumi közleményeinek kiadása, mely szisztematikusan feldolgozza a hálózatelmélet területén elért eredményeket. Az 1966—69 periódusban elért hazai hálózatelméleti eredményeket az URSI (Nemzetközi Rádió Tudományos Unió) Magyar Nemzeti Bizottságának jelentése tekinti át [2—6]. Az elektronikára vonatkozó számítógépprogramok katalógusait a Híradástechnika c. folyóirat évenként rendszeresen közzé teszi [2—7, 2—8, 2—9]. Az idegen nyelvű publikációkat a Periodica Polytechnica és az Acta Technica közli.

A hazai hálózatelméleti kutatások szempontjából fontos szerepet játszik az MTA Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület rendezésében 4 évenként sorra kerülő *Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium* [2—10, 2—11, 2—12]. Ezen nemzetközi rendezvény keretében állandó hálózatelméleti szekció működik. 1959-től 1971-ig így a hálózatelmélet több neves képviselője járt Magyarországon, tartott előadást és adott lehetőséget személyes konzultációkra.

Több hazai konferencia is rendszeresen foglalkozik a számítógépes áramkörtervezés kérdéseivel, pl. az

Országos Elektronikus Műszer- és Méréstechnikai Konferencia [2—13].

1971-ben megalakult a Híradástechnikai Egyesületben a Számítástechnikai Szakosztály, mely többek között feladatának tekinti a hálózatelméleti eredmények gyakorlati bevezetésének elősegítését is.

3. Oktatási kérdések

Az eddig leírtakból kiviláglik, hogy az elektronikus áramkörök tervezésének és a hálózatelméleti kérdéseknek meghatározó szerepük van a villamosmérnökök, különösen a híradástechnika szakos hallgatók képzésében. A jelenlegi oktatás elsősorban villamosságtan, elméleti villamosságtan, elektroncsövek és félvezetők, lineáris hálózatok, erősítők, nemlineáris áramkörök, impulzusteknika, antennák és tápvonalak, logikai kapcsolástan tantárgyak keretében folyik. A Villamosmérnöki Karon indított szakmérnöki szakok többségében találunk hálózatelmélettel és elektronikus áramkörtervezéssel foglalkozó tantárgyakat. Ezek segítséget nyújtanak a korszerű hálózatelméleti és elektronikai eredmények szélesebb körű ismertetésére. A BME Továbbképző Intézet tanfolyamai az egyetemen és a kutatóintézetekben dolgozó szakértők bevonásával a gyárakban dolgozó mérnökök számára biztosítják a hazai munkák eredményeinek megismerését. Az elmúlt évtizedben többen szereztek doktori címet és kandidátusi fokozatot a hálózatelmélet területéről.

Az integrált áramköri technológia és a számítógépes módszerek elterjedése következtében a lineáris passzív áramkörök, a lineáris aktív áramkörök, a nemlineáris áramkörök, az impulzusteknikai áramkörök, digitális áramkörök és az elosztott paraméterű áramkörök vizsgálata közösen végezhető el. A fejlődés útja tehát az, hogy ezen elektronikus áramkörök analíziséről, szintéziséről és tervezéséről egységes képet lehet majd kialakítani. Ennek érdekében a közös elméleti alapok hangsúlyozása mellett jelentős laboratóriumi képzésre is szükség van. Az elektronikus áramkörök oktatásánál elsőként lehet és kell megvalósítani a „tervez—épít—mérj” elvet. Ennek elengedhetetlen feltétele a számítógépekkel történő számítások elvégzésének lehetősége, az integrált áramköri eszközök részbeni előállítása, az integrált áramkörök alkalmazástechnikáját lehetővé tevő laboratóriumi felszerelések és műhelykapacitás biztosítása.

A korszerű számítási módszerek és az új tervezési metodika elsajátítása érdekében szorgalmazni kell a hazai kidolgozású felhasználó-orientált programrendszerek ismertetését különböző tanfolyamok (BME Továbbképző Intézet, METESZ) keretében.

4. Következtetések

Az előzőekben a hálózatelméleti kérdéseket a távközlési rendszerek szempontjából fontos elektronikus áramkörök vonatkozásában tekintettük át. Bemutattuk, hogy a hálózatelmélet a korszerű áramkörtervezés alapvető módszere. A hálózatelmélet, mely első alapvető sikereit a távközlő berendezések

szűrőinek, korrektorainak és erősítőinek tervezésénél érte el, napjainkban igen széles szakmai területen alkalmazásra talál.

Az MTA Távközlési Rendszerek Bizottsága előző helyzetképei az alkalmazások szempontjából tipikus távközlési rendszerekkel foglalkoztak, úgymint a mikrohullámú rádióösszeköttetésekkel [1], a vezetékes távközlés problémáival [2] és az adatátviteli hálózat kérdéseivel. A felsorolt helyzetképekből ki-világlik, hogy a rádióösszeköttetések technikájának fejlesztése érdekében különös fontosságot kell tulajdonítani az elektronikus áramkörök tervezési módszereinek kidolgozására, különös tekintettel a nemlineáris áramkörök családjára. A vezetékes távközlés szempontjaiból említést érdemel a digitális szűrés és korrigálás (pl. transzverzális korrektor) problémaköre. Az adatátviteli hálózat biztosítja a tervezéshez szükséges számítógép háttérrel azáltal, hogy az alkalmazók széles körének lehetőséget nyújt az on-line, interaktív tervezésre, az elektronikai adatbank használatára stb.

A hálózateleméleti módszerek nemcsak a távközlő-rendszerek fejlesztéséhez csatlakoznak, hanem szoros kapcsolatban állanak az elektronikus eszközök kidolgozásával.

A hálózatelemélet hazai fejlődésére az elkövetkezendő években az integrált áramköri technológia, a számítógép-program-rendszerek kialakulása és a digitális áramköri kérdések előtérbe kerülése lesz jellemző.

Az alábbiakban felsorolunk több témacsoportot, melyeknek hazai művelése indokoltnak látszik:

1. Egységes áramkörtervezési elmélet kidolgozásában való közreműködés;
2. Elektronikai tervezésre vonatkozó számítógép-program-rendszer kidolgozása és bevezetése;
3. Elektronikus eszközök, elsősorban integrált áramkörök tervezésének hálózateleméleti kérdései;
4. Integrált áramkörök alkalmazástechnikájára vonatkozó kutatások;
5. Nemlineáris elektronikus áramkörök számítási módszereinek vizsgálata;
6. Logikai hálózatok számítógépes vizsgálata digitális berendezések tervezése céljából.

5. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az MTA Műszaki Tudományok Osztálya Távközlési Rendszerek Bizottsága tagjainak a dolgozat alapjául szolgáló tanulmány részletes megvitatásáért és sokoldalú észrevételeikért.

I R O D A L O M

- [1] *Berceli T.*: A mikrohullámú összeköttetések fejlődési irányai. Híradástechnika, 1971. jún. XXII. évf. 6. sz. 161—164. old.
- [2] *Lajtha Gy., Gordos G., Horváth I., Lajkó S.*: A vezetékes távközlés tudományos helyzetképe. Híradástechnika, 1971. dec., XXII. évf. 12. sz. 353—359. old.
- [1—1] *F. A. Lindholm, D. J. Hamilton*: A Systematic Modeling Theory for Solid-State Devices, Solid-State Electronics, Pergamon Press, London, 1964. pp. 771—783.

- [1—2] *J. G. Linvill*: Modelling of Integrated Circuits, SSCT-68, Prága, 1968.
- [2—3] *L. B. Felsen, N. Marcuvitz*: Model Analysis and Synthesis of Electromagnetic Fields, PIBMRI Report sorozat, Polytechnic Institute of Brooklyn, New York.
- [1—4] *A. Scott*: Active and Nonlinear Wave Propagation in Electronics, Wiley-Interscience, New York, 1970.
- [1—5] *C. O. Harbort*: Models for Computer Analysis Programs, 5. fejezet, W. Zobrist, Network Computer Analysis, McDonald, London, 1969.
- [1—6] *O. Brune*: Synthesis of Finite Two Terminal Networks, J. Math. and Phys. vol. 10, pp. 191—236, Oct. 1931.
- [1—7] *Y. Oono, K. Yasura*: Synthesis of Finite Passive 2n-Terminal Networks, Mem. Kyushu Univ. vol. 14, No 2, 1954.
- [1—8] *V. Belevitch*: Classical Network Theory, Holden-Day, London, 1968.
- [1—9] *D. C. Youla, P. Tissi*: n-port Synthesis via Reactance Extraction, IEEE Convention Record, 1966 Part 7, pp. 183—208.
- [1—10] *D. C. Youla*: Cascade Synthesis of Passive N-ports, PIB Report, No RADC-TDR-64-332, New York 1964.
- [1—11] *B. McMillan*: Introduction to Formal Realizability Theory, BSTJ, Vol. 31, pp. 217—279, 541—600, 1952.
- [1—12] *Y. Oono*: Formal Realizability of Linear Networks, Proc. of the Symposium on Active Networks, PIB, New York, 1960.
- [1—13] *D. C. Youla, L. Castriota, R. J. Carlin*: Foundations of Linear Passive Networks, IRE Trans. on Circuit Theory, CT-6/1, pp. 102—124, 1959.
- [1—14] *A. H. Zemanian*: The Hilbert-Port: An Extension of the Concept of the N-port, Research Report, S.U.N.Y., Stony Brook, N.Y. 1969.
- [1—15] *H. J. Carlin*: Network Theory without Circuit Elements, Proc. of the IEEE, 55/4, pp. 482—497, 1967.
- [1—16] *R. E. Kalman*: Mathematical Description of Linear Dynamical Systems, Journal of SIAM on Control, A-1/2, 1963.
- [1—17] *T. Koga*: Synthesis of Finite Passive N-Ports with Prescribed Positive Real Matrices of Several Variables, IEEE Trans. on Circuit Theory, CT-15/1, pp. 2—23, 1968.
- [1—18] *E. N. Protonotarios, O. Wing*: Theory of Nonuniform RC Lines, IEEE Trans. on Circuit Theory, CT-14/1 pp. 2—20, 1967.
- [1—19] *D. C. Youla*: Analysis and Synthesis of Arbitrarily Terminated Lossless Nonuniform Lines, IEEE Trans. on Circuit Theory, CT-11, pp. 363—372, 1964.
- [1—20] *J. D. Rhodes*: The Theory of Generalized Interdigital Networks, IEEE Trans. on Circuit Theory, CT-16/3, pp. 280—288, 1969.
- [1—21] *S. Narayanan*: Transistor Distortion Analysis using Volterra Series Representation, BSTJ, vol. 46, pp. 99—1024, 1967.
- [1—22] *W. Zobrist*: Network Computer Analysis, McDonald London, 1969.
- [1—23] *I. W. Sandberg*: Some Theorems on Properties of DC Equations of Nonlinear Networks, BSTJ, 48/1, 1969.
- [1—24] *H. Shichmann*: Integration System of a Nonlinear Network Analysis Program, CT-17/3, 1970.
- [1—25] *R. E. Kalman, P. L. Falb, M. A. Arbib*: Topics in Mathematical System Theory, McGraw Hill, N.Y. 1969.
- [1—26] *T. Kobylarz*: Computer Determination of Symbolic State Equations for Nonlinear Circuits, IEEE Conference on CAD Southampton, 1969.
- [1—27] *S. W. Director, R. A. Rohrer*: Automated Network Design- The Frequency Domain Case, IEEE Trans. on Circuit Theory, CT-16/3, pp. 330—337, 1969.
- [1—28] *I. Dlugatch*: The Applicability of Computer-Aided Design as a System Engineering Tool, Proc. of IEEE 55/II. November, 1967.
- [1—29] *J. A. Narud*: Present and Future Trends in Integrated Circuits, Technical Report, New York University, 1968.

- [1—30] C. Y. Lee: An Algorithm for Path Connections and Its Applications, IEEE Trans. on Electronic Computers, EC-10/3, pp. 346—365, Sept. 1961.
- [1—31] M. L. Dertouzos: CIRCAL: On-line Circuit Design, Proc. IEEE, 55/5, pp. 637—654, 1967.
- [1—32] H. C. So: Analysis and Iterative Design Networks Using On-line Simulation, System Analysis by Digital Computer (F. F. Kuo, J. F. Kaiser), Wiley, 1966.
- [1—33] C. Pottle: State-space Techniques for General Active Circuit Analysis, System Analysis by Digital Computer (F. F. Kuo, J. F. Kaiser), Wiley, 1966.
- [1—34] E. S. Kuh, D. M. Layton, J. Tow: Network Analysis and Synthesis via State Variables, Network and Switching Theory (G. Biorci), Academic Press, N. Y. 1968.
- [1—35] J. K. Hawkins: Circuit Design of Digital Computers, John Wiley, New York, 1968.
- [1—36] G. Bracchi, D. Ferrari: A Graphic Language for Describing and Manipulating Two-Dimensional Patterns (CADEP), Computer Graphics Symposium, Uxbridge, April, 1970.
- [1—37] W. Chen: Iterative Solution of Large-Scale Systems by Hibrid Techniques, IEEE Trans. Computers, C-19, pp. 879—889, 1970.
- [1—38] W. H. Kautz: Bypass Switching for Cellular Cascades, IEEE Trans. on Computers, C-19, pp. 837—839, 1970.
- [1—39] T. Janisz, R. C. Martin: Interconnection of High-Speed Logic Circuits. IEEE Trans. on Computers, C-19, pp. 831—837, 1970.
- [1—40] ICL-LIDO, Logic In Documentation Out, CAD Conference, Southampton, 1969.
- [1—41] Szittyá O.: Logikai kapcsolástan, J5-963, Tankönyvkiadó, 1971.
- [1—42] M. A. Harrison: Introduction to Switching and Automata Theory, McGraw-Hill, 1965.
- [1—43] F. C. Hennie: Finite State Models for Logical Machines, John Wiley, 1968.
- [2—1] Henney Z.: Lineáris áramkörök elmélete, Akadémiai Kiadó, 1958.
- [2—2] Z. Henney: Linear Electric Circuits, Pergamon Press, Oxford, 1962.
- [2—3] Szendy K.: Korszerű hálózatszámítási módszerek, Akadémiai Kiadó, 1967.
- [2—4] Géher K.: Lineáris hálózatok, Műszaki Könyvkiadó, 1968.
- [2—5] T. Berceli: Reflex Klystron Circuits, Akadémiai Kiadó, 1967.
- [2—6] Hungary, Report of the URSI National Committee 6.3. Circuit Theory, Budapest, 1969.
- [2—7] Számológépprogramok áramkörök tervezésére. Híradástechnika, XIX. évf. 6. sz. 169—173. old. 1968. június.
- [2—8] Számítógépprogramok katalógusa 1968. Híradástechnika, XX. évf. 8. sz. 238—251. old. 1969. augusztus.
- [2—9] Számítógépprogramok katalógusa 1969. Híradástechnika, XXI. évf. 6. sz. 178—184. old. 1970. június.
- [2—10] Proceedings of the Second Colloquium on Microwave Communication. Akadémiai Kiadó, 1963.
- [2—11] Proceedings of the Third Colloquium on Microwave Communication. Akadémiai Kiadó, 1968.
- [2—12] G. Bognár (Ed.): Proceedings of the Fourth Colloquium on Microwave Communication. Akadémiai Kiadó, 1970.
- [2—13] Mérés és Automatika, XVII. évf. 4. sz. 121—176. old. 1969. április.

SZEMLE

(Folytatás a 301. oldalról)

Az amerikai számítógépgyártó cégeknek a Szovjetunió és a szocialista országok iránti egyre fokozódó érdeklődését bizonyítja az a Szovjetunióban rendezett amerikai számítógépi kiállítás is, mely időben Nixon elnök moszkvai látogatásával esett egybe.

A moszkvai Szokolnyiki Parkban elhelyezett kiállításon több mint 20 amerikai cég képviseltette magát. A legnagyobb amerikai gyártó cégek közül néhányan távolmaradtak, talán azért, mert közülük legtöbben részt vettek a múlt év októberében Leningrádban megrendezett „Systemotechnika 71” kiállításon.

A nagy teljesítményű számítógépeket gyártó cégek közül a Control Data Corporation és a Burroughs azonban teljes computer sorozatokat mutatott be.

A Control Data eredetileg a 6000-es sorozat egyik tagjának kiállítását tervezte, de jól tájékozott kormánykörök úgy informálták, hogy egy ilyen nagy berendezés kiszállítására nem kap exportengedélyt. Így egy 3300-as konfigurációt állított ki, melynek értéke kb. 1,5 millió \$. A rendszer cserélhető lemeztároló-meghajtással, mágnesszalag egységgel, képernyős megjelenítő egységgel és hagyományos input-output perifériákkal rendelkezik, multiprogramozásra alkalmas. Ezenkívül egy sor OEM terméket, köztük egy cserélhető lemeztárolót is bemutatottak.

A Burroughs, a kiállításon részt vevő másik nagy gyártó cég, egy B4700-as számítógépet mutatott be, melynek memóriakapacitása 300 Kbyt. A Burroughs standon látható volt egy L5000-es irodai minicomputer is, mely kis változtatással TC5000 típusú intelligens terminállá alakítható.

A Digital Equipment Corporation és a Hawlett-Packard minicomputereket, a Dalcomp cég pedig nagy sebességű henger rajzolókat mutatott be.

A perifériagyártókat az MDS Data Processing, az IteL Systems, a Tally és a Pertex cégek képviselték. A Pertex 6000-es és 7000-es típusú digitális lemezajtó egységet mutatott be, míg az MDS adatrögzítőket és a 2400-as rendszer multi-keyboard változatát mutatta be. A Memorex, mely a múlt évben Leningrádban is kiállított, szintén részt vett a kiállításon, de csak lemezcsoportot és mágnesszalagot mutatott be.

Mindent egybevetve, a kiállítás azt tükrözte, hogy az amerikai számítógépgyártó ipar, melyet a stratégiai embargó még mindig akadályoz, értékesítési kampányt szándékozik indítani a Szovjetunióban és a többi szocialista országban. (Computer Weekly, 1972. május.)

*

A növekvő jelátviteli sebességek a vételi állomásokon az íróeszközök működési sebességével szemben is növekvő követelményeket támasztottak. Az eddigi működési elvektől eltérően mozgó mechanikus alkatrészek nélküli rendszert fejlesztett ki a Paillard svájci cég. A készülék leglényegesebb alkatrésze egy elektronikus elvek szerint működő porlasztófej, melyben folyékony festéket apró szemcsékké alakítanak és melyeket elektromos tér lök a porlasztóval szemben elhelyezett papírra. A folyadékszemcse-sugár útján eltérítő elektróda párok vannak felállítva, melyek a leírandó jelek alakjának megfelelő eltérítő feszültséget kapják. Az eltérítő feszültséget fixen beprogramozott áramkörök állítják elő, melyek impulzus hatására a betű alakjához szükséges feszültségalakot késedelem nélkül előállítják. Az író-porlasztó fej meglehetősen kis méretű $\varnothing 10 \times 20$ mm így a papírlap előtti mozgathatósága nem igényel túl nagy energiát. (Das Elektron 1972. 6/7.) Ref.: dr. S. T.

Technológiai fejlődés gyártmányokon bemutatva

Stúdió-betéterősítők fejlődése

A „Stúdió-vázszerkezetek fejlődése” c. cikkünkben már ismertettük, hogy stúdióberendezéseink fejlődését

- konstrukciós megoldás,
- technológizálás mélysége,
- rendelési darabszám,
- éves gyártási mennyiség

függvényében az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

1. Egyedi jellegű stúdióberendezések.
2. Tipizált építőelemes stúdióberendezés. Első (elektroncsöves) generációs család.
3. Tipizált építőelemes (tranzisztorizált) „FIT” stúdióberendezés. Második generációs család.
4. Harmadik generációs, IC technikával megépített stúdióberendezés.

A stúdió-betéterősítők fejlődésénél ezek a technológiai jellegű lépcsők szintén jól láthatók. Ebben a cikkünkben kísérjük nyomon ezt a fejlődést.

1. Egyedi jellegű stúdióberendezések betéterősítői

A stúdióberendezések kifejlesztését egyes egyedi rendelések indították el. E csoportra az a jellemző, hogy minden egyes új igényt eseti tervezés alapján elégítettünk ki mechanikus konstrukció szempontjából. E csoport fejlődését vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a berendezések elektromos felépítése már az első stúdióasztal megépítése óta funkcionális rendszerét tekintve tipizált elképzeléseket követett. El kell ismerni, hogy az „elektromos” tervezés hamarabb ismerte fel ezen a téren a tipizálás rendszertani szükségességét, mint a mechanikai szakemberek.

Betéterősítőinket rendszertani szempontból (villamos funkciók) az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- Bemenőerősítők;
- Előerősítők (közberső erősítők);
- Csoporterősítők (szétosztó erősítők);
- Végerősítők (kimenőerősítők);
- Tápegységek.

Az egyedi jellegű stúdióberendezések betéterősítői tehát már tipizálási szellemben születtek meg, s az egyes csoportokban az alábbi mechanikus megoldásokat alkalmaztuk.

Bemenőerősítőknél, előerősítőknél, közberső erősítőknél a konstrukció alapelve:

- a panel ponthegeztett és élhegeztett technológiát kíván,
- az erősítő felfüggesztési módja: zárt kengyelen rugós elastikus felfüggesztés,
- kikészítés: fényes galván króm-kalapácslakk festéssel kombinálva,
- elektromos csatlakozás: 10—12 pontos „fuge” csatlakozás, lengőkábelvel.

Technológiai-gyártási feltételek:

- jellemző darabszám: évenként 100 db betéterősítő alatt,
- szerszámozás jellege: néhány présszerszám, egy-két műanyag szerszám, zömében sablonokkal történő gyártás,
- a gyártáshoz nagy gyakorlatú műszerész-lakatos szakember volt szükséges.

Ebben a csoportban, tehát az egyedi stúdióasztalok előerősítő egységeinél konstrukciós továbblépés is történt, a zárt kengyeles elastikus rugalmas felfüggesztés helyett második lépcsőben „sín” bevezetést alkalmaztunk, elmaradt a rugalmas felfüggesztés, s a lengővezetékes csatlakozás betolható fiókcsatlakozásra változott.

A technológiai-gyártási feltételek lényegében változatlanok maradtak, talán a betolható fiók-elv megvalósítása ér-

dekében a mechanikai megmunkálások pontossága javult. Csoporterősítőknél, végerősítőknél, kimenőerősítőknél, tápegységeknél a konstrukció alapelve:

- lényegében azonos az előerősítő csoporttal, de az erősítők felerősítése rugalmas felfüggesztés helyett csavarozással nyert rögzítést.
- konstrukciós továbbfejlődés révén a csavaros beerősítés „Z lemezes beakaszthatós” felerősítésre változott.

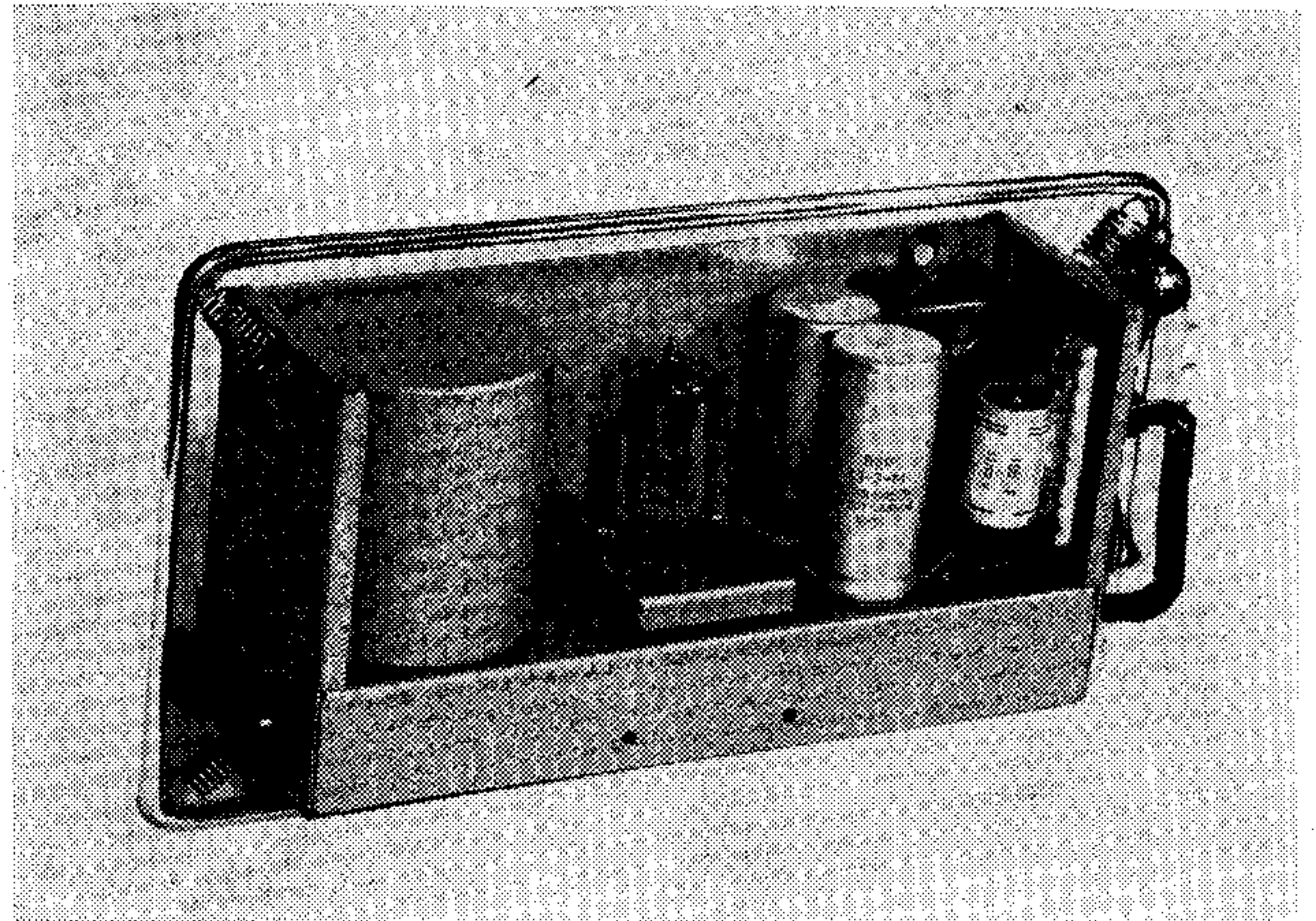
Technológiai-gyártási feltételek:

- lényegében azonosak maradtak az előerősítő csoportnál feltüntetett módszerek; a „felfüggesztéses rendszerű beerősítés” nagyobb gyártási pontosságot kívánt. Továbbá, a „sínés” és „felfüggesztéses” beerősítési módok továbbfejlesztést kívántak a galvanizálási technológiánkban; ebben a gyártási időszakban vezettük be a fényes galvánhorganyzási technológiát, passzívalatlan kivitelben.

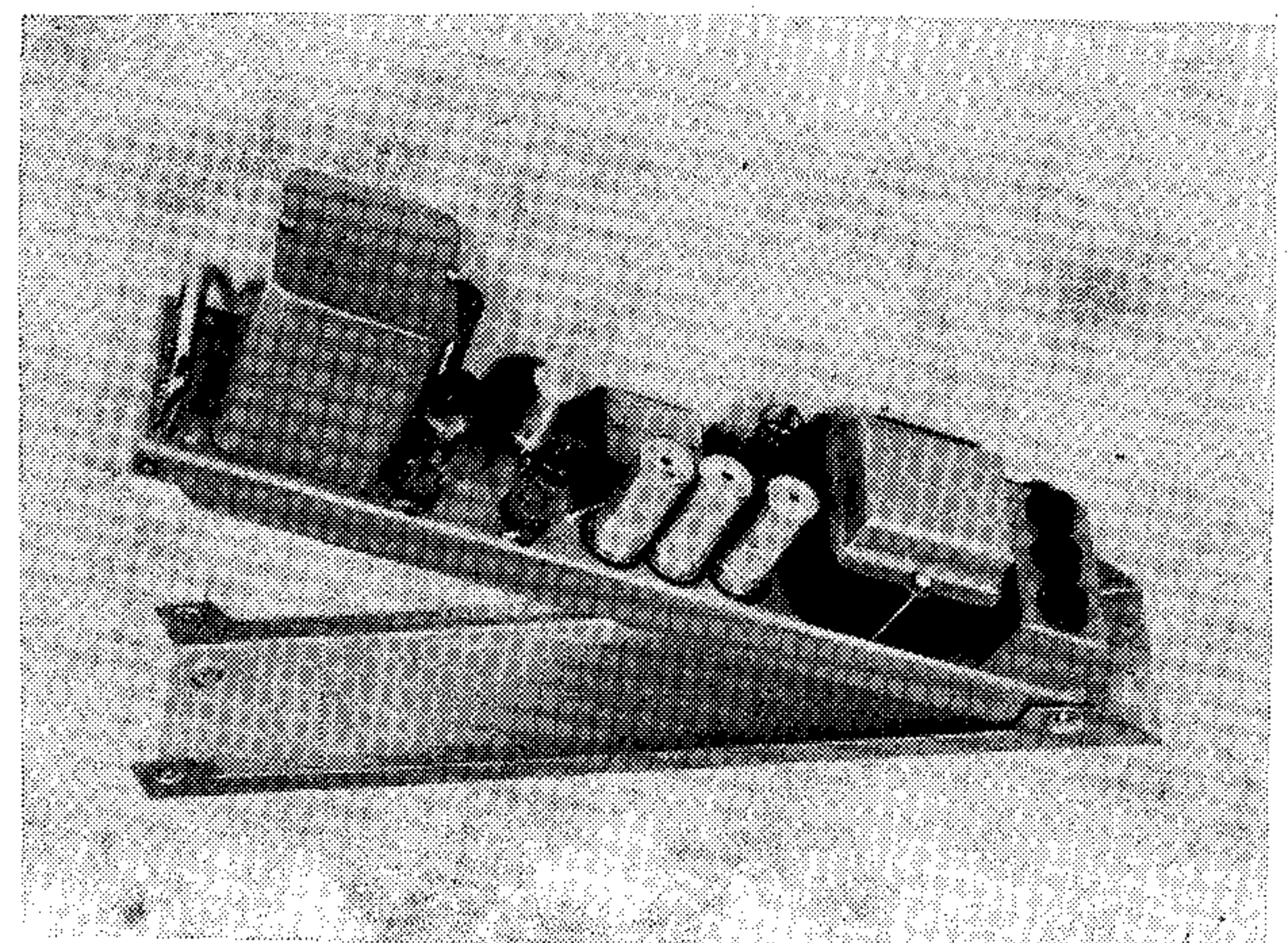
A rugalmas, csavarkötéses, sínés és felfüggesztéses (beakaszthatós) betéterősítők egy-egy jellemző típusának fényképét az 1., 2., 3., valamint 4. ábrán; az ezekkel az erősítőkkel megépített „egyedi” stúdióasztal jellemző típusának a fényképét az 5., 6. és 7. ábrán láthatjuk.

2. Tipizált építőelemes stúdióberendezés betéterősítői. Első (elektroncsöves) generációs család

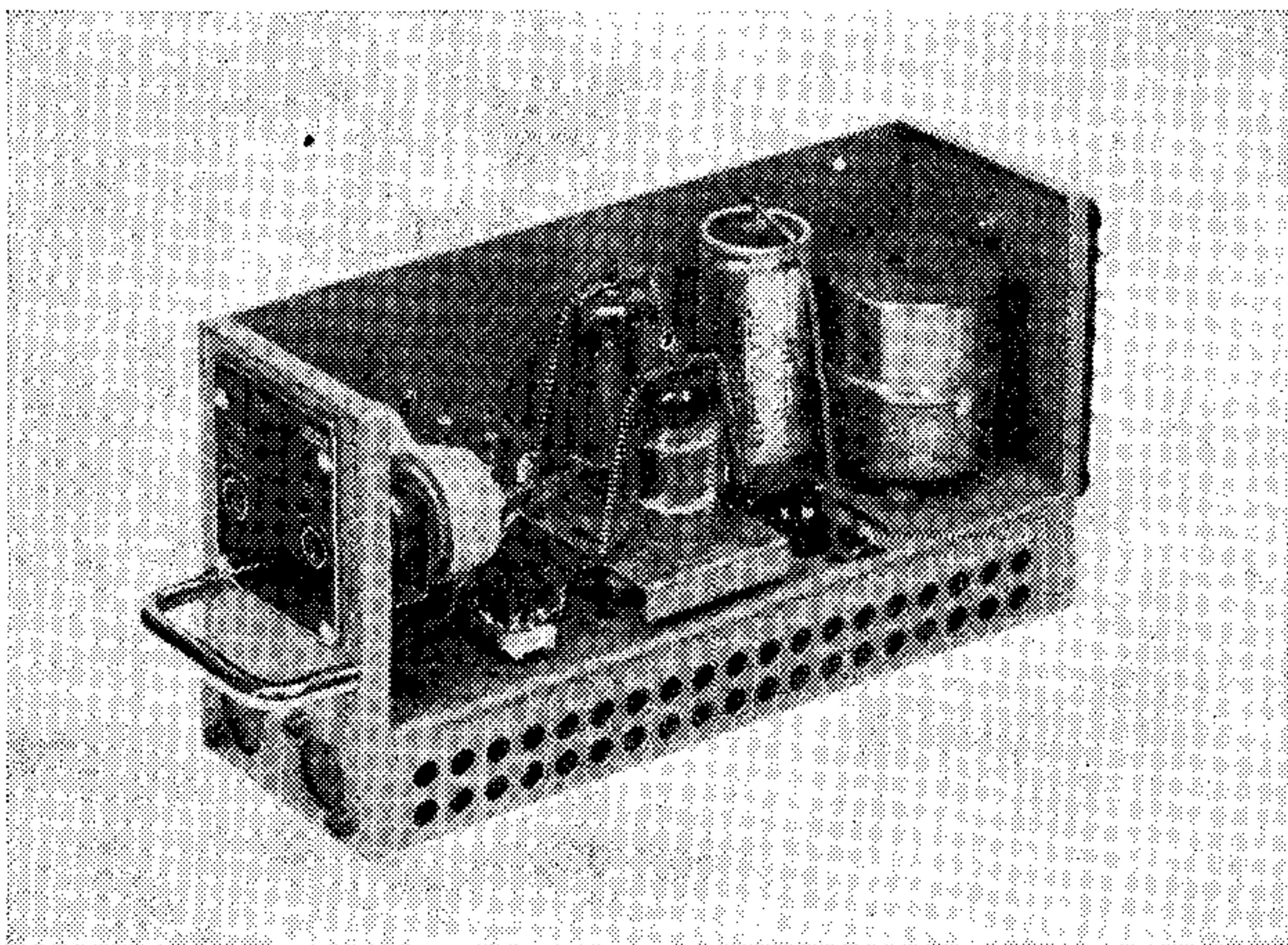
Az egyedi jellegű rádió és hangosítási stúdióberendezéseink belföldi és exportszállítása felkeltették az igényt berendezéseink iránt. A megnövekedett mennyiségi és variációs igénye-



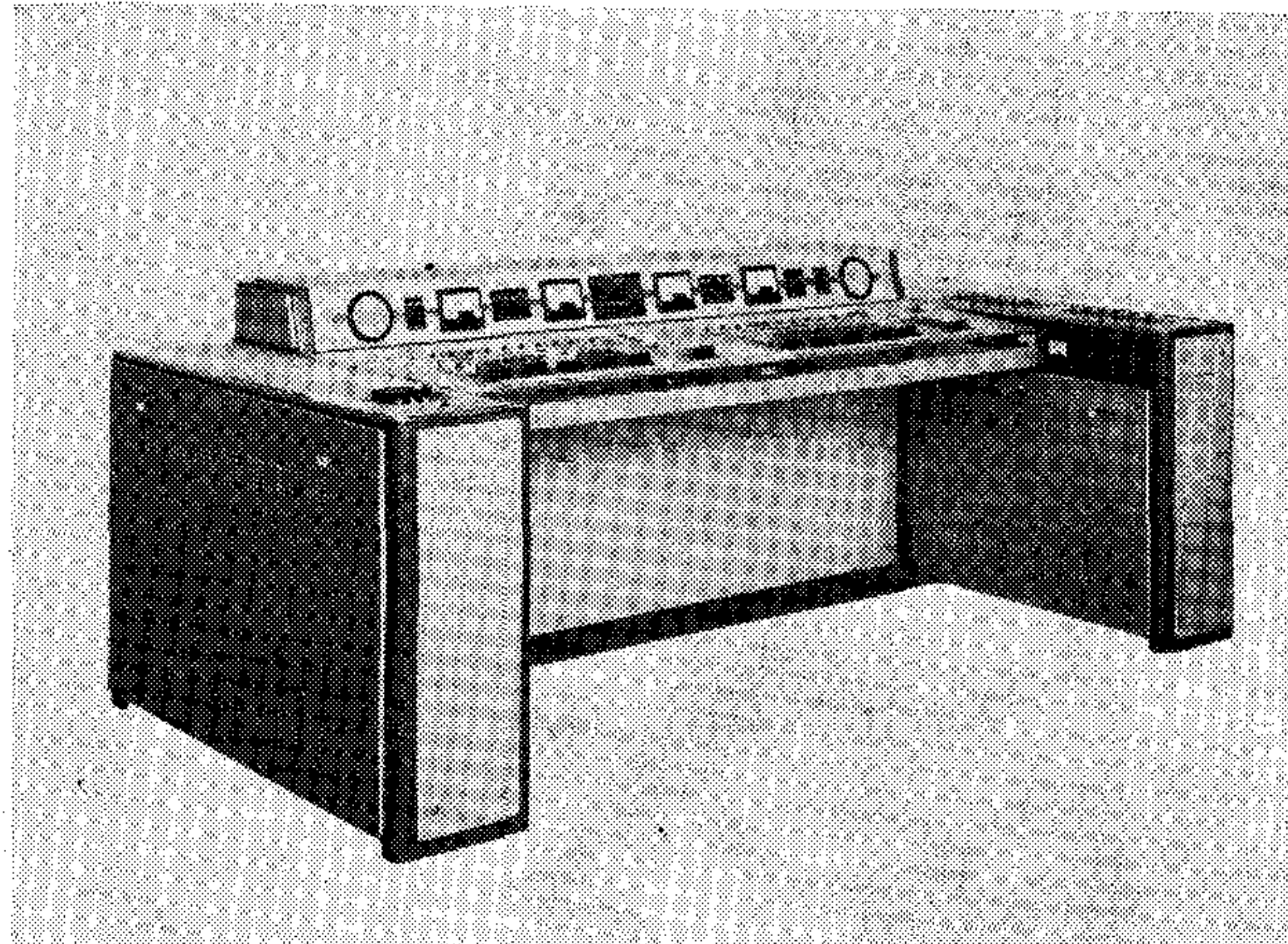
1. ábra



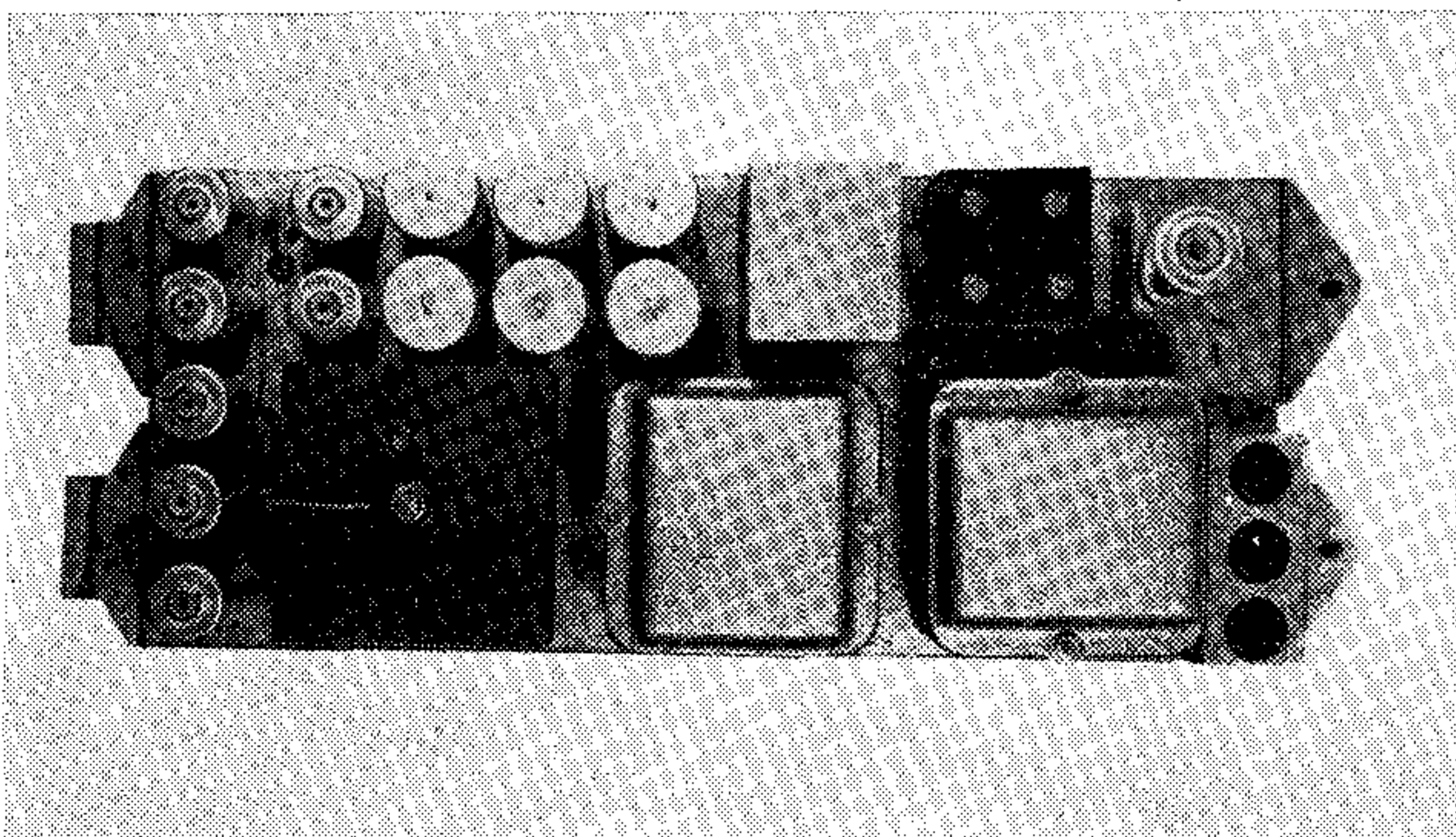
2. ábra



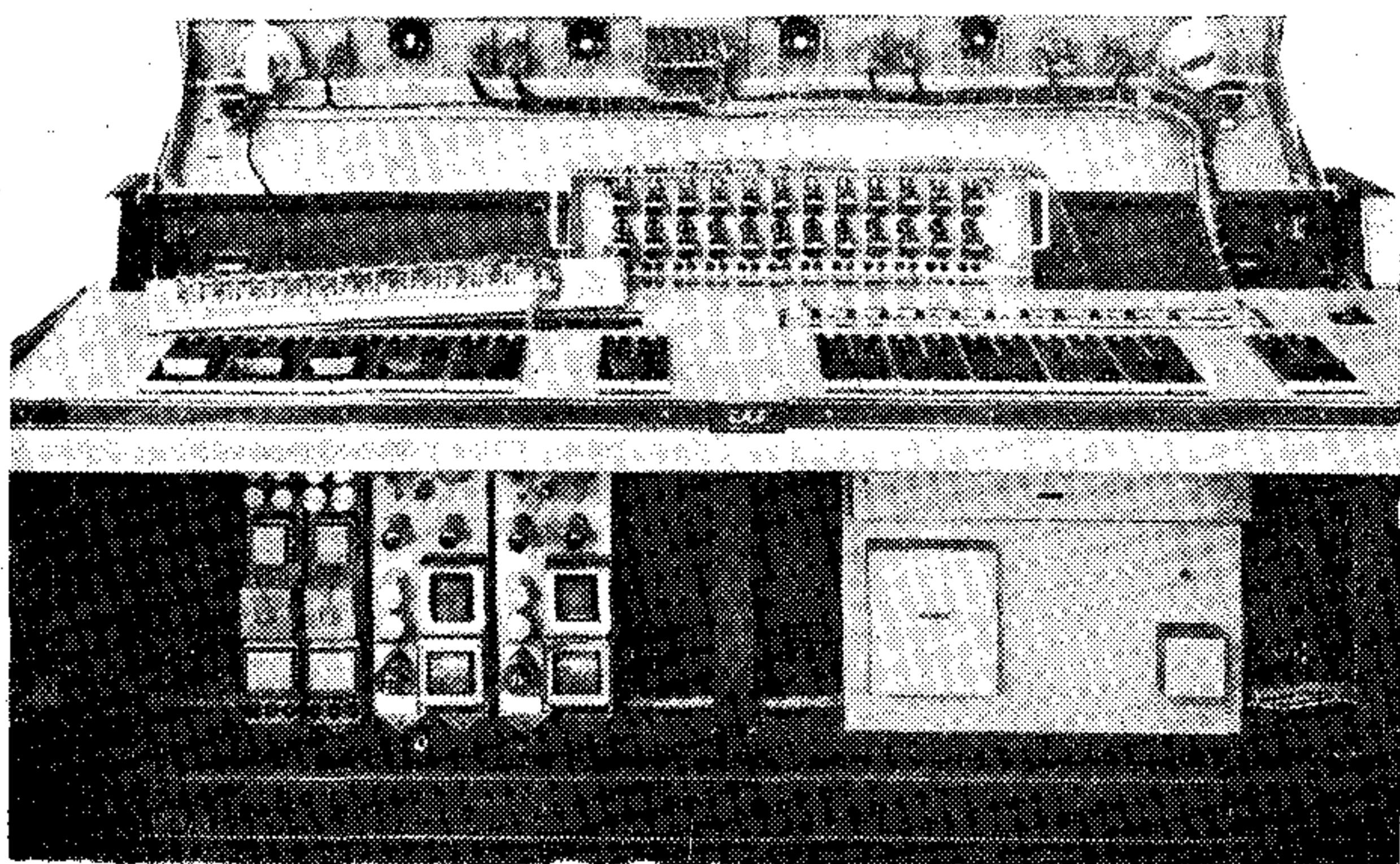
3. ábra



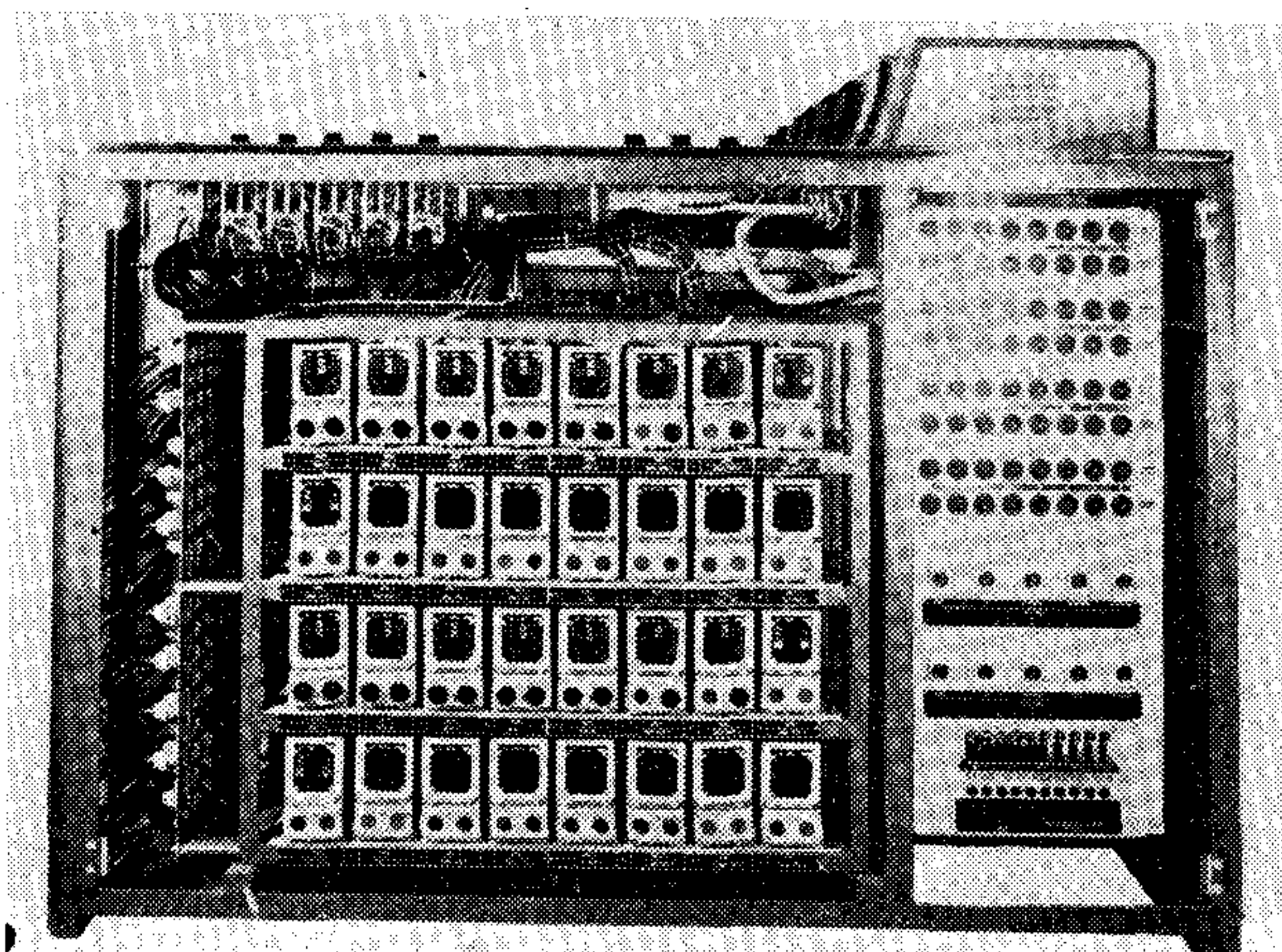
7. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

ket az „egyedi” rendszerrel már nem lehetett kielégíteni; a stúdióberendezéseket mind konstrukciós, mind technológiai szempontok miatt fejlettebb szemlélettel át kellett dolgozni.

A megoldást, annak konstrukciós-technológiai-gazdaságossági eredményeit részletesen ismertettük a „Stúdió-vázszerkezetek fejlődése” című cikkünkben; az ismétlések elkerülése érdekében az alábbiakban csak a betéterősítők ismertetésére szorítkozunk.

Konstrukciós megoldás:

A megnövekedett éves darabszámok lehetővé tették a szerszámozottsági fok növelését, valamint a műanyag technológia merészebb alkalmazását és gyártmányainknál kooperációs kezelésmóddal az alumínium présöntő technológia bevezetését.

A konstrukciós tipizálással elértük, hogy a stúdióasztalokhoz szükséges összes betéterősítőt négy méretben alakíthattuk ki; amikor is a betéterősítők magassági, mélységi méretei mind a négy csoportban azonosak, a szélességi (rack-modul) méretei pedig:

50 mm szélességű, „1”-es modulegység,
100 mm szélességű, „2”-es modulegység,
200 mm szélességű, „4”-es modulegység,
400 mm szélességű „8”-as modulegység.

A tipizálást odáig fokoztuk, hogy még a perifériális jellegű elektromos egységeket is ilyen betolható modulfiókba építettük be; pl. kis telefonközpontokat, illetve kapcsolósávokat is.

Lényeges konstrukciós változás volt az, hogy amíg az egyedi jellegű stúdióberendezéseknél a betéterősítők az asztalvázon belül nyertek elhelyezést, ennél az első generációs családunknál a betéterősítők kikerültek az asztal külső felületeire; pontosabban az asztallapra és az asztal első homloklapjára.

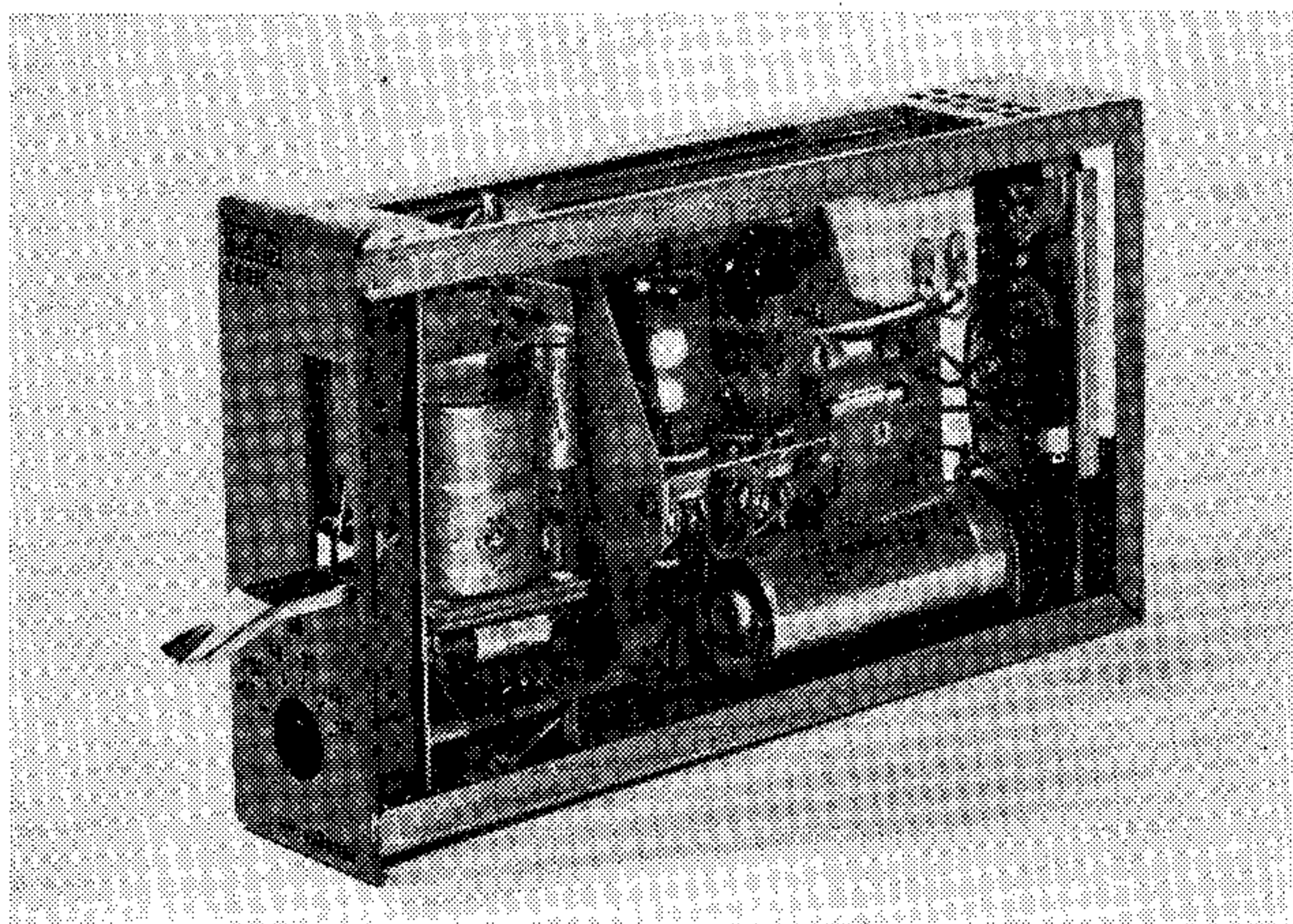
Ez a konstrukciós megoldás lényeges változtatást kívánt a mechanikai megmunkálások pontosságában, felületi minőségében, kikészítési igényben; valamint a kábelezési technológiában. A leglényegesebb konstrukciós fejlődés, mely ennél a csoportnál bevezetésre került: a nyomtatott áramköri konstrukció bevezetése.

Technológiai-gyártási feltételek:

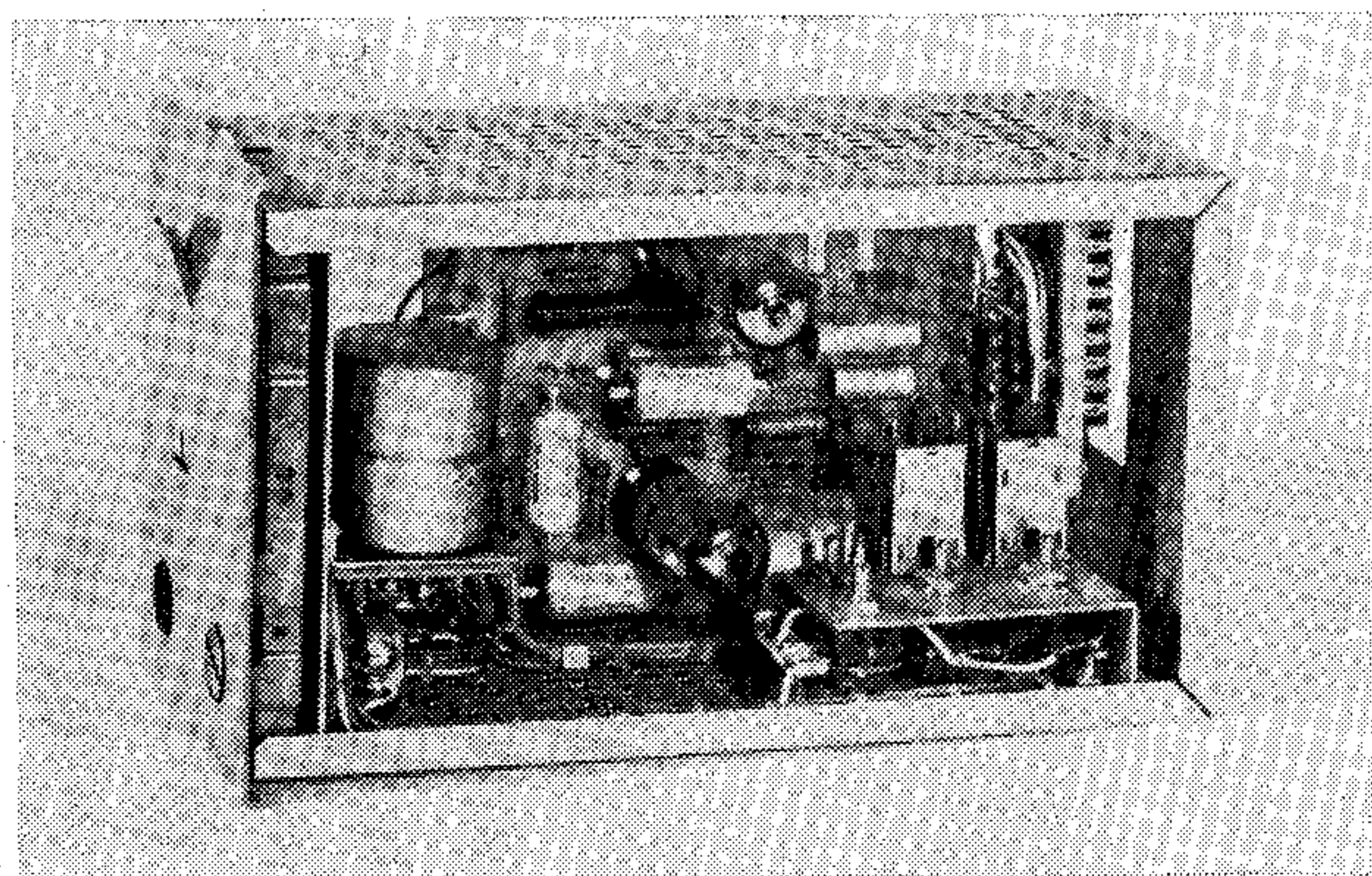
- a stúdióasztalok éves darabszáma lényegesen megnőtt, emiatt a betéterősítők darabszáma 10 000 db/év nagyságrendre fejlődött.
- a szerszámozottsági fok annyira megnőtt, hogy a szakképzett munkahelyek jelentős részét betanított munkásszámmal tudtuk helyettesíteni.
- a szerszámozottsági fok növelésével a tűrések nagysága csökkent, felületi finomság-csereszabotosság nőtt.
- a látható felületek alkalmazása miatt bevezetésre került a csiszolt-fényes festéstechnológia, szitanyomásos feliratozási technológia, gravírozással kialakított feliratozási technológia.
- az általunk előállított érintkező kontaktusoknál kooperációs kezelésben bevezettük a galván-ródiumozást.

- házon belül és kooperációs kezelésben megvalósítottuk a nyomtatott huzalozású technológiát; létrehoztuk a nyomtatott huzalozás szitanyomó műhelyt.
- kábeleléstechnológiában ez a betéterősítő-rendszer már érezte kedvező hatását. Ugyanis, mivel a bemenő-erősítők közvetlenül az asztallapon nyertek elhelyezést (sőt, ezek hozták létre az asztallapot), a szabályozók-előerősítők közötti kábelkötegeket megtakaríthattuk. Ez a megtakarítás asztalsúlyban, zajszintjavulásban, gyártási időben, anyagárban egyaránt kedvezően hatott.

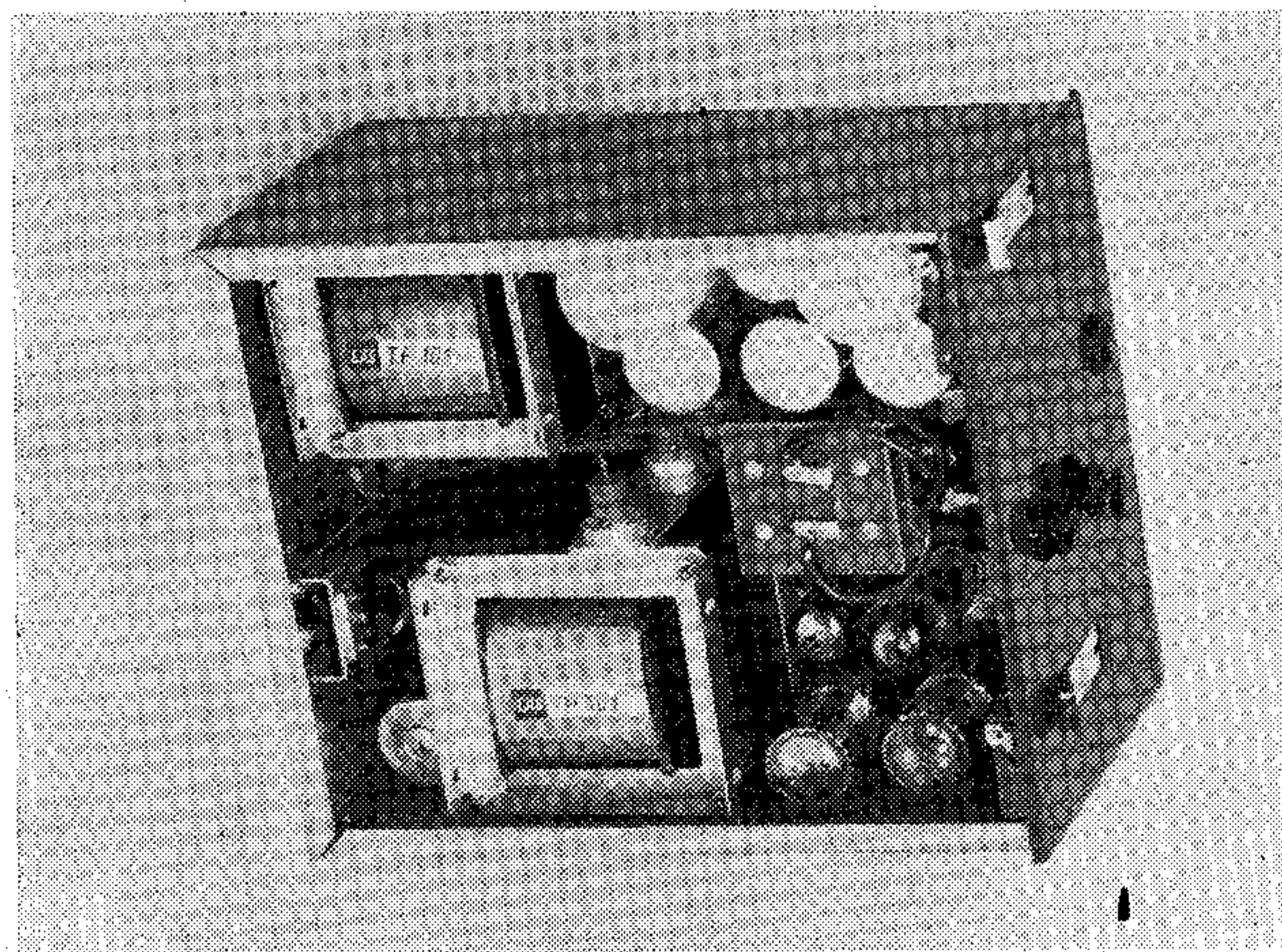
Az 1-es, 2-es, 4-es, 8-as betéterősítők egy-egy jellemző egységét, valamint az első generációs családu betéterősítőkből felépített tipizált stúdióasztalnak egy jellemző fényképét a 8., 9., 10., 11. és 12. ábrákon láthatjuk.



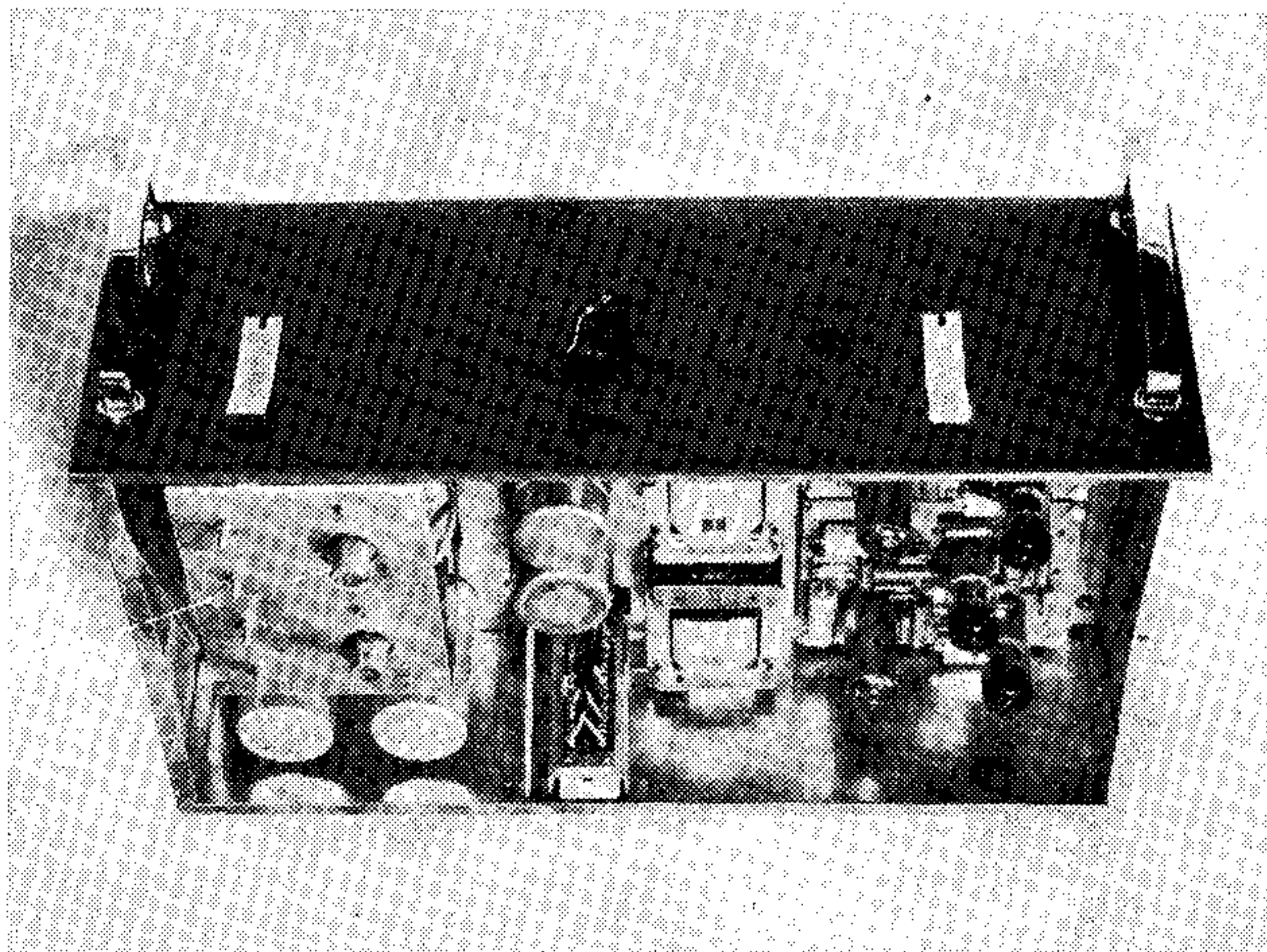
8. ábra



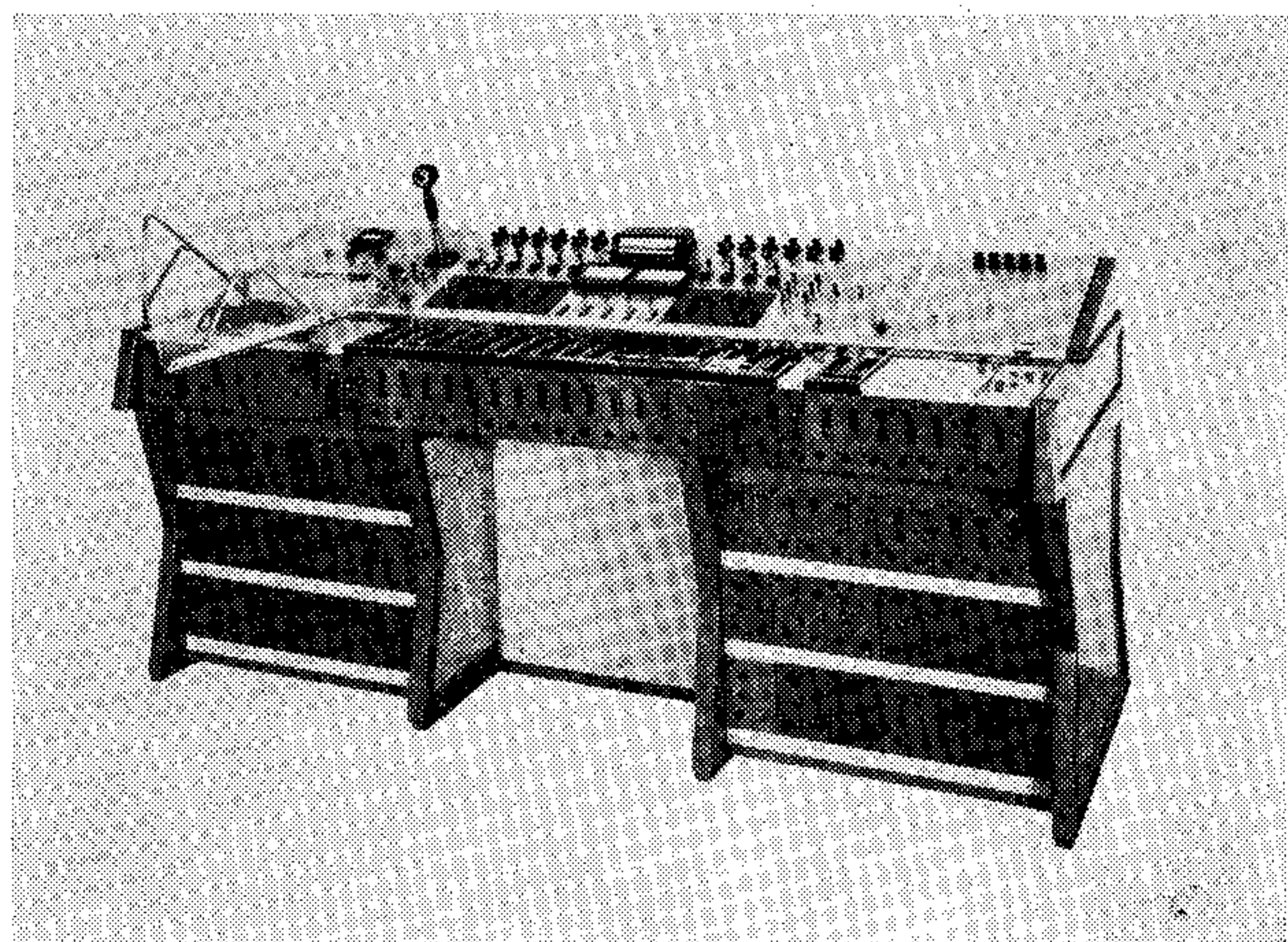
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

3. Második generációs család betéterősítői (tranzisztorizált stúdiórendszer)

Konstrukció alapelve:

Lényegében az első generációs család konstrukciós-tipizálási eredményeit építettük tovább.

Néhány legjellemzőbb továbbfejlődés:

- az elektroncsöveket tranzisztorokkal váltottuk fel,
- az összes erősítő betétegység az asztallapon nyert elhelyezést,
- az erősítőkben alkalmazott kapcsolók jelentős részét házon belül állítottuk elő, saját konstrukciónk alapján,
- kontaktusoknál a keményaranyozást bevezettük,
- kikészítés vonatkozásában a matt-esiszolt festési eljárást, valamint a passzívált horganyozást írtuk elő,
- a konstrukciók jelentős megoldásainál szabadalom-szintet értünk el; mind elektromos, mind mechanikus vonatkozásban.

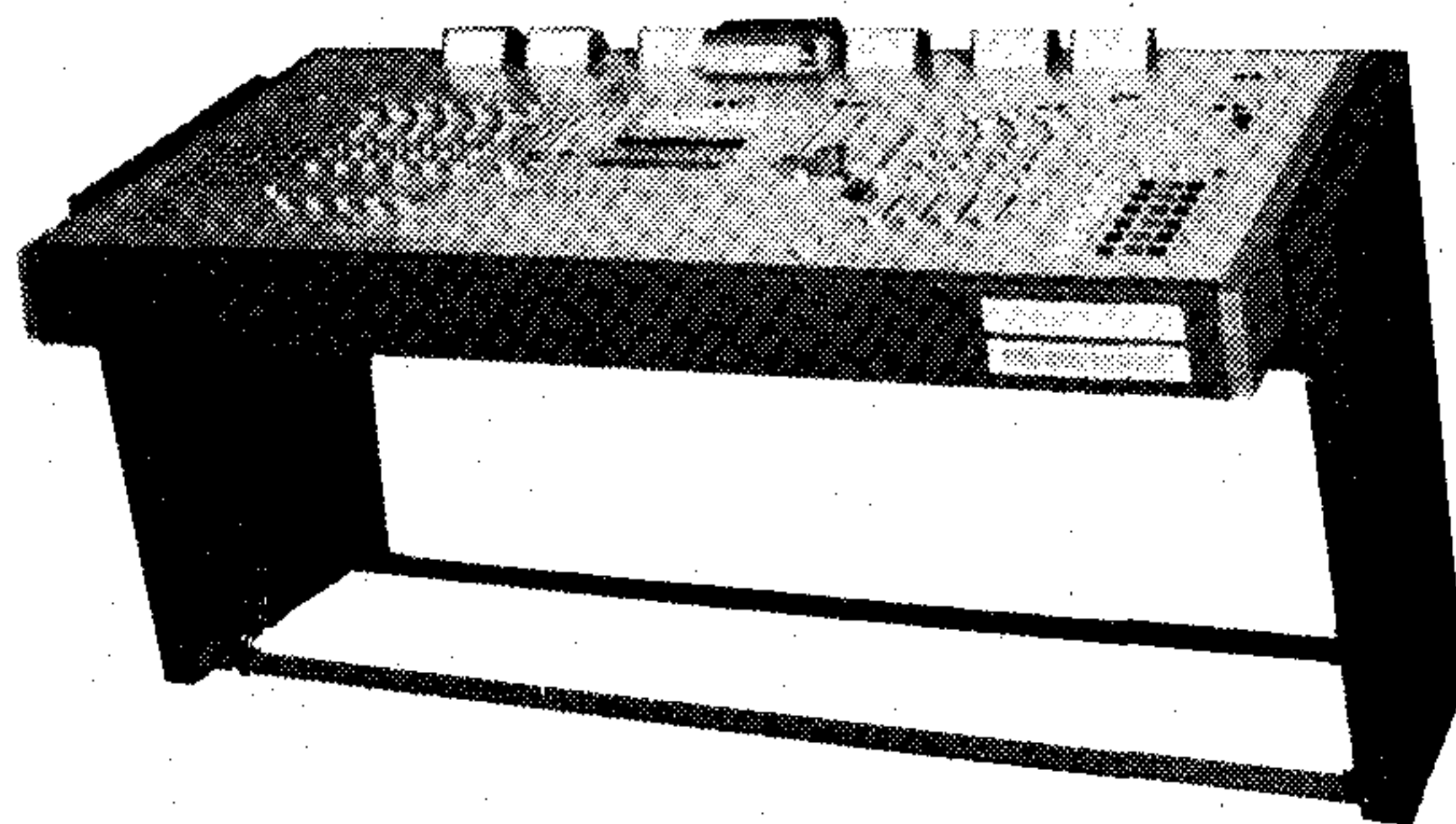
Technológiai-gyártási feltételek:

Az első generációs család tipizálási tapasztalatai alapján a második generációs rendszerünk tipizálási-technológiai feldolgozásánál további jelentős eredményeket értünk el, melyek alkalmazhatóságát és eredményességét a növekvő darabszám mindinkább biztosította:

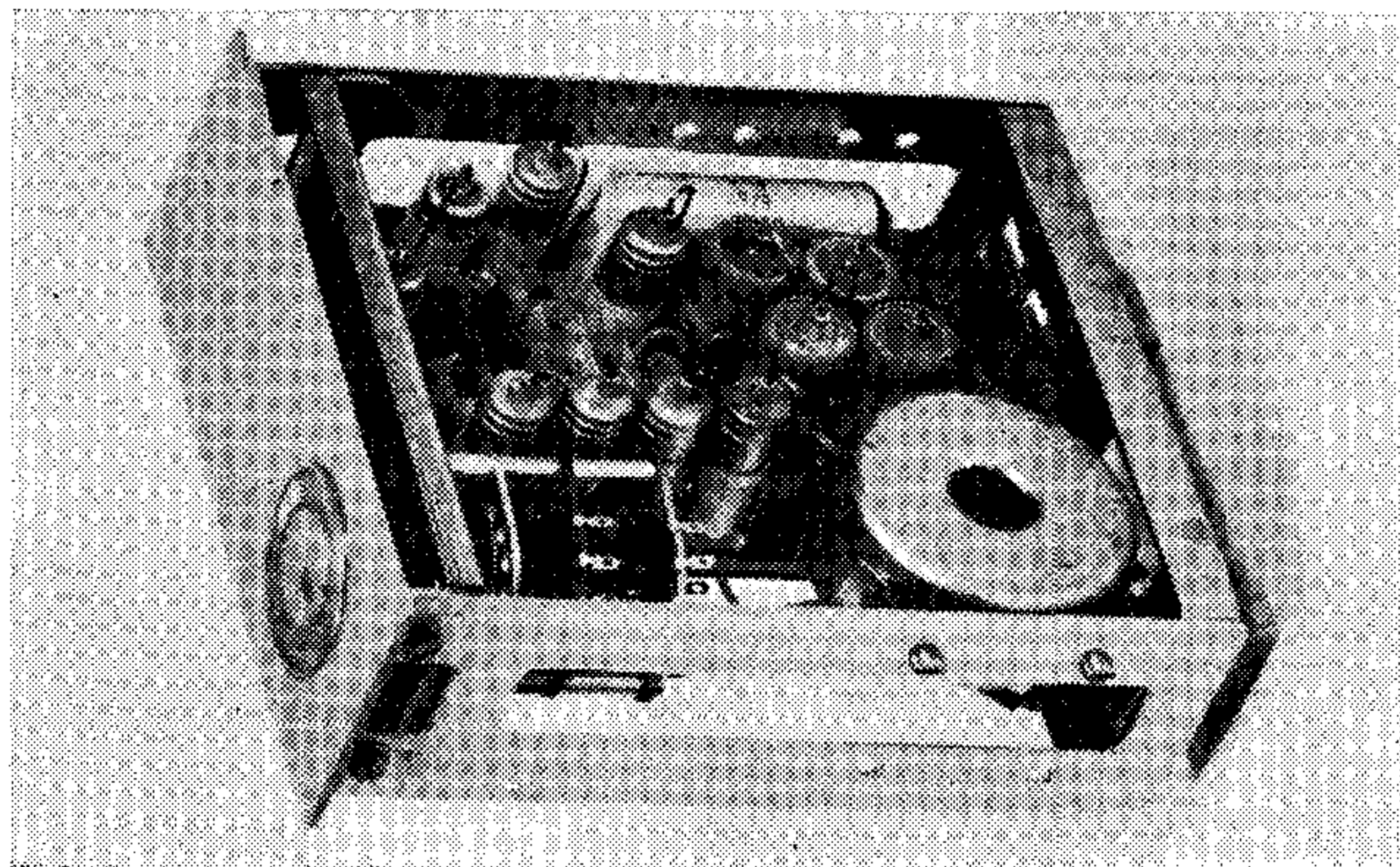
- műhelyeinkben betanítottuk a tranzisztorteknikát,
- műhelyeink és laboratóriumaink számára biztosítottuk a tranzisztorteknikához szükséges műszerparkot,
- saját gyártású kapcsolók miatt a finom tűrésű sajtolástechnikát honosítanunk kellett,
- kidolgoztuk a keményaranyozási technológiát, illetve külföldi minták variációiból a számunkra optimális francia módszert-eljárást választottuk ki; s ezt üzemünkben kísérleti szinten bevezettük,

- kidolgoztuk az apró kontaktusok miniatűr dobban való keményaranyozási technológiáját a hozzá szükséges berendezéssel együtt,
- a galvanizálási felületvédelem fokozása érdekében kiválasztottuk azt a legkedvezőbb, belső felületeknél alkalmazható technológiát, amelyik leginkább megfelel az általunk támasztott követelményeknek. Kísérleteink szerint ez a galvanizálási technológia a fényes horganyzás, utólagos krómkezeléssel (passzíválás),
- a konstrukciós megoldás eredményeként tovább csökkent a kábelezési probléma; lényegében az egyedi stúdióasztalokra jellemző kábelkötegek a betéterősítők fejlesztése következtében gyakorlatilag elmaradtak.
- a műanyag technológia tovább fejlődött; gyakorlatilag a lehetséges helyeken műanyagokat használunk. Ezen belül megoldottuk a „plexiglas” anyag fröccsölési technológiai problémáit.

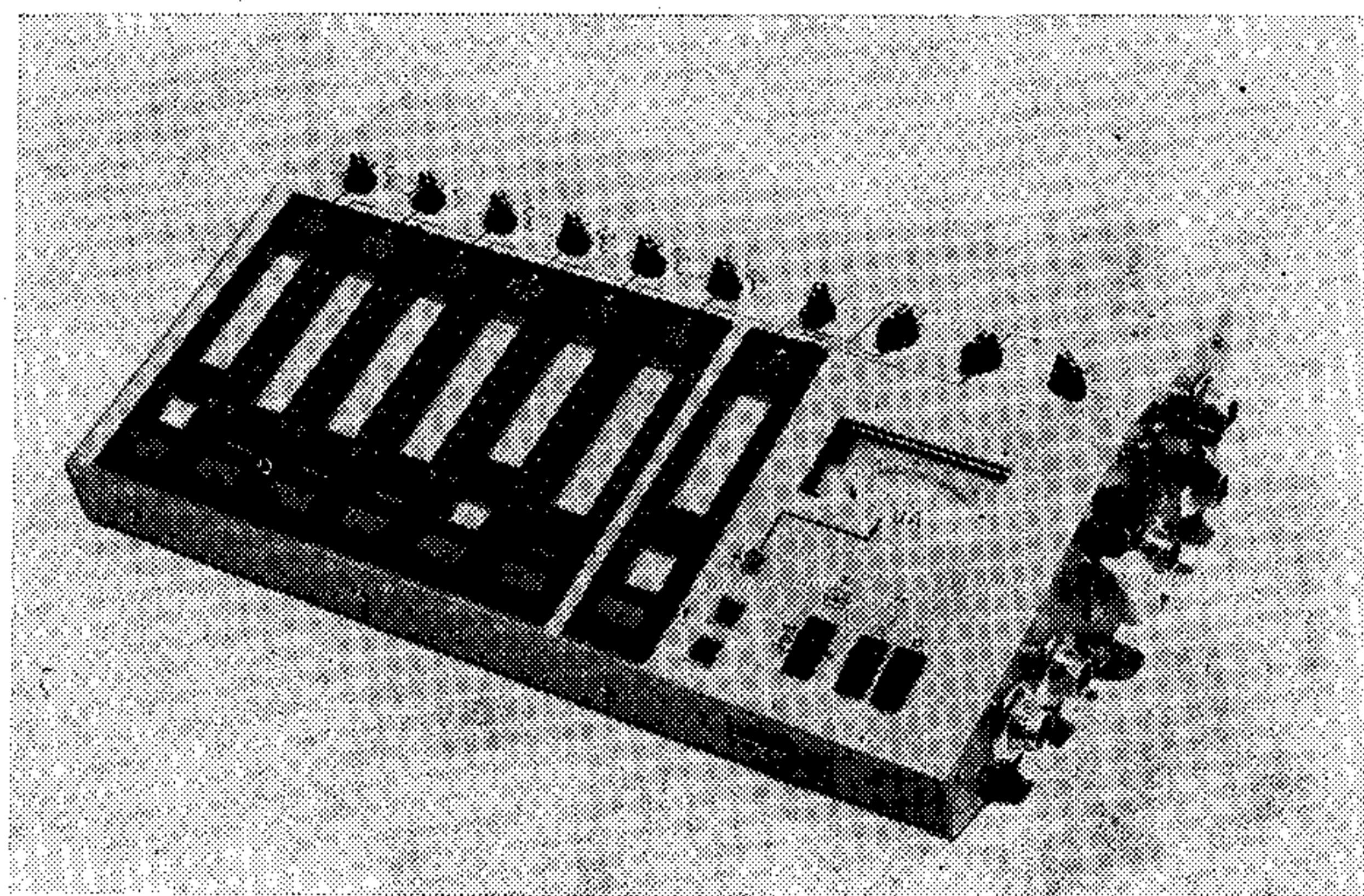
A második generációs család betéterősítőinek jellemző megoldásait a 13., 14., 15. ábrákon; ezen betéterősítőkből összeépített második generációs stúdióasztalt a 16. ábrán láthatjuk.



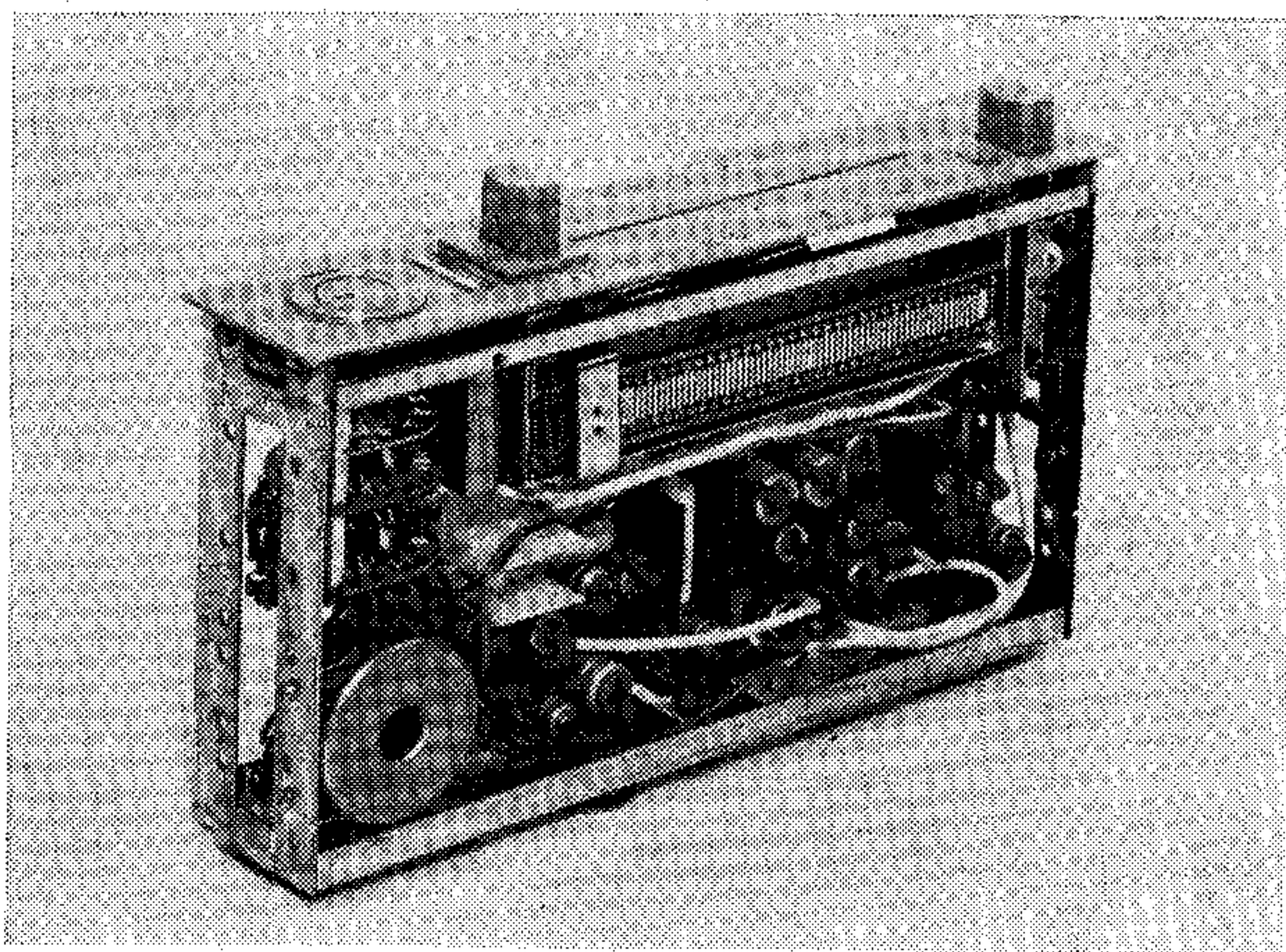
16. ábra



13. ábra



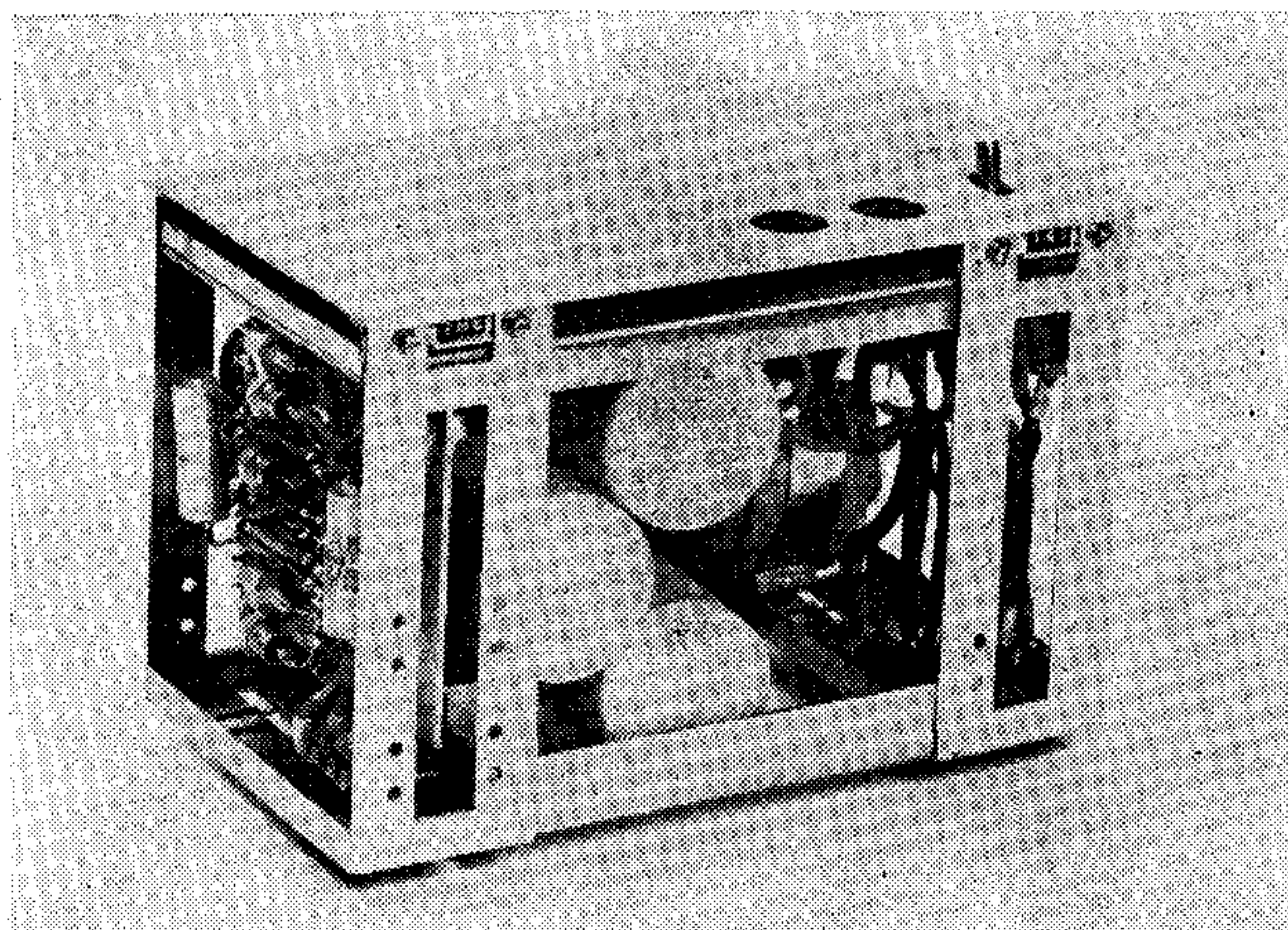
17. ábra



14. ábra



18. ábra



15. ábra

4. Harmadik generációs stúdiócsalád (IC technika alkalmazása)

A harmadik generációs elemekre épült berendezések, ezekkel való kísérletek vállalatunknál megindultak. Ma még ezen új technika konstrukciós és technológiai általános bevezetése nem történt meg; ennek az új technikának honosítását tervezzük ebben az ötéves tervben.

A kezdeti lépéseknél már elértünk néhány szép eredményt; többek között kidolgoztuk a riportercélra alkalmas IC technikával megépített stúdióegységünket, azonban általánosan bevezetett helyzetről még nem számolhatunk be.

A tranzisztoros és IC technika összehasonlítására bemutatjuk a 17. és 18. ábrákat; a fejlődés egyszeri ránézéssel is könnyen lemérhető.

Kovács György – Siminszky Fedor
Elektroakusztikai Gyar

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.376.3:621.394.542.1

Dr. Izsák M.:

Hangfrekvenciás FM távírórendszerek

HÍRADÁSTECHNIKA XXIII. (1972) 10. sz.

A cikk a korszerű frekvenciamodulált távírórendszerek működését és lényeges tulajdonságait tárgyalja, összehasonlítva az amplitúdó-modulált rendszerekkel. Ismerteti az FM rendszerek néhány érdekes áramkörét, majd a csatornákon átvihető teljesítménnyel foglalkozik.

ETO 621.395.344.6:621.395.38:681.327.8

Dr. Tarnayné Bártfai É.—Balogh P.—Dr. Varga A.:

Digitális jelátvitel crossbar távbeszélő-központban

HÍRADÁSTECHNIKA XXIII. (1972) 10. sz.

A szerzők a 64 kbit/s és 2 Mbit/s sebességtartományban megvizsgálták egy 20 000 előfizetőjű crossbar telefonközpont kapcsológépeinek digitális jelátviteli sajátosságait. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a TTL szintű jel átvitele a vizsgált szakaszban 1,024 Mbit/s jelsebesséig 10^{-7} és 10^{-8} közötti hibaaránnal megvalósítható. Két digitális átviteli csatorna esetén a szomszédos analóg csatornáknál a zajfeszültségnek sem objektív, sem pszofometrikus értéke nem nőtt.

ETO 681.325.65.06

Dr. Flesch I.—Dr. Ruppenthal P.:

Programozható áramkörvizsgáló automata

HÍRADÁSTECHNIKA XXIII. (1972) 10. sz.

A cikk olyan berendezés szolgáltatásait és programrendszerét ismerteti, amely tetszés szerinti második és harmadik generációs elemekből felépített logikai áramköröket tartalmazó kártyák automatikus vizsgálatára alkalmas.

ETO 621.372.2:681.3.06

Dr. Csurgay Á.—Dr. Géher K.—Dr. Házman I.:

Helyzetkép a hálózatelmélet fő fejlődési irányairól

HÍRADÁSTECHNIKA XXIII. (1972) 10. sz.

A hálózatelmélet az elektronikus áramkörök tervezési módszereit alapvetően meghatározó tudományág. A felhasználó orientált programrendszerek segítségével az áramkör specifikációjának megadásától az áramkör rajzdokumentációjának elkészítéséig terjedő tervezési feladat több lépése számítógéppel elvégezhető. A szerzők jellegzetes példákat mutatnak az analóg és digitális, a passzív és aktív, az elosztott paraméterű és koncentrált paraméterű, valamint a lineáris és nemlineáris áramkörök elméletének újabb, kb. 1970-ig publikált eredményeire.

Zusammenfassungen

DK 621.376.3:621.394.542.1

Dr. Izsák, M.:

Frequenzmodulierte Tonfrequenz-Telegraphie-Systeme

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) № 10

In dem Artikel werden die Funktion und wesentlichen Eigenschaften der modernen frequenzmodulierten Telegraphiesysteme im Vergleich mit den amplitudenmodulierten Systemen erörtert. Einige interessante Schaltungen der FM-Systeme werden erörtert, ferner wird es mit der durch die Kanäle übertragbarer Leistung beschäftigt.

Обобщения

ДК 621.376.3:621.394.542.1

Д-р Ижак, М.:

ЧМ телеграфные системы звуковой частоты

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIII. (1972) № 10.

Статья излагает работу и важнейшие параметры ЧМ телеграфных систем, по сравнению с АМ системами. Описаны некоторые интересные схемы ЧМ систем, а потом определена передаваемая мощность.

ДК 621.395.344.6:621.395.38:681.327.8

Д-р Тарнай, Э.—Балог, П.—Д-р Варга, А.:

Цифровая передача сигналов в координатных АТС

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIII. (1972) № 10.

Авторы испытывают свойства цифровой передачи сигналов соединителей координатной АТС с 20 000 абонентами в области скоростей 64 кбит/сек—2 мбит/сек. Результаты измерений показывают, что передача сигналов уровня ТТЛ осуществляется интенсивностью отказов между 10^{-7} — 10^{-8} до скорости 1,024 мбит/сек в испытанном участке. В случае двух каналов цифровой передачи не растет ни объективная ни психометрическая величина напряжения шумов в соседних аналоговых каналах.

ДК 681.325.65.06

Д-р Флеш, И.—Д-р Руппентал, П.:

Автоматическое устройство с возможностью программирования для испытания логических схем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXXIII. (1972) № 10.

Статья излагает услуги и систему программы устройства, подходящего к автоматическому испытанию карт любых логических схем, построенных из элементов второй и третьей генерации.

ДК 621.372.2:681.3.06

Д-р Чургаи, А.—Д-р Гехер, К.—Д-р Хазман, И.:

Обзор о важных направлениях развития теории цегей

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIII. (1972) № 10.

Теория цегей является отраслем науки, поддерживающая методы проектирования электронных схем. С помощью систем программирования употребительного характера, некоторые шаги задачи проектирования могут быть исполнены с ЭВМ, исходя из определения спецификации до изготовления чертежной документации. Авторы показывают характерные примеры по новым результатам, опубликованным до около 1970, теории линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых, активных и пассивных схем с дискретными и распределенными параметрами.

Summaries

UDC 621.376.3:621.394.542.1

Dr. Izsák, M.:

Voice Frequency FM Telegraph Systems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) № 10.

Function and essential properties of up-to-date frequency-modulated telegraph systems compared with AM systems are discussed in the paper. Some interesting circuits of the FM systems are presented and the power to be transmitted through the channel is dealt with.

DK 621.395.344.6:621.395.38:681.327.8

Frau Dr. Tarnay, É. Bártfai—Balogh, P.—Dr. Varga, A.:

Digital-Signalübertragung in Crossbar-Fernsprechvermittlungsstellen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

Die Verfasser haben im Geschwindigkeitsbereich von 64 kbit/s und 2 Mbit/s die digitale Signalübertragungseigenschaften der Schaltmaschinen einer Crossbar-Fernsprechvermittlungsstelle mit 20 000 Abonnenten geprüft. Die Messergebnisse weisen darauf hin, dass die Übertragung des Signals vom TTL-Pegel kann im geprüften Bereich — bis einer Signalgeschwindigkeit von 1,024 Mbit/s — mit einem Fehlerrate zwischen 10^{-7} und 10^{-8} ausgeführt werden. Im Falle von zwei Digitalübertragungskälen haben weder der objektive, noch der psophometrische Wert der Geräuschspannung in den benachbarten analogen Kanälen nicht zugenommen.

DK 681.325.65.06

Dr. Flesch, I.—Dr. Ruppenthal, P.:

Programmierbarer Stromkreis-Prüfautomat

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

In dem Artikel werden die Dienstleistungen und Programmsystemen solcher Einrichtung erörtert, die zur automatischen Prüfung solcher Karten geeignet ist, welche nach Belieben aus Elementen zweier oder dritter Generation aufgebaute logische Stromkreise enthält.

DK 621.372.2:681.3.06

Dr. Csurgay, Á.—Dr. Géher, K.—Dr. Házman, I.:

Eine Übersicht über die wichtigsten Entwicklungstendenzen der Netzwerktheorie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

Die Netzwerktheorie ist ein Wissenschaftszweig, der die Entwurfsmethoden der elektronischen Stromkreise unterstützt. Mit Hilfe von Benutzer-orientierten Programmsystemen können mehrere Schritte der Aufgaben — von der Angabe der Spezifikation bis zur Fertigung der Zeichnungsdokumentation der Stromkreise — mit Rechenmaschine ausgeführt werden. Die Verfasser zeigen charakteristische Beispiele bezüglich der bis etwa 1970 veröffentlichten neuen Ergebnisse der Theorie der analogen und digitalen, der passiven und aktiven Stromkreise, Stromkreise mit verteilten und konzentrierten Parametern, ferner der linearen und nichtlinearen Stromkreise.

UDC 621.395.344.6:621.395.38:681.327.8

Mrs. Tarnay, Bártfai, É.—Balogh, P.—Dr. Varga, A.:

Digital Signal Transmission in a Crossbar Telephone Exchange

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

The authors examined the digital signal transmission properties of the switches of a crossbar telephone exchange having 20 000 subscribers in the speed range from 64 kbit/s to 2 Mbit/s. The results of measurements show that the transmission of signal of TTL level can be realized with an error rate of 10^{-7} and 10^{-8} up to a signal speed of 1,024 Mbit/s. In case of two digital transmission channels neither the objective, nor the psophometric values of the noise voltage increased in the adjacent analogue channels.

UDC 681.325.65.06

Dr. Flesch, I.—Dr. Ruppenthal, P.:

Programmable Automatic Circuit Test Equipment

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

The paper presents the services and programme system of an equipment suitable for the automatic test of boards comprising logic circuits constructed arbitrarily of second or third generation elements.

UDC 621.372.2:681.3.06

Dr. Csurgay, Á.—Dr. Géher, K.—Dr. Házman, I.:

General Survey Over the Main Development Trends of the Network Theory

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

Network theory is a branch of science supporting design methods of electronic circuits. By means of user-oriented programme systems several steps of the design task starting from the determination of the specification of the circuit to the preparation of the drawing documentation can be achieved by a computer. The authors give characteristic examples concerning the results, published until about 1970, of analogue and digital, passive and active circuits, circuits with distributed and concentrated parameters as well as linear and nonlinear circuits.

Résumés

CDU 621.376.3:621.394.542.1

Dr. Izsák, M.:

Systemes de télégraphie à modulation de fréquence sur fréquences vocales

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10

L'article traite le fonctionnement et propriétés importantes des systèmes de télégraphie à modulation de fréquence sur fréquences vocales, les comparant avec les systèmes AM. Quelques circuits intéressants des systèmes FM, ensuite la puissance transmise par les voies sont examinés.

CDU 621.395.344.6:621.395.38:681.327.6

Mme dr. Tarnay Bártfai, É.—Balogh, P.—dr. Varga, A.:

Transmission de signaux numériques dans les centraux téléphoniques à barres transversales

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

Les auteurs examinent les propriétés de transmission des signaux numériques des commutateurs des centraux téléphoniques à barres transversales à 20 000 abonnés dans le domaine des vitesses 64 kbit/s—2 Mbit/s. Les résultats des mesures démontrent, que la transmission des signaux de niveau TTL peut être réalisée avec un taux d'erreur de 10^{-7} — 10^{-8} jusqu'à une vitesse de 1,024 Mbit/s. En cas de deux voies de transmission numériques, ni la valeur objective ni la valeur psophométrique de la tension de bruit n'a pas augmentée dans les voies analogiques voisines.

CDU 681.325.65.06

Dr. Flesch, I.—Dr. Ruppenthal, P.:

Dispositif programmable pour l'essai automatique des circuits logiques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10.

L'article expose les services et les programmes d'un dispositif convenable à l'essai automatique des cartes comprenant des circuits logiques composés des éléments de deuxième et troisième génération, à volonté.

CDU 621.372.2:681.3.06

Dr. Csurgay, Á.—Dr. Géher, K.—Dr. Házman, I.:

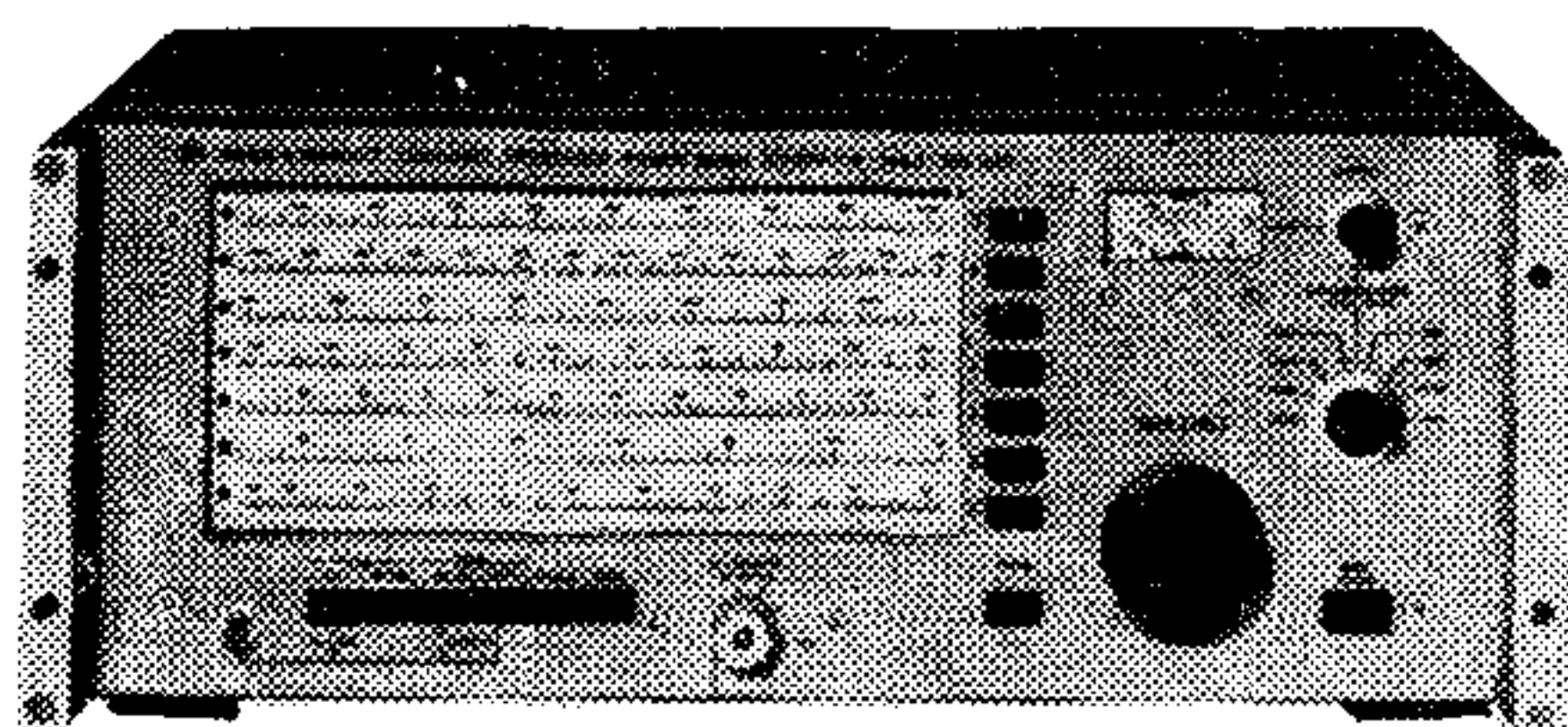
Une revue des tendances principales de la théorie des réseaux

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIII. (1972) N° 10

La théorie des réseaux est une branche de science supportant les méthodes de projet des circuits électroniques. Plusieurs pas de la tâche, partant de la détermination de la spécification usqu'à la préparation de la documentation des dessins de circuit peuvent être faits à l'aide des systèmes de programme orientés selon l'utilisateur, par un ordinateur. Les auteurs montrent exemples caractéristiques en ce qui concerne les résultats plus récents, publiés jusqu'à 1970, de la théorie des réseaux analogiques et numériques, à paramètres concentrés et distribués, linéaires et non-linéaires.

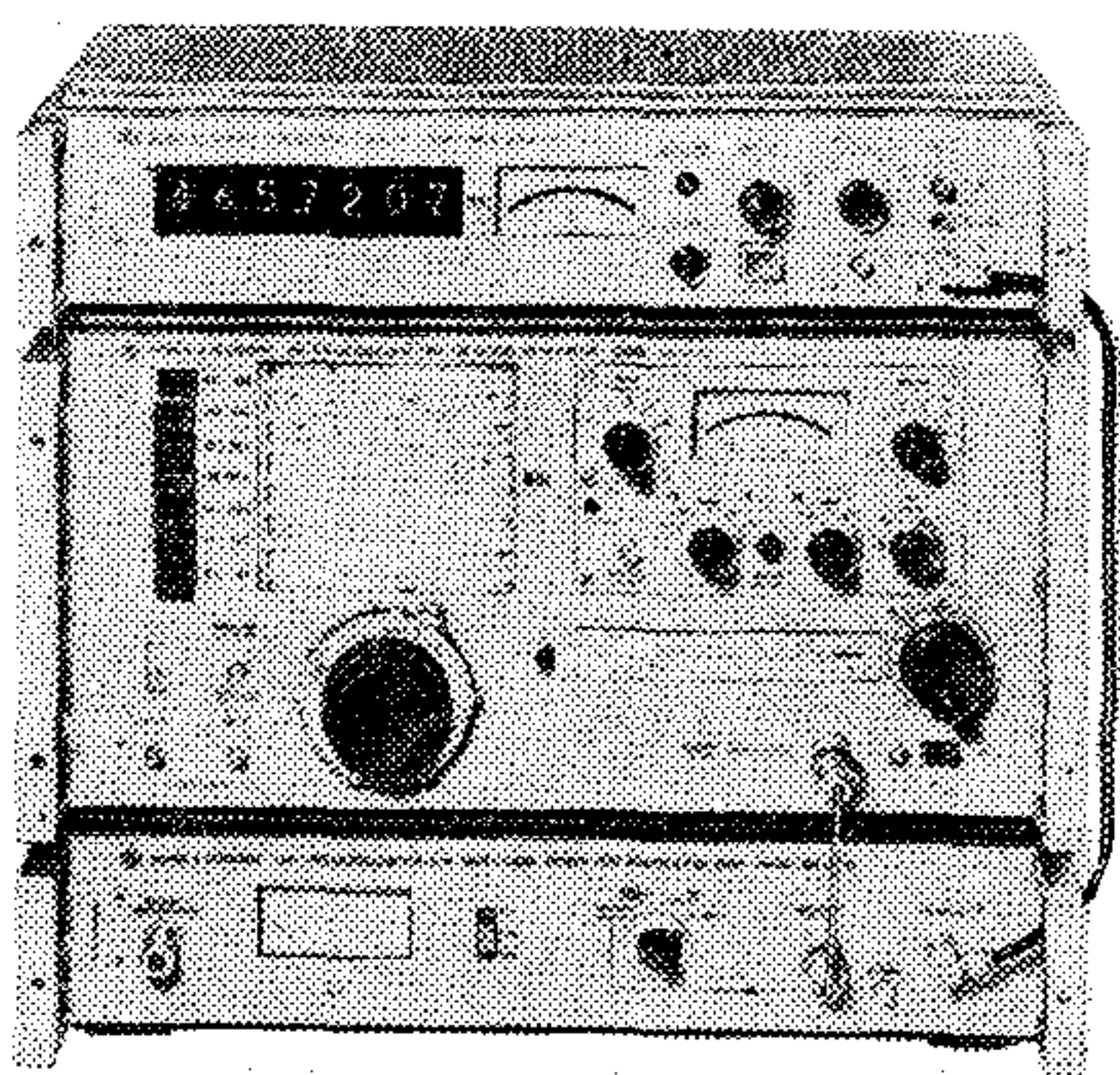
Precíziós elektronikai- és nagyfrekvenciás mérőműszerek

A Rohde-Schwarz cég Európa vezető elektronikus- és híradástechnikai mérőműszer előállítója. Íme a világszerte kitűnő minőségéről ismert mintegy 1000 féle gyártmányból egy kis válogatás:



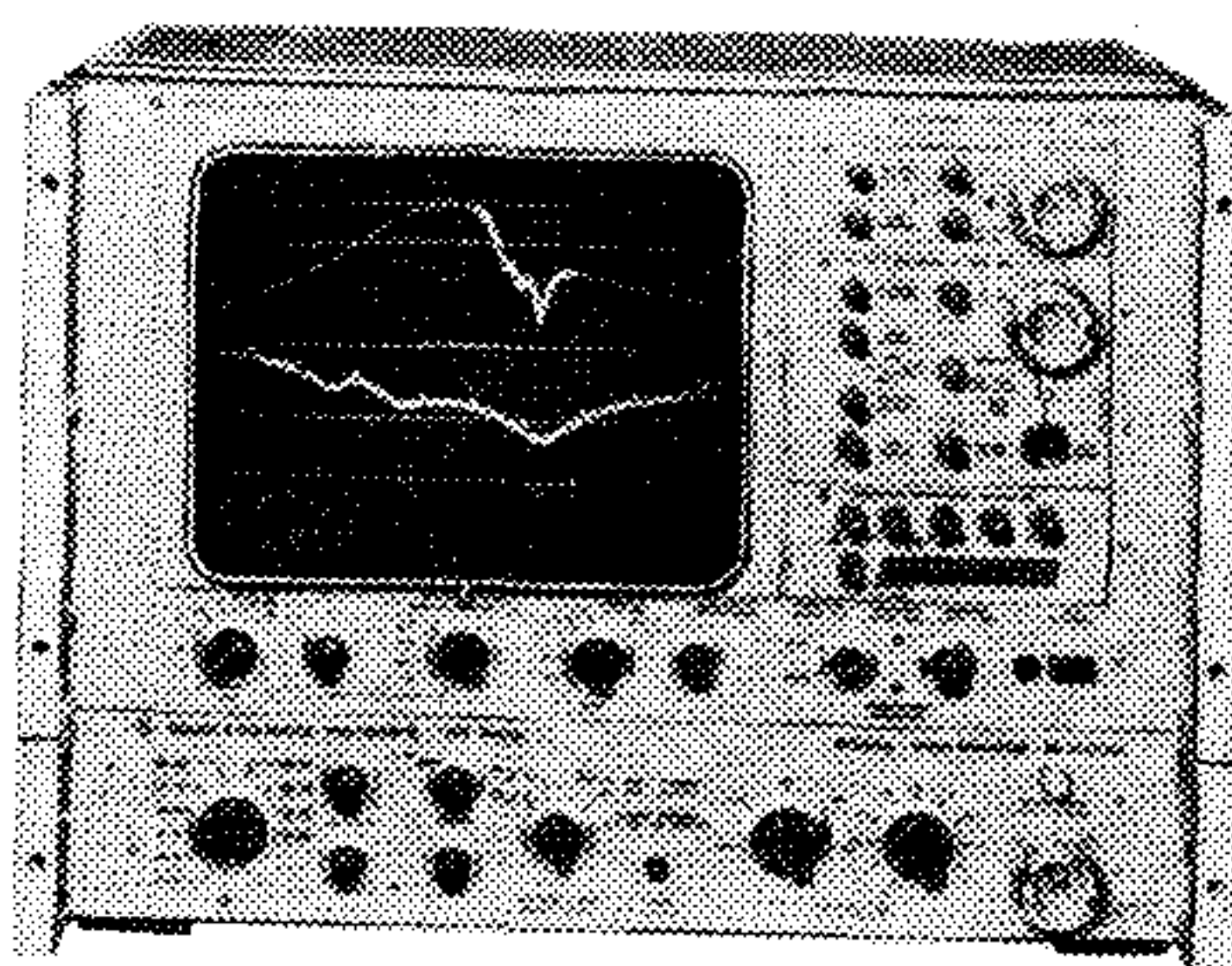
SMLU teljesítmény-mérőadó

Frekvenciatartomány 25–1000 MHz 7 sávra bontva lineáris skálabeosztással, kimenőteljesítmény 2 W, szabályzott. A frekvencia és a kimenőteljesítmény távvezérelhető. Belső (1 kHz, 80%) és külső (1 Hz–10 kHz, 90 %-ig) amplitúdómoduláció. Lehetséges külső frekvenciamoduláció és vobulálás (bármely oszcilloszkóp fűrészfeszültségével), egyszeri frekvencialefuttatás és kvarcpon-tosságú szinkronizáció. Az amplitúdomoduláció nagy modulációs fok esetén is igen lineáris marad.



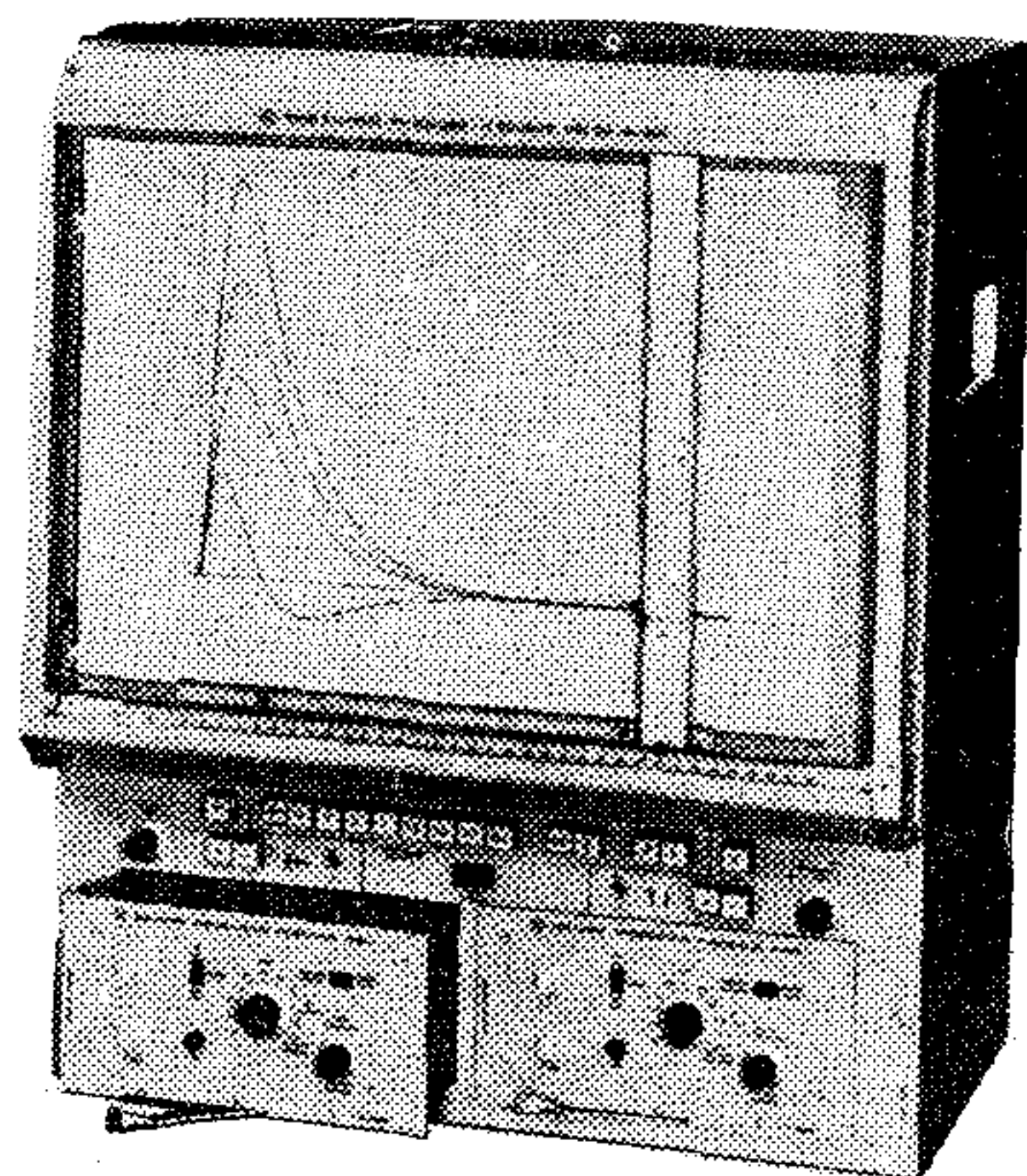
SMDF/SMDA mérőhely hordozható URH adó-vevők részére

Oldalsávmentes, extrém, kis-zajú 0,4–490 MHz-es AM/FM mérőadó, egy frekvencia-ellenőrző rész által kvarcvezérelt, hasznos- és zavarjellőket-mérés, teljesítmény-mérő-adapter (0,02–20 W/100 W) az adó- és mérő-rész átdugaszolás nélküli mérésére, vagy VOR/ILS kiegészítő mérőkészülék légi navigációs jelek számára.



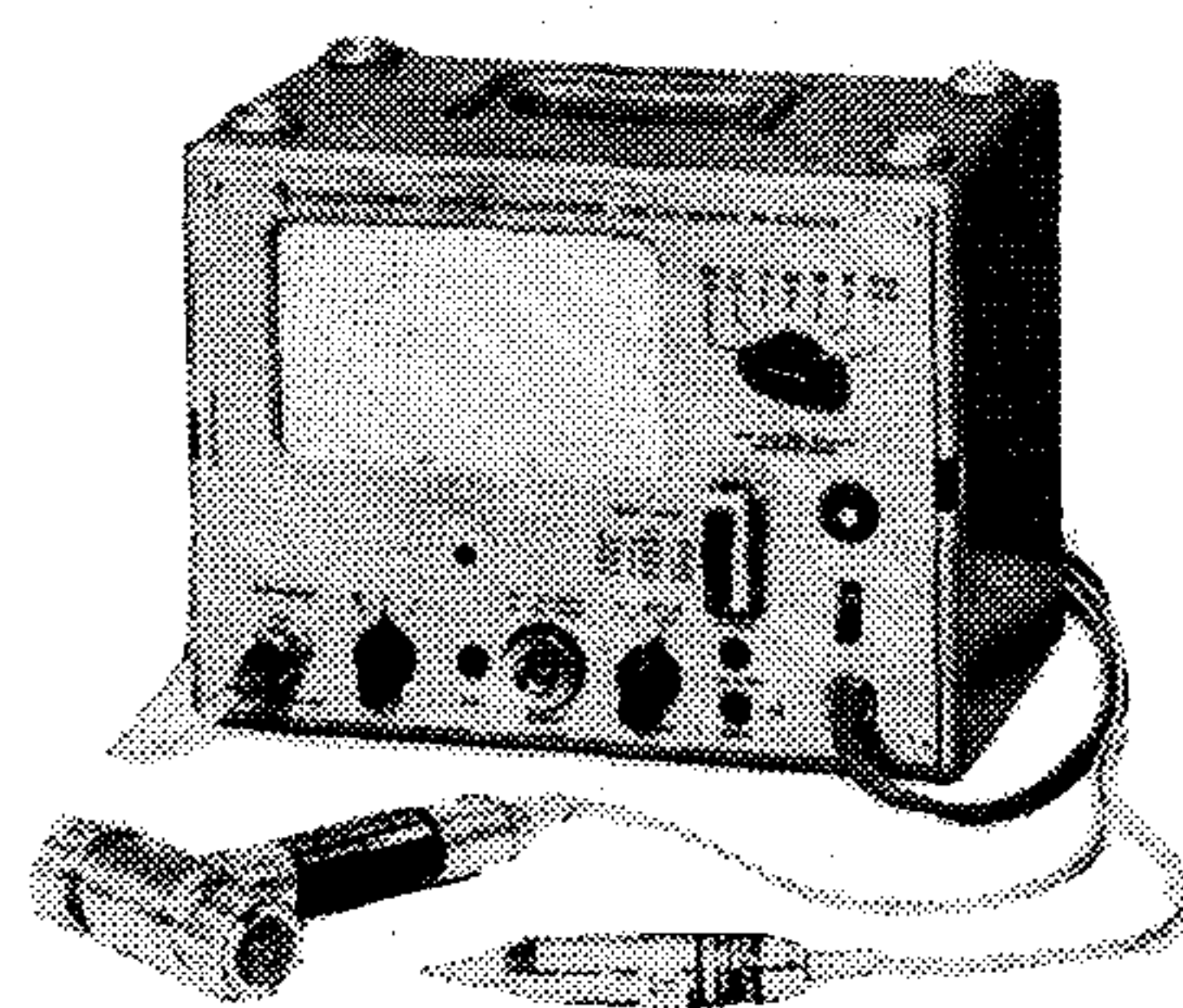
Polyskop III vobulációs mérőhely

Típusjele SWOB, 0,1–1250 MHz. Univerzális négycsatornás frekvenciamenet megjelenítő kb. 20 cserélhető vobulátor-oszcillátor betéttel és 6 különböző kijelző erősítővel (20 dB lin., 60 dB log.). Frekvenciamenet kirajzolás az előre- és visszafutás közötti eltolás, valamint nyújtás lehetősége. Most már 860 MHz-ig szélessávú adórészsel és illesztésmérőhíddal (0,1–400 MHz) együtt is, amely a reflexiók csillapítás megnyíltatása érzékelése útján méri az illesztést.



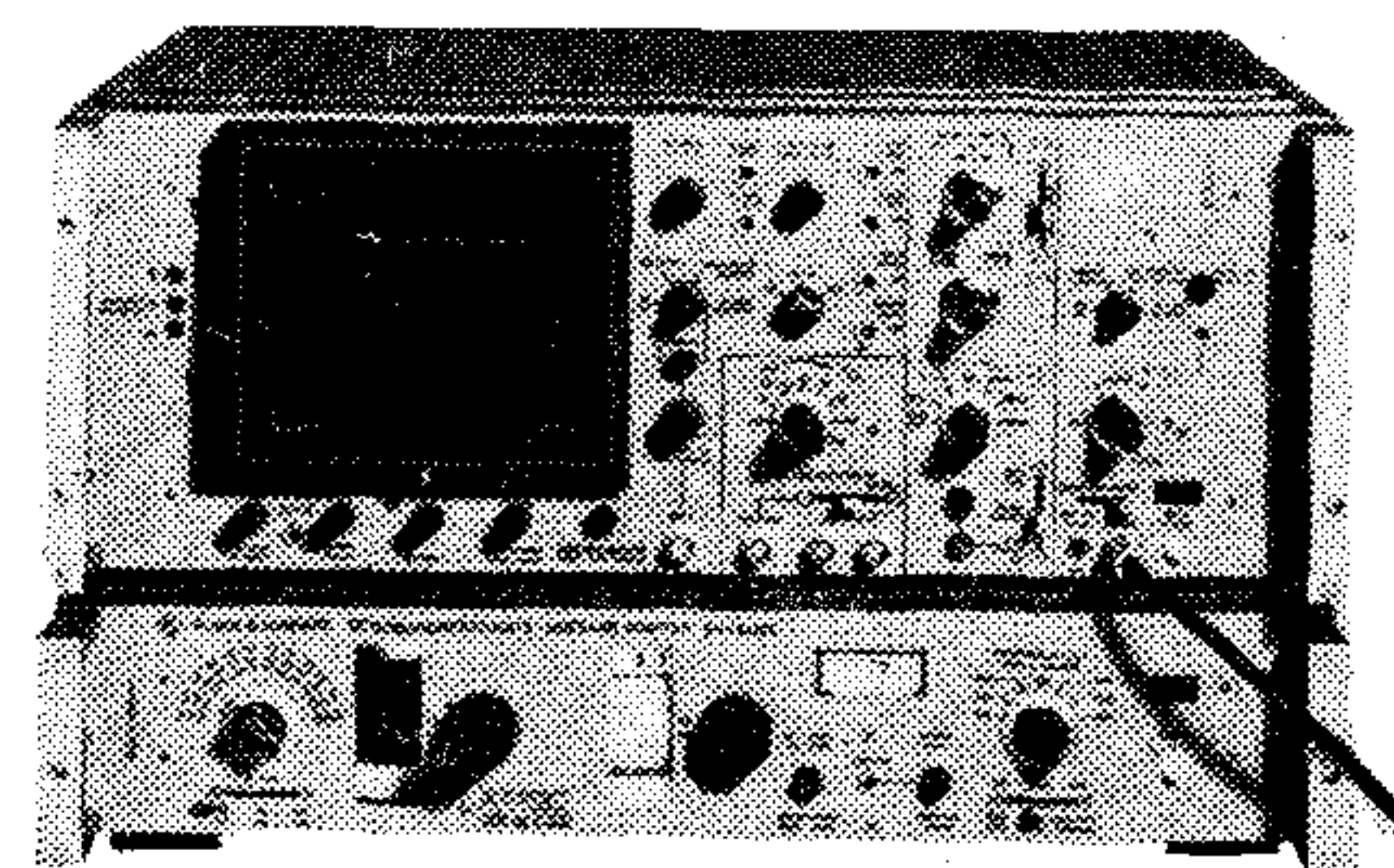
ZSK XY rögzítő

egyedülálló dinamikai tulajdonságokkal: X és Y irányú írássebesség > 150 cm/s, indu-lási gyorsulás > 7 g, túllövés > 1 mm amplitúdó-függetlenül. Cserélhető betéte-gységek révén sokoldalúan alkalmazható; Feszültségosztó (0,1–10 V/cm) Egyenáramú erősítő (10 μ V–11 V/cm) Logaritmusos egyenáramú erősítő (lineáris dB skála) Váltó/egyenáram átalakító (10 Hz–300 kHz) Frekv./egyenáram átalakító (10 Hz–50 kHz/cm) Egyenáramú differenciálerősítő (0,1–5 V/cm)



URV típusú URH egyenfeszültség-millivoltmérő

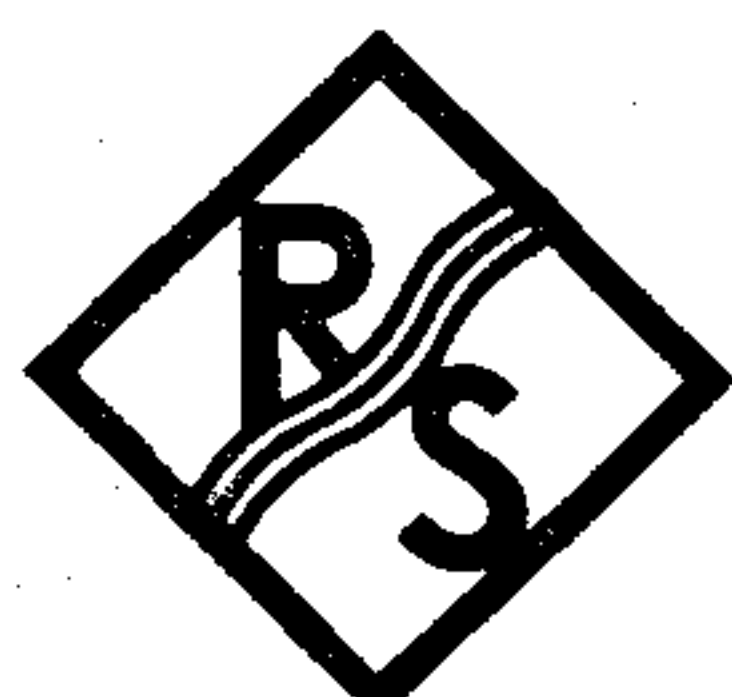
Egyenfeszültség-mérés 1 mV–1000 V Váltófeszültség-mérés mérőfejjel 2 mV–300 V (1 kHz–300 MHz) vagy mérőátalakító fej-jel 2 mV–10 V (1 kHz–960 MHz) között



Videoskop III

Típusjel SWOF, TV-rendszereknek vobulációs mérésére akár műsor közben is. A vevő-rész nagy szelektivitása (2 kHz vagy 20 kHz) és érzékenysége (10 μ V_{sc-sc}=100 dB amplitúdótól) még 1% (frekv.)-nál kisebb kép-szinkronjel-összetevőjű szuperponált mérőjelet is kimutat. Az SWOF vobulálható videoadójával, szelektív mérővevőjével és oszcilloszkópos megjelenítőjével komplett mérőrendszert képez amplitúdó-frekven-ciamenetek, maradék-oldalsáv-karakterisz-tikák és futási időhibák mérésére. A Rohde-Schwarz cég a TV-méréstechnika összes mérőkészülékét és rendszerét szállítja, a normálszintgenerátortól kezdve komplett hang- és képadó-mérőberendezésekig.

Kérjük, írjon nekünk, amennyiben érdek-lődik valamelyik készülékünk iránt, és tün-tesse fel a típusjelet, valamint a folyóirat címét. Szívesen teszünk eleget — lehetőség szerint — különleges kívánságoknak is.



ROHDE & SCHWARZ

D-8000 Muenchen 80 · Postfach 801469 · Muehldorfstraße 15 · Telex 5 23 703

