50.165

MAGY. SZÉCHENYI KÖNYVTÁR

XVI. ÉVFOLYAM 1. SZÁM, 33—64 OLDAL
BUDAPEST, 1965. FEBRUÁR HÓ 2

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1965. február XVI. évfolyam, 2. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

LAJKÓ SÁNDOR: Korszerű vivőáramú távbeszélő berendezések és egyes rendszertechnikai kérdések 33
TAKÁCS FERENC: Ellenütemű „B" osztályú nagyjelű erősítők tervezése 44
MAY PÉTER: Tranzisztoros vivőáramú berendezés középfeszültségű hálózatokra 52
KISS LAJOS: Közvetlen műsorsugárzás lehetőségei híradástechnikai műholdakról 56
BALOGH VILMOS: A gázzal védett (reed) jelfogó alkalmazása 61
Diplomaterv pályázat eredménye 43
Külföldi események 43
Szabadalmi szemle 55, 60
Tartalmi összefoglalás 63
Обобщения 63
Zusammenfassungen 63
Summaries 63
Résumés 64

Szerkesztőség: BALOGH PÁL felelős szerkesztő, BOGLÁR GYULA, SÁRKÖZY GÉZA kandidátus, VÁRALJAI VILMOS, tudományos szerkesztők, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, FLESCH ISTVÁN, RUPPENTHAL PÉTER, VÁSÁRHELYI PÁL szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Október 6. utca 7. IV. 421. Telefon: 183—772. — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113—027.

Szerkesztő bizottság: ALMÁSSY GYÖRGY, kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGY, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KŐMÜVES FRIGYES kandidátus, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, NOVÁK ISTVÁN, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VIG ISTVÁN.

Index: 52.375

HÍRADÁSTECHNIKA — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450. Felelős kiadó: SOLT SÁNDOR. A lap megjelent 1400 példányban. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 24 Ft, egész évre 48 Ft. Egyes szám ára: 4 Ft. Megjelenik havonta. Csekkszámlaszám: Egyéni 61,254, közületi 61,065 vagy átutalás MNB 8. sz, folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest 62.

65.6709 Egyetemi Nyomda, Budapest

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

LAJKÓ SÁNDOR
Telefongyár

Korszerű vivőáramú távbeszélő berendezések és egyes rendszertechnikai kérdések

ETO 621.395.44:621.382.3

A tíz évvel ezelőtt megindított átviteltechnikai fejlesztési programunk célul tűzte ki új egységes vivőfrekvenciás gyártmánycsalád kidolgozását kis és közepes csatornaszámú típusokkal, légvezetéken és kábeleken, továbbá rádió relé vonalakon való üzemeltetésre. Piacaink elsősorban a légvezetékes és a kis csatornaszámú kábeles típusok után érdeklődtek. Ezért rendkívül sürgető feladattá vált korszerűbb gyártmányokkal felváltani az addig már meglehetősen hosszú múltra visszatekintő és nagy mennyiségben legyártott BSOJ—12A—D típusú, légvezetékes 12 csatornás (kristályszűrős-direktmodulált, paneles konstrukciójú) rendszert és az ehhez hasonló felépítésű VK—12 típusú 12 csatornás kábeles, továbbá a régi BBO—3 típusú 3 csatornás légvezetékes rendszert.

A fejlesztés első szempontja a már említett családelv volt, ami messzemenő egységesítést tett lehetővé; minden következő típus az előzőnek részáramköreit használta fel. Így 3-tól 120 csatornáig felépült a rendszer elektroncsöves kivitelben. Lapunkban annakidején ismertettük a gyártmánycsalád tervét és a kidolgozott BTO—3/4 típusú 4 csatornás és a BO—12 típusú 12 csatornás légvezetékes berendezéseinket. További egységes alapot nyújtott a fejlesztéshez több lényeges új alkatrész bevezetése, mint pl. a hosszúélettartamú átviteltechnikai csőtípus, a ferritmagok és a műanyag- (polystirol-) szigetelésű kondenzátorok és a drága, kristályszűrős megoldású csatornaegységek felváltása LC-szűrős (előcsoport-modulációs) megoldással. A harmadik döntő alapelv az új miniatűrizált konstrukciós rendszer bevezetése volt. A nagy gondossággal kidolgozott és azóta már több éves üzemi tapasztalattal is sikeresnek bizonyult fiókos-szekrényes konstrukciónkat szintén publikáltuk e lapban.

Az egységes konstrukciójú, elektroncsöves kivitelű berendezéstípusaink — a fent említetteken kívül még a BK—12—R (egykábeles 12 csatornás), BK—60/120 (60/120 csatornás) és VT—24 (amplitúdómodulált, 24 csatornás hangfrekvenciás távíró) — a mutatkozó igények kielégítésére megfeleltek és jó elektromos paramétereik, továbbá viszonylag kis méretük miatt keresletnek is örvendettek.

Az újabb műszaki fejlődés

A technikai fejlődés forradalmi változásokat hozott magával amidőn a tranzisztorok általános bevezetése — és az elektroncsövek teljes elhagyása — egyértelmű szükségszerűségként állt az átviteltechnikus mérnökök előtt. Ehhez még több egyéb fontos tényező is járult mind technológiai, mind üzemeltetési szempontokból. Technológiailag nézve az a legfontosabb következménye a tranzisztorok általános bevezetésének, hogy a kis tápfeszültség és kis teljesítmény-disszipáció miatt az összes elektromos alkatrész mérete csökkent és minősége, megbízhatósági foka javult. Megszületett a nyomtatott áramköri technika és új konstrukciós elvek, módszerek bevezetése vált szükségessé.

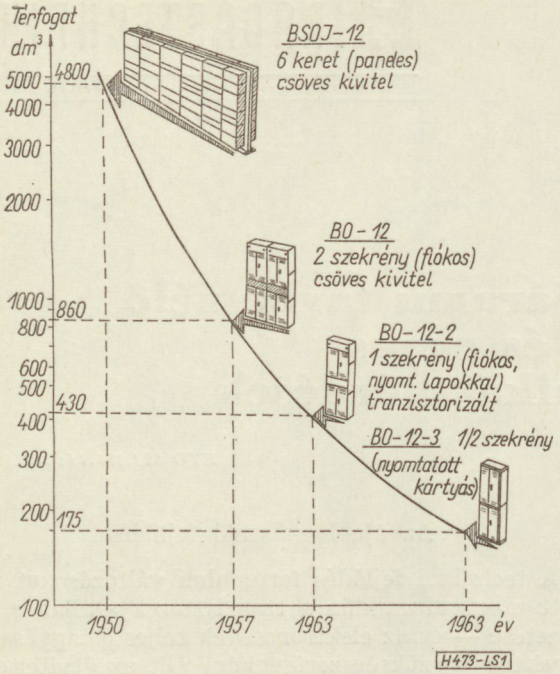
Az új korszerű konstrukció iránti követelmény az üzemeltető részéről is megnyilvánul. A berendezések mennyiségének ugrásszerű növekedése a helyszükségletet, a tápáramellátás teljesítményét és a szükséges kezelőszemélyzet számát is nagymértékben növeli.

Csak új elvek bevezetésével lehet ezeket a problémákat megoldani. A helyszükséglet mérséklését a berendezések méreteinek csökkentésével, a kezelőszemélyzet számának csökkentését pedig azáltal lehet elérni, hogy a karbantartási munkát egyszerűsítjük és pl. automatizálással gyorsítjuk. Mindkét szempont végső fokon rendszertechnikai, konstrukciós és gyártástechnológiai kérdések tömegét veti fel.

A produktivitás nagymértékű növelése csak oly módon érhető el, hogy a berendezések egységei tömeggyártásszerűen készülnek és ezen egységekből a berendezések egyszerű módon összeállíthatók. Ismét igen fontos tehát a gyártmánycsalád-elv következetes megvalósítása.

A karbantartási munka csökkenésének elérésére azáltal is törekedni kell, hogy a berendezések alkatrészei és csatlakozó dugaszai elsőosztályú minőségűek legyenek, ami a berendezés üzembiztonságát növeli. Ez ma már a hírközvetítő berendezéseknél alapvető fontosságú.

További módja a karbantartási munka és a beruházási költségek csökkentésének a felügyelet nélküli állomások létesítése, melyeknél az új irányzat a táv-



1. ábra. 12 csatornás légvezetékes végberendezés típusainak térfogatcsökkentése

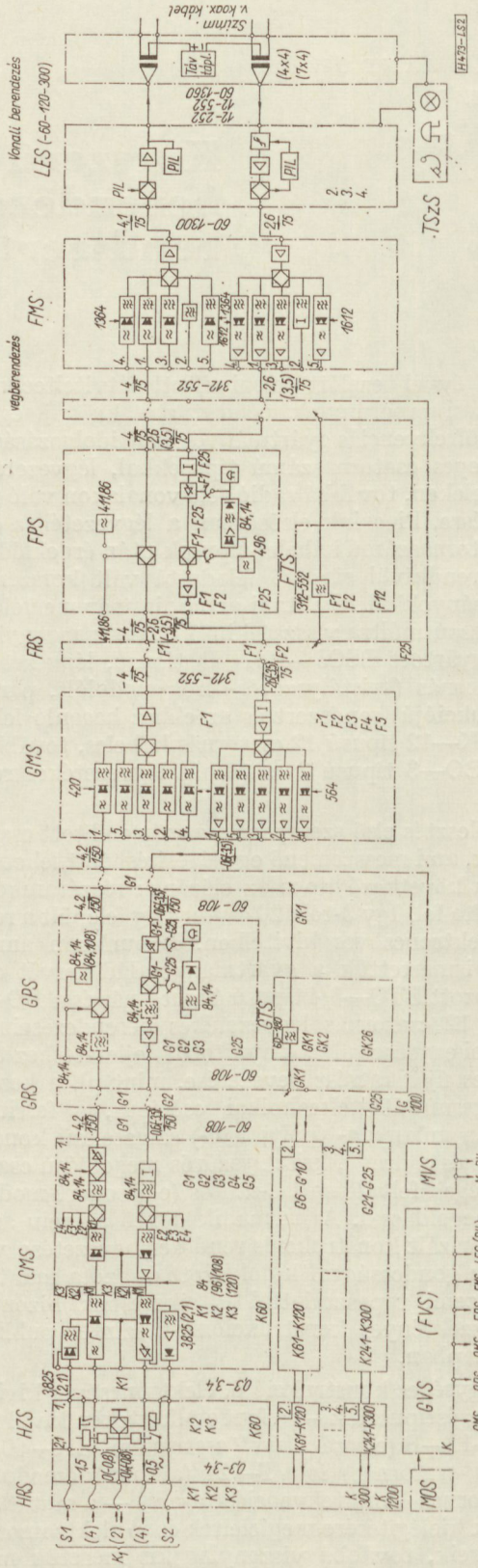
táplált, nagy üzembiztonságú, kisméretű, föld alatti berendezések kifejlesztésére irányul. Ezek, mint alapvető szempontok, minden új berendezésünknél egyformán figyelembe jönnek.

Az uj technika bevezetése vivőáramú berendezéseinkben két lépésben történt. Először a folyamatos gyártás és szállítás érdekében átalakitottuk fent emlitett fiókos konstrukciós rendszerünket a tranzisztoros és nyomtatott huzalozású, korszerű áramkörök alkalmazására, majd párhuzamosan kidolgoztunk egy teljesen új, nyomtatott kártyás egység és szekrény konstrukcióit. A fokozatosan elért eredmények illusztrálására szolgál az 1. ábra, amelyen példaképpen a 12 csatornás légvezetékes berendezéseink egymásután kibocsátott típusainak nagyarányú térfogatcsökkenése figyelhető meg.

A berendezések rendszertechnikai áttekintése

A CCITT igen nagy nemzetközi munkával elérte azt, hogy ma már szinte teljesen szabványos jelleget öltött minden sokcsatornás rendszer. Ezt a frekvenciasávok területén a csoportos felépítés elvének részletes lefektetésével, a minőségi paramétereknél pedig az elméleti referencia áramkörök és az ezekre vonatkozó jellemzők meghatározásával teremtette meg.

A távbeszélőcsatorna a hálózatban két egymástól távolfekvő hangfrekvenciás rendező között meghatározott összeköttetés. Útközben a csatorna a primer csoportok, főcsoportok, mestercsoportok és főmestercsoportok szakaszaiból és áramköreiből összetett láncolaton halad keresztül Mindezeket egyenként az illető csoportról elnevezett, egymástól távolfekvő rendezőpárok határolják. Ezeken a rendezőkön lehetőség van az azonos síkú csoportok egymással való összekötésére, beiktatva az átkötésbe egy, a csoportnak megfelelő átkapcsoló- (tranzit-) szűrőt. Így a különböző rendszerek, ill. berendezések között harmonikus rend keletkezik, mert a legkomplikáltabb hálózatban is azonos szabályok szerint kezel-



2. ábra. Alap-szekrénytípusok és 60, 120 vagy 300 csatornás végállomás tömbvázlata

hető és jól definiált szakaszok, ill. összeköttetések keletkeznek. Mindegyik szakasz és összeköttetés a CCITT által előírt felügyelettel (pilotszabályozással) rendelkezik úgy, hogy az egyes felügyeletek az eggyel magasabb rendű csoportösszeköttetések felügyelő szervei alá tartoznak.

A végállomások és tranzitállomások készletébe tartozó különféle modem-berendezéseket, vivő- és segédfrekvenciákat szolgáltató berendezéseket, továbbá a kiegészítő berendezéseket önálló szekrényekben helyezzük el olyan mennyiségben, hogy azok egyrészt logikus, másrészt gazdaságos építőkockái lehessenek a kis, közepes és nagy csatornaszámú léges, kábeles és koaxiális rendszereknek. Ezzel berendezéseink rendszertechnikájának lényegét meg is állapítottuk. Ennek alapján alakítottuk ki az alapvető berendezésrészeket, mint önálló szekrényeket. Speciális célokra, pl. kisebb állomásokhoz, vegyes szekrényeket is készítünk a fő típusszekrények megfelelő áramköri fiókjainak a cél szerinti speciális szekrénybe (kombinált szekrénybe) való beültetésével.

A sokcsatornás rendszer általános tömbvázlata, amit a 2. ábrán láthatunk, az alapszekrény-féleségek áttekintésére alkalmas. (Betűjelek értelmét l. az 1. táblázatban.)

Valamely konkrét berendezéstípust tehát építőkockákból bármikor könnyűszerrel össze tudunk állítani kiegészítve néhány, az illető típus egyéni szolgáltatását jellemző kisebb részáramkörrel. Ez a koncepció vonatkozik mind a modem, mind pedig a vivőellátó szekrényekre. A 3. ábrán berendezéstípusaink frekvenciatervei láthatók.

Gyártmánycsalád

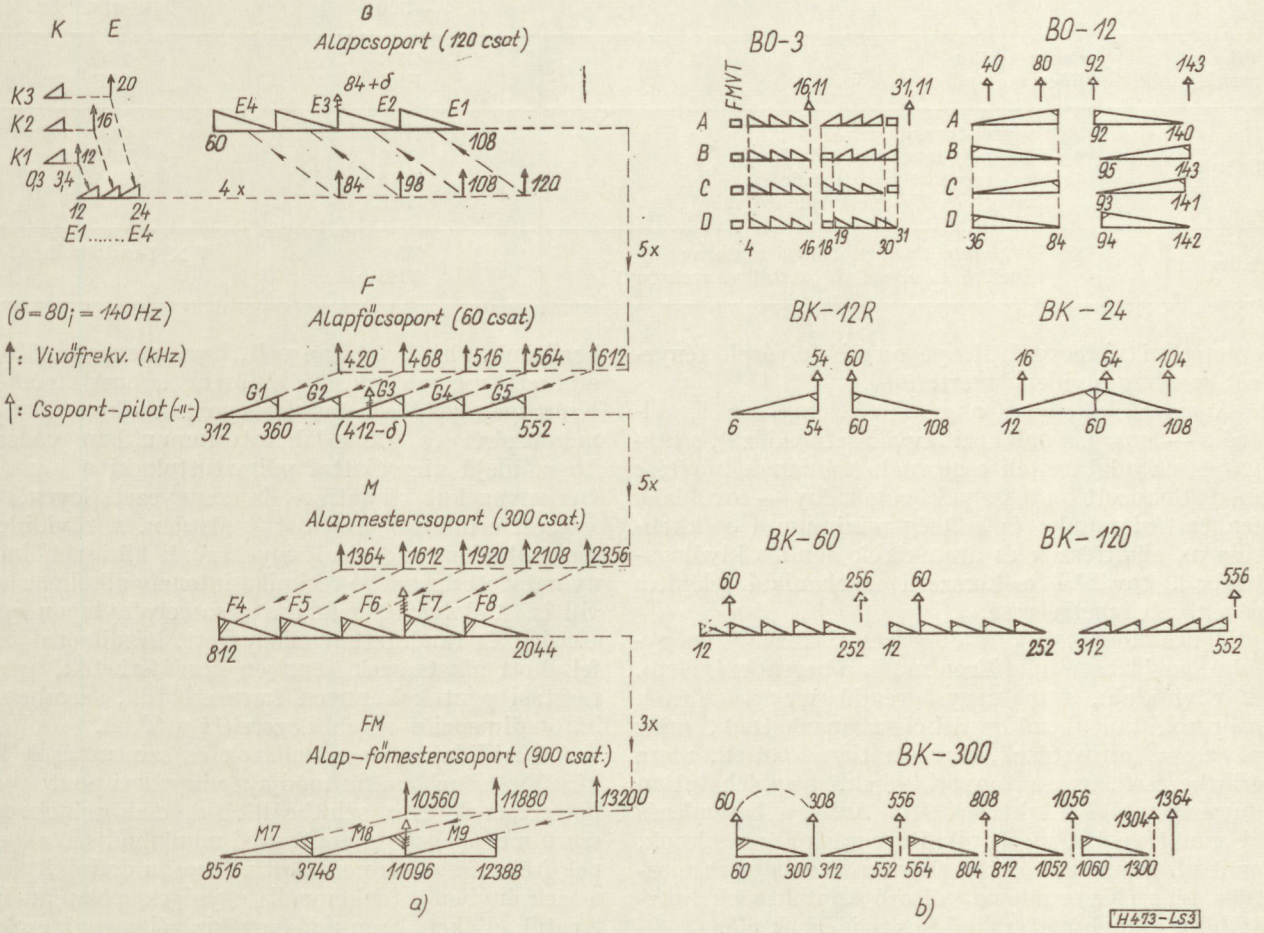
Új gyártmánycsaládunk alapvető szekrénytípusait az 1. táblázat foglalja össze. (A csillaggal jelölt típusok csak a perspektivikus fejlesztési tervben szerepelnek.)

A fenti alapszekrények vagy az ezekben levő áramköri egységek (pl. modem-fokozatok) felhasználásával készülnek a 3. ábrán felsorolt berendezés típusaink, amelyek hivatottak a legsürgősebb belföldi és külkereskedelmi igények kielégítésére (2. táblázat).

Berendezéseink néhány jellegzetessége

A teljes rendszerek és az azokat alkotó típus-szekrények jellemzése nagyszámú elektromos paraméterrel és különféle alkalmazási lehetőségeket biztosító szolgáltatásokkal lehetséges. Mindezek többsége az ismert CCITT ajánlások és postai követelmények kielégítését eredményezi. Piacaink változatos és sok esetben ellentétes szolgáltatásbeli igényeinek, továbbá egy sereg perspektivikusan várható újabb igénynek a kielégítése az eddigi berendezéseinken túlmenő speciális, rendszertechnikai követelményeket támasztottak.

Ezeknek részletezésére és teljes felsorolására jelen szűk határok között nincs lehetőség. Néhány, a rend-



3. ábra. Frekvenciatervek. *a)* CCITT-csoportok képzése, *b)* vonali frekvenciasávok

1. táblázat

Alap szekrénytípusok

	Megnevezés	Típusjel	Kiépítés (csatorna)
Rendezők	Hangfrekvenciás rendező	HRS	300
	Csoport rendező	GRS	600
	Főcsoport rendező	FRS	600—1200
	*) Mestercsoport rendező	MRS	2700
Végződők	Hangfrekvenciás végződő	HZS	120
	Kábelvégződő (szimm. káb.)	KZS—12—24	2 × 4 × 4
		—60/120	2 × 7 × 4
	Kábelvégződő (kis koax. k.)	KZS—300	2 × 4 (+ 5 × 2)
Modemek	Csatorna-modem	CMS—24	24
		—60	24
	Csoport-modem	GMS	300
	Főcsoport-modem	FMS	900
	*) Mestercsoport-modem	MMS	2700
	Rendszer-modem	RMS	
	Kombinált modem	GFMS—60/120	2 × 120
Erősítők	Végállomási vonalerősítő	VLES—12—24	7 × 4 kábel
		—60/120	4 × 4 kábel
		—300	4 kábel
	Felügyletes vonalerősítő	FLES—12—24	7 × 4 kábel
		—60/120	4 × 4 kábel
		—300	4 kábel
Vivőellátók	*) Mesteroszcillátor	MOS	2 készlet
	Csoport- és főcsoport vivő	GFVS	2 készlet
	Mestercsoport vivő	MVS	2 készlet
	Kombinált vivő	GFVS—60/120	2 készlet
		—300	2 készlet
Pil. szabályozók	Csoport-pilot	GPS	25G
	Főcsoport-pilot	FPS	25F
Szűrők	Csoport-tranzit szűrő	GTS	50G
	*) Főcsoport-tranzit szűrő	FTS	25F
	*) Mestercsoport-tranzit szűrő	MTS	10M
	Csoport és főcsoport leágazó szűrő	GFLS	
Ellenőrző	Távkiszolgáló és szolgálati csatorna	TSzS	7 × 4-es kábelhez
	Távmérő és ellenőrző (asztal v. szekrény)	TES	

szertechnikai tervezést lényegesen befolyásoló tényezőt azonban röviden ismertetünk.

A *megbízhatóság* és nagyfokú üzembiztonság elérése — ami pl. a helyközi távválasztó hálózat, a távíró és az adatátviteli csatornák számának bővítése miatt fokozott fontosságú követelmény — továbbá a fenntartási munka és költség minimumra csökkentése az alkatrészek és áramkörök gondos kiválogatásával, továbbá a korszerű mechanikai felépítés révén vált lehetségessé.

Döntő fontosságú a dugaszcsatlakozások nagyfokú megbízhatósága. Ezen múlik a berendezés élete. A rövididejű, más nagyságrendű megszakadások igen sok különböző forrásból származhatnak, mint pl. rossz forrasztások, forrasztatlan kötések, rossz érintkezések, rossz csavarkötések, megbízhatatlan dugaszolható kontaktusok stb. Amíg a berendezés ki van téve kis mechanikai megrázkódtatásoknak, amit pl. munkaidő alatt a fenntartószemélyzet mozgása idéz elő, mindeme változó kontaktusok hosszabb-rövidebb megszakadásokat idéznek elő.

Amikor berendezéseink kifejlesztéséhez hozzákezdtünk, alapelvünk az volt, hogy megkeressük az említett megszakadások kiküszöbölésének módját. Ezért igen gondosan tanulmányoztuk a kontaktusok méretezését és klíma-laboratóriumunkban végzett hosszúidejű vizsgálattal választottuk ki a kontaktus anyagokat klimatikus és szennyezett levegőben végzett érintkező vizsgálatok alapján. A rövididejű megszakadások forrásait igyekszünk kiküszöbölni a nyomtatott áramköri technika intenzív alkalmazásával is. A dolgozók számára a szerelvénylapon egyszerűen és rendezetten elhelyezett, kétdimenzióban felrakott alkatrészek könnyen hozzáférhetők, a forrasztási pontok könnyen forraszthatók, szemben a háromdimenziós régebbi szerelési móddal.

A rövididejű megszakadások és szintugrások kiküszöbölésének másik módja a vizsgálati pontok elhelyezésének és a szintbeállítások eszközeinek célszerű megoldása. A fenntartási munkánál szükségesnek ítélt vizsgálati pontokat világosan definiáltuk és a szekrényben a funkcionális egységek előlapján helyeztük el őket. Ezen a helyen kizárólag csak ezeket a vizsgálati pontokat alkalmazzuk. Ezek mindegyike

lehetővé teszi az üzemközbeni vizsgálatot is; hibás műszerillesztés vagy rövidrezárás ellen is védve vannak.

A lehető legmesszebbmenően tartózkodtunk a szintbeállítási lehetőségek alkalmazásától is. Üzemi tapasztalatok ismételten bizonyítják, hogy ha túl bőkezűen alkalmazzuk a beállítási pontokat, akkor a berendezés egyik részében fellépő valamely konkrét hibát a berendezés egy másik részében beállítással akarják korrigálni.

A *szintdiagramban* változatként megengedjük a csoport és főcsoport csatlakozás helyein (tranzitpontokon) kétféle szint és impedancia érték alkalmazását. Ezáltal a különböző országokban szokásos csatlakozási értékek egymással kombinálva is használhatók.

A *jelzésátvitel* módját ugyancsak többféle norma szerint alakítottuk ki. Minimális átkötés által alkalmazható a jelző-csatorna akár beszédsávon belüli (egyfrekvenciás) üzemmódra, akár beszédsávon kí-

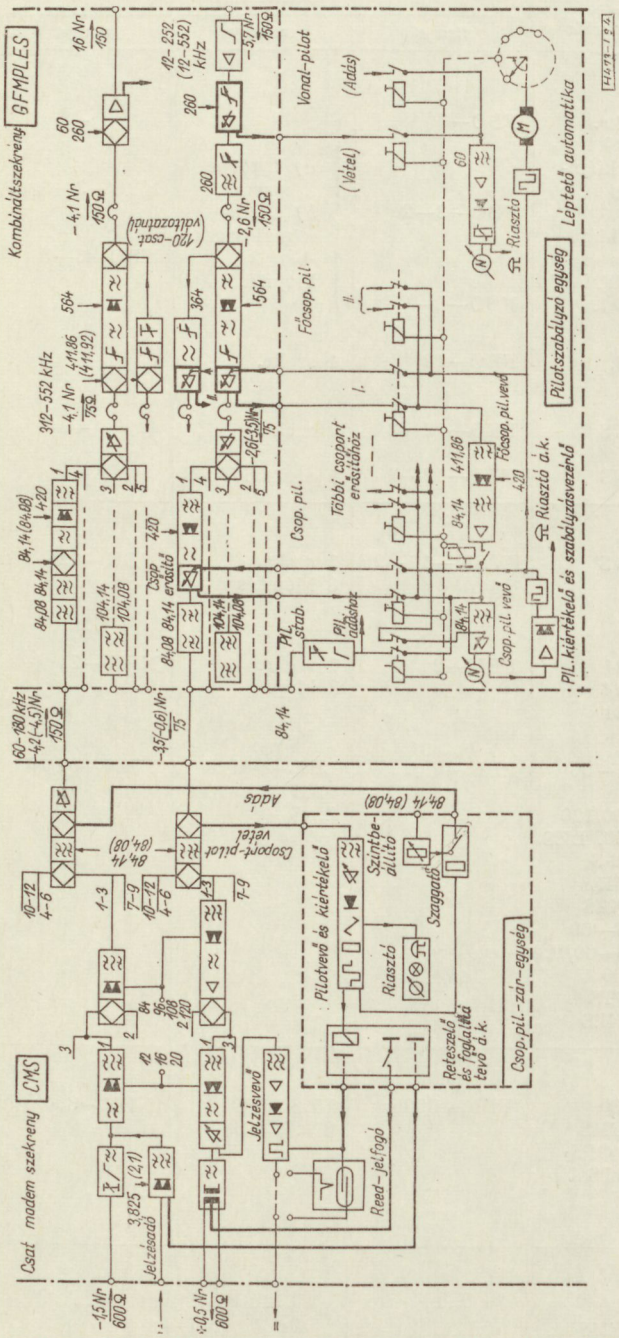
2. táblázat

Berendezés típusok

Alap-áramkör	Típusjel és megnevezés	Végállomás		Felügyeletes		Felügyeletlen
				erősítőállomás		
		típusjel	szekrény vagy áramkör	típusjel	szekrény	típusjel
Légvezeték	**BO—3**					
	3-csat. elektroncsöves	VBO—3	1 szekr. ben: *a)* 2 kiépítés	FBO—3	*a)* 1 törpe szerkr.	—
	3-csat. tranzisztoros,					NBO—3—2
	3-csat. vasvezetékre	VBO—3—2		FBO—3—2	*b)* 1 normál szerk.-ben 2 kiépítés	
	3-csat. tranzisztoros, 3-csat. univerzális	VBO—3—3	*b)* 1 kiépítés és 3 (4) FMVT csat.			NBO—3—3
				FBO—3—3		
	BO—12					
	12-csat. elektroncsőves	VBO—12	CGRMS, GRVS	FBO—12	1 szekr.	—
	12-csat. tranzisztoros	VBO—12—2	CGRMVS	FBO—12—2	1 szekr.	—
	12-csat. tranzisztoros új konstrukció	VBO—12—3	CGRMVS	FBO—12—3	1 szekr. kiép. 2	—
Szimmetrikus kábel	**BK—12—2R**					
	12 + 12 csat. különfr.	VBK—12—2R	CGRMVS	FVBK—12—2R	1 szekr. 8 kiépítés	NBK—12—2R
	BK—24					
	24-csat. 4-húz.	VBK—24	CMS—24 GMS—24 GVS—24	FBK—24	1 szekr. 3 kiép.	NBK—24
	BK—60/120					
	60/120-csatornás	VBK—60/120	*a)* CMS—60 GMS FMS—60/120 GVS—60, LES GPS, FPS GTS, FTS TSzS, KZS *b)* CMS—60 GFMPS—60/120 GVS—60 GTS, FTS TSzS, KZS	FBK—60/120	LES—60/120 KZS ZSzS	NBK—60/120
Kisátmérőjű koaxiális kábel	**BK—300**					
	300-csatornás	VBK—300	CMS—60 GMS, FMS GFVS, GPS FPS, GTS LES, FTS, TSzS	FBK—300	LES—300 TSzS, KZS	NBK—300
Mikrohullám	**BM—60—120—300**					
	60—300-csat.multiplex	VBM—60/300	CMS—60 GMS, FMS GVS, GPS FPS, LES	—	—	—

vüli (3825 Hz-es) kis szintű vagy nagy szintű (folyamatos kód vagy impulzus-kód) üzemmódokra, továbbá a központ felé is különféle (2-, 4-huzalos) csatlakozási lehetőségekkel. Ez a követelmény rendszertechnikailag a berendezés több részére kihatással van, melyeket gondosan mérlegeltünk és ennek alapján méreteztük a különféle szűrőket és egyéb áramköröket. Végeredményben a megrendelő kívánságának megfelelő jelzésátvivő egységekkel szállítjuk a berendezéseket.

A *csoport és főcsoport pilottechnikai* új követelményeinek kielégítésére ugyancsak a különféle változatokban mutatkozó igények elemzése alapján méreteztük a berendezéseket.



4. ábra. BK—60/120 rendszerben alkalmazott pilot-szabályozó, ellenőrző és csoport-pilot-zár rendszer elvi vázlata a modem-szekrények tömbvázlatával

Végállomásokon a helyes szint fenntartása a csoport-, főcsoport-, mestercsoport- stb. pilotok automatikus vagy manuális szintellenőrzéséből áll. Új berendezéseinket felszereltük automatikus léptető elektronika által vezérelt pilot-figyelő egységekkel, amelyek sorban letapogatják az állomáson kiépített összes csoport, vagy főcsoport szintjét és vezérlik az önműködő szinthelyreállító egységeket (l. 2. és 4. ábrákon).

Lehetőséget biztosítottunk akár a 84,08 és 411,92 kHz, akár pedig a 84,14 és a 411,86 kHz pilotoknak az alkalmazására, külön pilotszekrényben vagy magukban a kombinált modem szekrényekben való elhelyezéssel. A léptető automatika segítségével és egyetlen pilotvevő, ill. riasztó berendezéssel állandóan felügyelet alatt tartjuk ezen pilotok adását és vételét.

A szintek helyesbítése manuálisan vagy fenti pilotok által automatikusan végezhető. Az új rendszerek alapvető tulajdonsága, hogy az ellenőrzést és szabályozást hajlékony módon a kézi és automatikus beállítás kombinációival valósítjuk meg. Egy komplikáltabb rendszer később is beépíthető az állomásba, ha kezdetben költségkímélés érdekében elhagyták volna.

Csoport-pilot reteszelés módszerét is felöleli új rendszerünk. Ezek a távválasztó hálózatban nélkülözhetetlen üzembiztonsági szolgáltatást nyújtanak. Működésüket röviden az jellemzi, hogy valamelyik csoportpilot kiesése esetén egy, a csatorna-modem szekrénybe beépített automatizmus megfelelő jelzést küld mindkét átviteli irányban az illető csatorna csoporthoz kapcsolódó telefonközpontok számára. Ezáltal egyrészt felszabadítja a hibás csoporton foglalt gépeket, másrészt megakadályozza a hibás csatornákra történő ráállást. Ugyanakkor gondoskodik a kezelőszemélyzet riasztásáról is. E rendszer kidolgozásánál tekintettel voltunk a fentiekben említett különféle jelzésátviteli és az ezekkel kapcsolatos különféle távválasztási módszerekre is, mert a „szabad", ill. „foglalt" csatorna elektromos állapota ezektől függően különféle lehet. E rövid ismertetésből is belátható, hogy meglehetősen bonyolult kérdésről van szó, amit csak megfelelő „okosságú" logikai áramkörök révén lehetett kielégítően megoldani. Berendezéseink korszerű hálózatban való alkalmazhatósága azonban nem teheti vitássá az ilyen jellegű szolgáltatások beépítését (4. ábra).

Vivőellátó berendezésünk — mely a szükséges pilot- és egyéb segédfrekvenciákat is szolgáltatja — rendszertechnikai kialakítása szintén a különböző összetételű végállomás-típusok figyelembevételével történt. A nagy üzembiztonság érdekében üzemi és tartalék készlet van a berendezésben. Az alapteljesítmény viszonylag kis mennyiségű csatorna (pl. 120 csatorna) ellátására elegendő. Nagyobb állomásokon a hosszú kábelek komoly műszaki problémát okoznak a vivőáramok szétosztásánál. Ezért ilyen esetben a vivőellátó szekrény csak mint meghajtó generátor szerepel és az egyes teljesítmény erősítők a megfelelő modulátor szekrényekben jelennek meg. Ezáltal a majdnem megoldhatatlan kábelezési probléma elkerülhető. Úgy gondoljuk, hogy ez a decentra-

lizált vivőellátás meg fogja könnyíteni a postaigazgatások számára a nagyobb állomások tervezését és üzembehelyezését.

A *tápáram ellátás* korszerű megoldásának kérdését szintén részletesen megvizsgáltuk és úgy találtuk, hogy minden egyes szekrényben alkalmaznunk kell megfelelő tápegységet. Ezek több változatban a megrendelő kívánsága szerint szállíthatók. A központi, tehát valamennyi szekrény számára közös tápberendezések szerepe egyre csökkenő jelentőségű a tranzisztoros rendszerek „kisfeszültség és nagy áramerősség" jellegű táplálásának műszaki nehézségei (nagy áramerősségű stabilizálás, áramelosztás) miatt. Berendezéseinkbe kiválasztható olyan tápegységet helyezünk, amely vagy önálló, tehát szabályozatlan egyen- vagy váltóáramú primer feszültségről táplálható, vagy pedig csak a szekrény egyéni áramelosztó, biztosító és riasztó feladatát látja el a helyszínen már korábban meglevő centralizált és szabályozott primer áramforrásról.

Erősítőállomások rendszere

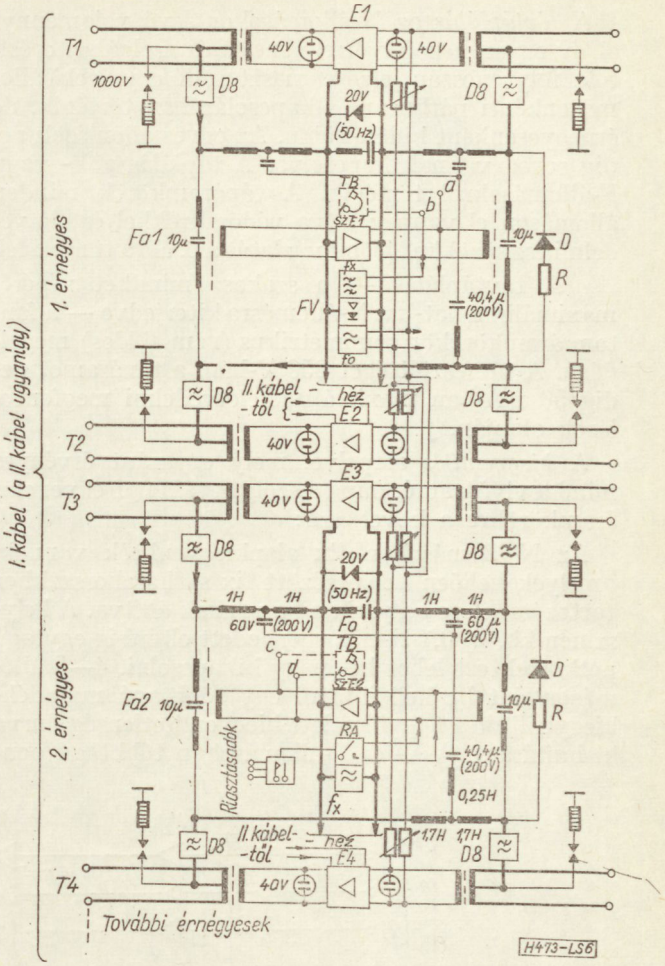
Az erősítőállomások rendszertechnikailag három csoportra oszhatók, éspedig a végállomási erősítő berendezések (*V*), felügyeletes vagy fő erősítő berendezések (*F*), és végül a felügyeletlen távtáplált erősítők (*N*). Mindezek igen sokrétű rendszertechnikai problémát vetnek fel, mint pl. a kábelek minőségének, csillapítási és áthallási viszonyainak, az erősítő szakaszok hosszának kérdése, a zajfelosztás problémája, a kiegyenlítés, távtáplálás, továbbá a távkiszolgálás rendszere stb. Példaképpen röviden bemutatjuk a 60/120 csatornás rendszerhez kidolgozott vonali berendezéseink rendszertechnikáját.

Az *általános vonalterve* az 5. ábrán tüntettük fel, alapul véve a 4,1 N csillapítású erősítő szakaszokat.

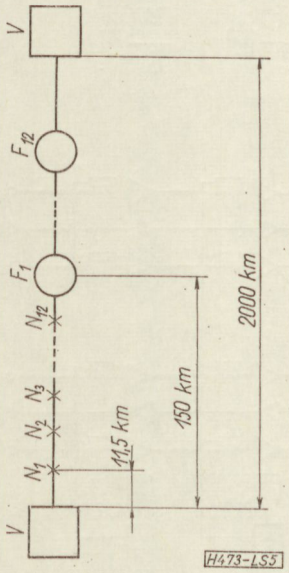
A végállomáson vagy fő erősítőállomáson vannak a kábelcsatlakozó, távtápláló és távkiszolgáló berendezések, továbbá a szolgálati csatorna berendezései. A felügyeletlen erősítő állomáson a kábel teljes keresztmetszetét ellátó földalatti erősítő tartályok vannak. Ezekben vannak a fő erősítők a hozzájuk tartozó különféle típusú kábelkiegyenlítőkkel (fix és változtatható, továbbá talajhőmérséklet által szabályozott kiegyenlítő), szolgálati csatorna erősítő a fantom áramkörben, a tápáramkör elemei (hosszanti feszültség ellen védő szűrő, védődiódák), riasztó áramkör a helyi hibák távjelzésére, továbbá folytonosság vizsgáló áramkör a meghibásodott főerősítő helyének távolból történő azonosításához.

Egy teljes ismétlő szakasz hossza maximálisan 2000 km lehet.

A V- és F-állomásokon automatikus pilotszabályozás van, míg az N-állomásokon csak talajhőfok által vezérelt szintszabályozásra van szükség. Változatként alkalmazható a CCITT szerinti mindkét variáns, vagyis a három- és az egyfrekvenciás pilotszabályozás, mely utóbbi rendszerint manuális jellegű lehet, tekintettel a csoport-pilot automatikus szabályozására.



6. ábra. BK—60/120-típusú N-állomás tömbvázlata
E—nagyfrekvenciás erősítő és kiegyenlítő, SzE—szolg. erősítő TB—távbeszélő készlet (hordozható), FV—folytonossági-jelző (szelektív vevő f_x frekv.-ra és oszcillátor $f_x = 260$ kHz), RA—riasztó-adó (f_x frekv.-val, kódolóval), D8—8 kHz-es aluláteresztő szűrő DR-táphurok megszakadás helyének kimérésére szolgáló elemek, T—törzsáramkör, F—fantom áramkör



5. ábra. BK—60/120 rendszer vonalterve
V—végállomás, F—felügyeletes erősítőállomás, N—felügyeletlen, távtáplált erősítőállomás

A *távtáplálás* az N-állomásokon levő valamennyi aktív egységnek (vivőfrekvenciás és szolgálati erősítők, folytonosság jelző és riasztásadó egységek) állomásonkénti párhuzamos kapcsolásában történik, de érnégyesenként külön-külön. Az egyes állomások pedig sorba vannak kapcsolva. A táplálás a V- vagy F-állomásokról történik. A tápáramkörök minden állomáson el vannak látva védőszűrőkkel és életvédelmi eszközökkel. Tömbvázlatát a 6. ábra tünteti fel.

A távtáplálás — a szakasz mindkét végéről maximálisan hat-hat N-állomásra kiterjedve — a fantom áramkörökön szimmetrikus (nem földes) megoldású. A tápfeszültséget 250 V-ban, a tápáramot pedig 50 mA-ban maximáltuk életvédelmi megfontolások alapján.

A *kiegyenlítés* alapelve, mely egyaránt érvényes mind a vivőáramú, mind a szolgálati hangfrekvenciás áramkörökre a következő:

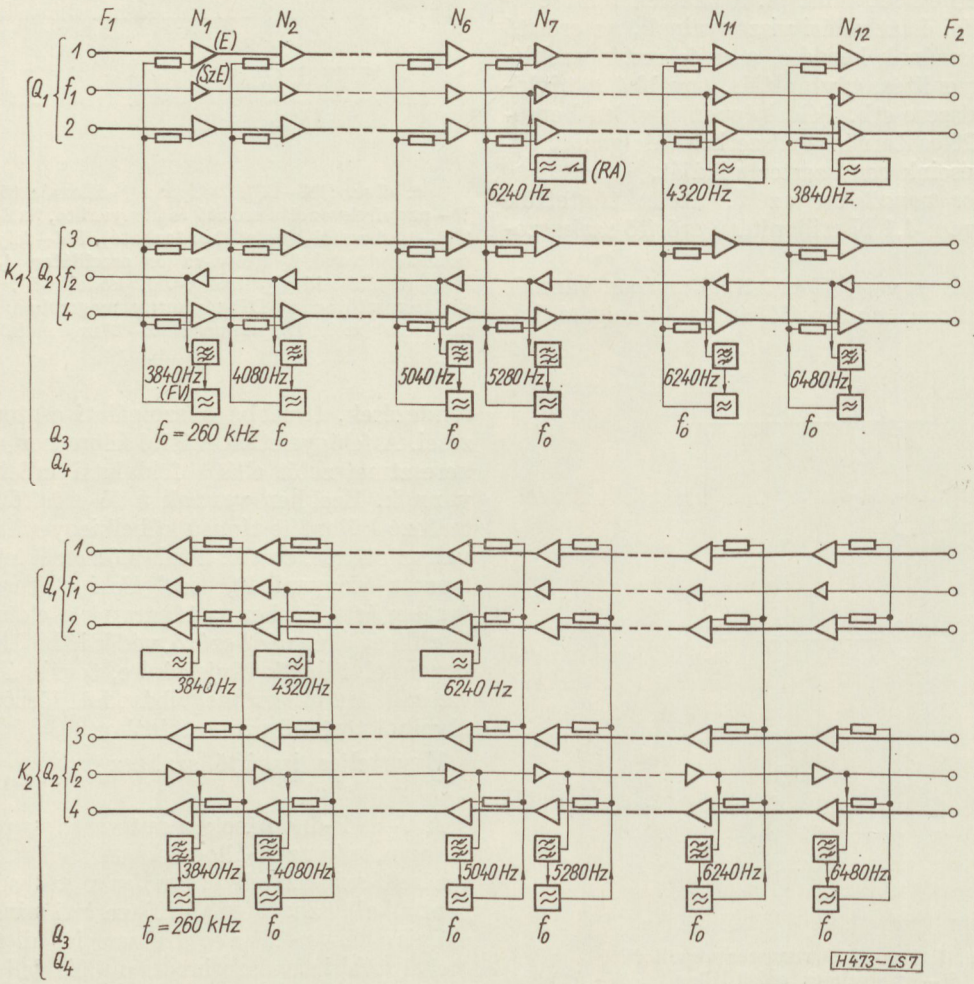
Az N-állomásokon fix alapkiegyenlítők vannak, amelyek kellően belépcsőzött fix szakaszhosszakhoz tartozóan előre a gyárban be vannak állítva. A helyszínen kb. ± 0,1 N-es megengedett eltérésig egytagú pótkorrektort lehet be- vagy kikapcsolni. 4—5 állomásonként be kell iktatni egy többtagú maradékkiegyenlítőt a felgyülemlett kiegyenlítetlenség durva kisimítására. A V- és F-állomásokon többtagú pontos kiegyenlítő és magisztrális kiegyenlítő beépítése és beállítása szükséges. Az automatikus kiegyenlítést a már említett 1 vagy 3 frekvenciás pilotjelekkel (V- és F-állomásokon) és TC-hőfok kiegyenlítőkkel (N-állomásokon) oldottuk meg.

A *távkiszolgáló berendezések* a következő feladatokat oldják meg (l. 7. ábrán):

— a szakasz szolgálati beszélgetés (N-állomások és felügyelőállomásuk között),
— az állomás szolgálati-áramkör (V- és F-állomások között),
— a vivőáramú erősítők üzemképességének (folyamatosságának és szintjének) távellenőrzése,
— az N-állomásokon fellépő különféle hibáknak távjelzése az F-állomásokra (távriasztás) és
— távmérés (átviteli szint ellenőrzése).

A szolgáltatás lebonyolítása céljára mindkét kábelben egy-egy 4-huzalos fantom áramkört használunk fel.

A fent vázolt megoldással gazdaságosan lehet kialakítani a felsorolt segédszolgáltatások követelményeit, mert a legkevesebb számú alapáramkört igényli. Törekedtünk arra, hogy túlkomplikálás nélkül többféle célra legyen használható ugyanazon fantomáramkör. A szolgálati beszélgetéseken kívül, amelyek saját jelzésátvitelre is alkalmasak a hang-



7. *ábra.* A távszolgálás általános vonalterve

frekvenciás sávon belül, ezeken az áramkörökön visszük át mind a távfelügyelet indító jelzéseit, mind pedig a távriasztás jeleit, természetesen a beszédfrekvenciás sáv fölött, attól szűrővel elválasztva.

Két F-állomás között elhelyezett N-állomásokról hordozható távbeszélőkészülék segítségével szolgálati beszélgetést lehet folytatni valamennyi N-állomás és a kétoldalt levő F-állomások között. A vonalról bejövő hívás az F- vagy V-állomáson hangszóró segítségével észlelhető.

Valamennyi N-állomáson beépítésre kerül kábelenként egy-egy 260 kHz frekvenciájú folytonosságjelző oszcillátor, melynek kimenete csatolásmentesítő ellenállásokon keresztül össze van kapcsolva az állomáson levő összes vonalerősítő bemenetével. Az oszcillátor normális állapotban nem ad ki jelet, de a felügyelő állomásról el lehet indítani szelektív indító frekvencia segítségével.

Ha az N-erősítők szintviszonyát vagy a meghibásodott erősítő helyét akarjuk megállapítani, akkor a V- vagy F-állomásról egymásután kiadunk egy szelektív indító egység segítségével 12 indító frekvenciát és rákapcsoljuk a folytonosság ellenőrző vevőt az ellenőrizni kívánt vonalra. Ha mind a 12 mérés eredménye az előírt kb. $\pm$ 0,1 N-es színthatárok közé esik, akkor az összeköttetés rendben van.

A távriasztás az N-állomások állapotának ellenőrzésére szolgál. Erre a célra minden N-állomáson elhelyezünk egy-egy riasztóadót, amely az állomásra jellemző frekvenciájú jelet folyamatosan adja a szolgálati csatornán keresztül.

„Sürgős" jellegű meghibásodások, amit a jel megszűnése indikál: víz behatolása az N-állomásba, ajtó, illetve fedél kinyitása, távtápláló egyenáramú kör megszakadása, s végül magának a riszatóberendezésnek a meghibásodása.

„Nem sürgős" meghibásodások, amit a jel ütemes megszaggatása jelez: nyomáscsökkenés a kábelben vagy tartályban, az akna hőmérsékletének határérték fölé való emelkedése.

Elektromos méretezés

Elektromos méretezés szempontjából fejlesztő laboratóriumaink két alapvető szempontot tartottak szem előtt, végig a teljes állomás egészétől lefelé a legkisebb áramköri részletekig és alkatrészig következetesen alkalmazva.

Az egyik alapelv, amely minden átviteltechnikai méretezési szabály legnagyobb közös osztójának tekinthető: „harc a zajok ellen". Ezt a jelszót a modulátorok, a szűrők, erősítők, vivőfrekvencia- és tápáramellátó egységek tervezői váltják valóra munkájuk során. A másik alapszempont a nagy megbízhatóság, vagyis üzembiztonság elérése az alkatelemek, áramkörök és egységek helyes méretezése által.

Rendkívül érdekes az a tapasztalatunk, hogy ez a két méretezési szempont úgyszólván a berendezések összes méretezési paraméterét eleve meghatározza.

Az elméleti referencia áramkör modem berendezései a CCITT ajánlásai szerint összesen 2500 pWOp zajt termelhetnek a forgalmas órai átlagként. Ezt felosztottuk a modem berendezések között az alábbiak szerint:

Modem berendezés	*Előírásunk*	*CCITT ajánlás*
— csatorna-modem	220 pWOp	200—400 pWOp
— csoport-modem	100 pWOp	50—100 pWOp
— főcsoport-modem	85 pWOp	50—100 pWOp
— mestercsoport-m. (előirányzat)	120 pWOp	60—120 pWOp

Ezekkel a zajkomponensekkel teljesíthetjük a CCITT ajánlását: a szimmetrikus kábeles rendszerekben nagy tartalék is marad (mert ott 3 csatorna-, 6 csoport- és 6 főcsoport-modem van a referencia áramkörben, ami berendezéseinkkel csak 1770 pWOp zajt eredményez), ami igen fontos, mert a valóságos összeköttetésekben több a tranzitállomások száma, mint az elméleti referencia áramkörben. A modem szekrényeink fenti zajhatárukkal résztvehetnek a 12 MHz-es referencia hálózatban is.

Az egyes modem fokozatokra megengedett zajteljesítményt ezután felosztottuk a különféle rendű és forrású zajok szerint részadagokra. Ezt a felosztást igen gondosan kell elvégezni optimális gazdaságosságra való törekvéssel, de nem sajnálva az aktív elemek (erősítők) számának esetleges szaporítását sem, aminek elkerülése korábban a csöves berendezéseknél alapvető szempont volt.

Lényeges megtakarítást lehet elérni a szűrőknél, ha a megengedett zajteljesítmény nagy részét elsőrendű zajként (lineáris áthallásként) engedjük meg. Ezt az erősítők nonlinearitásából származó intermodulációs zaj viszonylagos csökkentésével kompenzáljuk, amit a nagy stabilitás miatt egyébként is szükséges nagy negatív visszacsatolás révén amúgy is biztosítanunk kell. Részletes zajkiosztási módszerünknek ez az alapelve.

A zajok típusainak és berendezéseinkben a részáramkörök számára megállapított zajlimiteknek áttekintése a következő.

A *zérus-rendű zajok* közé tartozik elsősorban a hőzaj, mely ellenállások, félvezetők stb. kapcsain keletkezik, és amit a modulátorok és erősítők bemenő kapcsaira átszámítva szokás megadni. A hőzaj nagyságát a jelszint bizonyos alsó határ (pl. — 5,8 NmO) fölött tartásával korlátozzuk és ennek érdekében esetleg több helyen is iktatunk be erősítőt a láncba, mint egyébként tennénk. A tranzisztoros erősítők zajtényezőjét 1 N-nek, a modulátorokét 1,5 N-nek veszszük az előzetes számításoknál, ami óvatos biztonságot jelent. Ezekkel számolva pl. új berendezéseinkben a —5,8 NmO minimális szintű pontok után beiktatott erősítők esetében azok bemenetén 5,4 pWOp és modulátor esetén 14 pWOp pszofometrikusan értékelt zajt kapunk, ami elegendően kicsi. Régebbi csöves berendezéseinkben 20—30 pWOp hőzajt is kénytelenek voltunk egyes pontokon megengedni.

Ugyancsak idetartoznak az egyedi zavarójelek, melyek részben a vivőáram, jelzésátvitel és pilotok maradékaiból, részben pedig a tápáramforrás zajá-

ból származnak. Előbbieket a modulátorok jó kiegyenlítésével (—3,5 N-es szivárgás), a csatorna sávszűrő és az azt kiegészítő segédszűrők megfelelő csillapítás előírásával és pilot elnyomó kristályszűrők megfelelő helyeken való beiktatásával tartjuk alacsony szinten. Így pl. a csoport pilotjel maradékából a kristály-elnyomószűrő 2,5 N-rel, a csatornaszűrő pedig (ide áttéve 3860 Hz-ként) 4,5 N-rel nyomja el. Ebből, az 1,6 N-es pszofometrikus súlyozást is figyelembe véve, —2,6 (pilot adási szint) —2,5 —4,5 —1,6 = —11,2 NmOp = 0,2 pWOp a csatornában keletkező zaj, tehát elhanyagolható. Hasonlóképpen a vivőszivárgás (4 kHz virtuális vivő) is elhanyagolható (kb. 0,5 pWOp) zajt eredményez a helyes szűrőméretezés következtében.

Legsúlyosabb zérus-rendű zaj a sávonkívüli nagy, ill. kis szintű jelzés által okozott csatornazaj. Ennek leszorítására a jelzőcsatorna keskeny sávú adó sávszűrőjének és a csatorna-modem áramkörben a hangfrekvenciás alul- és felüláteresztő szűrőknek (3825 és 175 Hz elnyomására való) megfelelő méretezésével védekezünk. A nagyszintű jelzés viszonylag rövid ideje alatt max. 300pWOp körüli zajt okoz a szomszéd csatornában, melynek órai átlaga azonban csak 10 pWOp, ami megengedett. E kiragadott számpéldák illusztrálják a szűrők és modulátorok méretezésénél alkalmazott előírásaink gondos szigorúságát.

Az *elsőrendű zajok* forrása az érhető és nem érthető (fordított csatornafekvésű) lineáris áthallás. Az érthető áthallás a vivőáramok tisztátalanságából és az elektromágneses csatolásokból származik. Ellenük a vivőellátás igen gondos méretezésével, azaz viszonylag drágább szűrők és a bonyolultabb frekvencia szintézis bevezetésével védekeztünk. A sokcsatornás rendszernek ezek egyedi egységei, ezért a drágítás megengedhető. 10 N-nél nagyobb csillapítású szűrőkkel és jól kialakított szekrény-kábelezésekkel az érthető áthallási csillapítást 8 N-nél nagyobb értékben tudjuk tartani, miáltal kb. 1,8 pWOp zajteljesítményt kapunk mind a csatorna-, mind a csoport modem-szekrényekben, ami szintén jó eredmény.

A döntő fontosságú lineáris zaj az egyes modemfokozatokban a *nem érthető áthallásként* jelentkező elnyomott oldalsáv. Ennek nagysága kizárólag a szűrők csillapításától függ. Legnagyobb gondot ezért a csatornasávszűrő, hangfrekvenciás kiegészítő szűrők, csoport és főcsoport szűrők ilyen értelmű specifikálására fordítottunk.

Végeredményül a csatorna-modem berendezésnél beszédterheléssel 30, digitális (távíró) terheléssel 108 pWOp, a csoport-modemnél 20 és a főcsoport-modemnél is 20 pWOp zajt kaptunk.

A *másod- és harmadrendű zajokat* illetően kétféle forrással kell számolnunk, egyik a „túlterhelés", a másik az „intermoduláció".

A túlterhelésből eredő súlyos nonlineáris torzítást teljesen elkerültük a csatornák bemenetébe beiktatott amplitudó limiterrel, valamint az egyes erősítők teljesítmény-határ előírásának helyes megállapításával.

Az intermodulációs zajok a modulátorokban és az erősítőkben keletkeznek.

A tervezéskor valamennyi modulátorra, demodulátorra és erősítőre megszabtuk, hogy mekkora 2. és 3. rendű zajt termelhet. Ezután megállapítottuk, hogy mekkora a terhelés és sávszélesség. Ezekből meghatároztuk azt, hogy mely rendű zajok keletkezhetnek, ill. melyek dominálhatnak (pl. egy oktávnál keskenyebb sáv esetén csak a 3. rendű zaj a döntő). Majd az ismert Brockbank—Wass-féle módszerrel kiszámítottuk az illető egységre előírandó 2. és 3. rendű felhangcsillapításokat. A megvalósításnál az erősítők esetében a szokásos (negatív visszacsatolási) módszerekkel dolgoztunk, a modulátorok nonlineáris tényezőit pedig újszerű kapcsolású gyűrűs modulátorral és a diódák üzemi munkapontjának kikísérletezésével állítottuk be. Aránylag sok többletmunka árán sikerült a kiszabott zajmérleget kellő pontossággal túlteljesíteni.

Végeredményben a zajok elemzéséből azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy a vivőáramú berendezés jó minőségű és gazdaságos megoldásának kulcsa az alábbi két helyen keresendő:

— a vivőellátóberendezés egészének kiváló minősége,
— a modulátorok, szűrők és erősítők szint, terhelés és torzítási paraméterei.

Mindezek alapján új, tranzisztorizált berendezéseink zajadatai a 3. táblázat szerint alakultak. Ezek az adatok előzetes kísérleti mérési eredmények.

3. táblázat

Mért átlagos zajértékek (pWOp-ben)

A zaj rendje	A zaj típusa	Csatorna-modem	Csoport-modem	Főcsoport-modem
0	Termikus Szivárgások	32	27	20
1	Lineáris áthallások	86	30	20
2	Nonlineáris áthallás	20	9	10
3	Nonlineáris áthallás	22	15	18
Összesen		160	81	68
Sávon kívüli jelzésátvitel		*a)* Nagyszintű 300		
		b) Kissszintű: 100		
Sávon belüli jelzésátvitel		100		

Megjegyezzük azonban, hogy a csatorna-modem berendezés lineáris áthallását a mért zajmennyiségből a CCITT G.222. ajánlás Remark 5. 2. pontja (Vörös Könyv) alapján számítottuk ki, figyelembe véve az elméleti referencia áramkörben szereplő három csatorna-modemet és azt, hogy itt egy csatornát összesen 6 közvetlen szomszédja zavarhatja, amelyekből öt beszéd és egy távíró terhelés lehet;

vagyis $(5 \times 30 + 1 \times 108)/3 = 86$ pWOp az eredő lineáris áthallási zaj.

Az elektromos méretezés másik vezérfonalát a nagy megbízhatóság biztosításának módszerei képezték. A megbízhatóság növelése az elvi áramkörméretezésnél lehetséges, továbbá azokkal az előzetes alkatrész vizsgálatokkal, amelyeket klímalaboratóriumunk rendszeresen. végez

KÜLFÖLDI ESEMÉNYEK

Méréstechnikai konferencia — Szófia

A Bolgár Tudományos és Műszaki Egyesület Elektrotechnikai Osztálya 1964. június 15. és 17. között Szófiában, a Technika Házában rendezte meg az „Első nemzeti tudományos méréstechnikai konferenciát". A konferenciára a hazai résztvevők mellett legyel és magyar vendégeket is meghívtak. Az előadások 4 szekcióban hangzottak el. Az alábbiakban felsoroljuk a szekciókat néhány jellegzetes előadási téma megemlítésével.

I. szekció: Villamos és mágneses mérések
Komplex μ komponenseinek a mérése.
Felületi és térfogati ellenállások mérése. Sok méréshatárú egyen- és váltakozó áramú feszültség és árammérő.

II. szekció: Mechanikai mérések

III. szekció: Nem villamos mennyiségek mérése
Induktív átalakítók
Kémiai mérések
Hőmérsékletmérések
Fénytechnikai mérések

IV. szekció: Elektronikus mérések
Tranzisztoros stabilizátorok kimeneti ellenállásának mérése
Negatív ellenállású erősítővel működő csatorna negatív ellenállásának a mérése
Hall-effektus mérése félvezetőben
Kapcsolóérintkezők rezgéseinek a mérése

A konferencia elsősorban alapproblémákkal foglalkozott, és meglehetősen széles területet fogott át. Elsősorban klasszikus méréstechnikai kérdéseket tárgyalt, a méréstechnika modern irányzatai kismértékben szerepeltek.

A konferenciával egy időben rendezték meg az „Egyedi mérőműszerek" kiállítást, amelyen a különböző kutató, fejlesztő és egyetemi intézmények által kidolgozott, zömmel elektronikus, nem sorozatban gyárott berendezések kerültek bemutatásra. A kiállításon a legkülönbözőbb területeken alkalmazásra kerülő műszerek voltak láthatók (nukleáris műszerek, kémiai műszerek, elektronikus alkatrészvizsgáló műszerek, híradástechnikai műszerek, röntgentechnikai berendezések, nem villamos mennyiségeket mérő műszerek). A kiállítás alapján megállapítható, hogy Bulgáriában komoly erőfeszítést tesznek a műszeripar fejlesztésére és a kiállított műszerek közül számos mind specifikációjában, mind kivitelében korszerűnek mondható.

A vendéglátók szívességéből módunkban volt meglátogatni a „Gépész- és Villamosmérnöki Főiskolán" (megfelel a mi műszaki egyetemünknek) az „Elméleti elektrontechnika és villamos méréstechnika" tanszéket, ahol tájékozódtunk a bolgár méréstechnikai oktatásról. Részletesebb felvilágosítást kaptunk az elektrotechnika fakultáson belül most induló méréstechnika-szak tanterv-tervezetéről. Ez a tanterv igen korszerű, erősen hasonlít a mi egyetemünk megfelelő szakának tantervéhez, a megvalósítása azonban még a jövő feladata, jelenleg a feltételek megteremtése a fő célkitűzés. Megtekintettük a jelenleg is működő villamos alapméréseket oktató laboratóriumokat, amelyek színvonalban és műszerezettségben még nem érik el a mi hasonló méréseinket. Érdekességként megemlítjük, hogy a tanszék egy elektroncsöves analóg számológépet dolgozott ki, amely demonstrációs célokat, de elsősorban az oktatók tudományos képzését szolgálja.

Dr. Komarik József

Diplomaterv pályázat eredménye

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület elnökségi ülésén dr. Ambrózy András, a bírálóbizottság vezetője beszámolt az Egyesület diplomatervpályázatának eredményéről. Összesen 16 diplomatervet nyújtottak be a pályázatra, amelyek közül a bírálóbizottság az alábbiakat javasolta díjazásra:

1. díj: Sárosy József „Lineáris áramkörök tolerancia számítása".

2. díj: Surguta László „Tranzisztor belső hőellenállás mérő készülék".

3. díj: Székely Vladimir „Tunnel-diódák".

4. díj: Poniczky Károly „Vivőfrekvenciás erősítő".

Ezután dr. Barta István az Egyesület elnöke átnyújtotta a díjakat és az elnökség nevében üdvözölte a pályázat nyerteseit.

TAKÁCS FERENC
Budapesti Műszaki Egyetem
Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszék

Ellenütemű „B" osztályú nagyjelű erősítők tervezése*

ETO 621.375.001.2

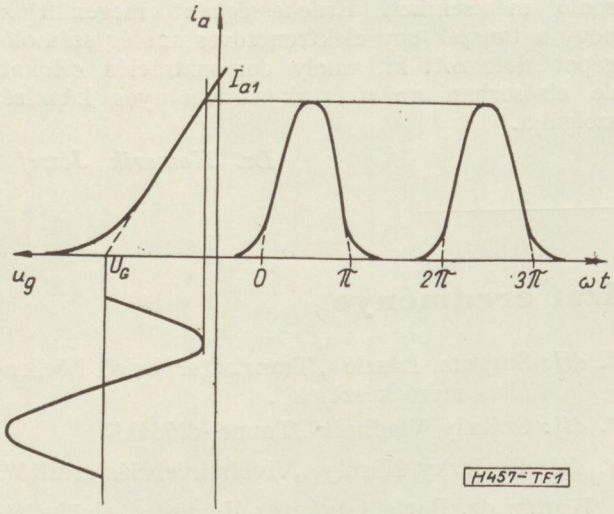
Kilowatt nagyságrendű teljesítményeknél fokozott figyelemmel kell kísérni a hatásfok nagyságát is, mivel a cső anódján felszabaduló meleg elvezetése költséges berendezéseket igényel. Mint később látni fogjuk, a „B" osztályú erősítő hatásfoka nagyobb az „A" osztályú erősítőénél, azonban elfogadható kis torzítás eléréséhez „B" osztályú beállítás csak ellenütemben alkalmazható. A következőkben a „B" osztályú üzemben működő fokozatok viszonyait fogjuk megvizsgálni.

Általános összefüggések

Ellenütemű „B" osztályú beállítású erősítőkben, a periódusidő felében az egyik csövön, a periódusidő másik felében a másik csövön folyik anódáram. A két csövet ellenütemű színuszjellel vezérelve — a karakterisztika görbületét elhanyagolva — egy teljes periódusra anódáramuk a következőképpen adható meg:

$$i_{a1} = I_{a1} \sin \omega t; \quad i_{a2} = 0 \quad 0 < \omega t < \pi \qquad (1)$$
$$i_{a1} = 0; \quad i_{a2} = I_{a2} \sin \omega t \; \pi < \omega t < 2\pi$$

Könnyű belátni, hogy a két cső anódkörét, szórásmentes transzformátorral összekapcsolva, a két egyenként félperiódusideig működő cső helyettesíthető a transzformátor fél primertekercsére kapcsolt I_{a1} amplitúdójú, színusz alakú áramot előállító, R_b belső ellenállású egyetlen generátorral.



1. ábra

Ezen elv felhasználásával az anódfeszültség amplitúdójára írhatjuk:

$$U_{a1} = I_{a1} \frac{R_{aa}}{4} = I_{a1} R_t \qquad (2)$$

A 3. ábra jelöléseivel az anódáram amplitúdója:

$$I_{a1} = \frac{U_1}{R_h} \qquad (3)$$

Másrészről az anód váltófeszültség amplitúdója:

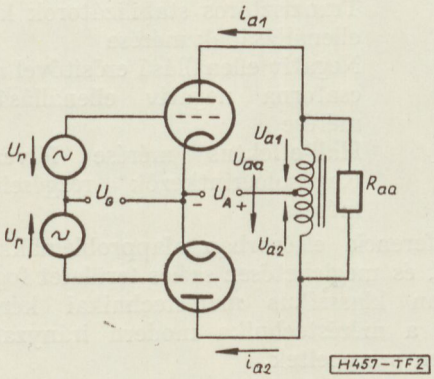
$$U_{a1} = U_A - U_1 = I_{a1} R_t \qquad (4)$$

Ez utóbbi egyenletünkből kifejezve a maradékfeszültséget

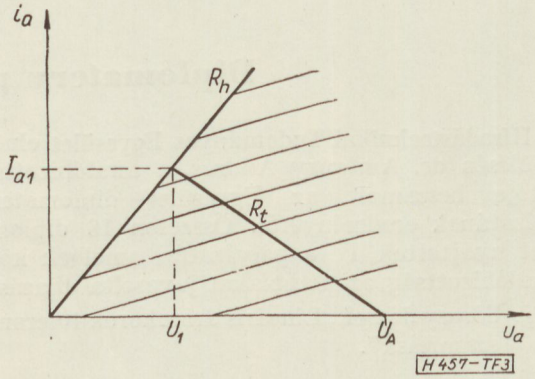
$$U_1 = U_A - I_{a1} R_t,$$

és ezt behelyettesítve a (3) egyenletbe, az anódáram amplitudójára rendezés után a következőt kapjuk:

$$I_{a1} = \frac{U_A}{R_t + R_h} \qquad (5)$$



2. ábra



3. ábra

* A szerzőnek az „A" osztályú nagyjelű erősítők tervezése című cikke lapunk XV. évf. 11. számában jelent meg.

A két cső által leadott teljesítmény:

$$P_{ki} = \frac{1}{2} I_{a1}^2 R_t = \frac{1}{2} U_A^2 \frac{R_t}{(R_t + R_h)^2} \qquad (6)$$

A hatásfok meghatározásához a felvett egyenáramú teljesítményt kell meghatározni. Az ebben szereplő egyenáramot átlagolással számíthatjuk ki: az egyik cső anódegyenárama egyenlő a I_{a1} amplitúdójú félszinusz területének és a teljes periódusidőnek a hányadosával. Tehát

$$I_A = \frac{I_{A1}}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t \, d\omega t = \frac{I_{a1}}{2\pi} \Big[- \cos \omega t \Big]_0^{\pi} = \frac{I_{a1}}{\pi} \qquad (7)$$

Ez utóbbi, valamint az (5) egyenlet felhasználásával a két cső által felvett egyenáramú teljesítmény:

$$P_A = 2 U_A I_A = \frac{U_A^2}{\pi} \frac{2}{R_t + R_h} \qquad (8)$$

A (6), valamint a (8) egyenlet felhasználásával a hatásfok:

$$\eta = \frac{P_{ki}}{P_A} = \frac{\pi}{4} \frac{R_t}{R_t + R_h} \qquad (9)$$

A disszipációs teljesítményt célszerű egy csőre meghatározni. Ez

$$P_d = \frac{1}{2} (P_A - P_{ki}) = \frac{U_A I_{a1}}{\pi} - \frac{1}{4} I_{a1}^2 R_t \qquad (10)$$

alakban írható. Az egyenletből világosan látható hogy az anódáram amplitúdójának, tehát a kivezérlésnek a függvényében a disszipációs teljesítménynek szélső értéke van. A szélső érték helye

$$I_{a1M} = \frac{2}{\pi} \frac{U_A}{R_t} \qquad (11)$$

amplitúdójú anódáramnál van, itt a disszipáció nagysága

$$P_{dM} = \frac{U_A^2}{\pi^2 R_t} \qquad (12)$$

P_A, P_{ki} és P_d változását I_{a1} függvényében a 4. ábrán láthatjuk (egy csőre számítva).

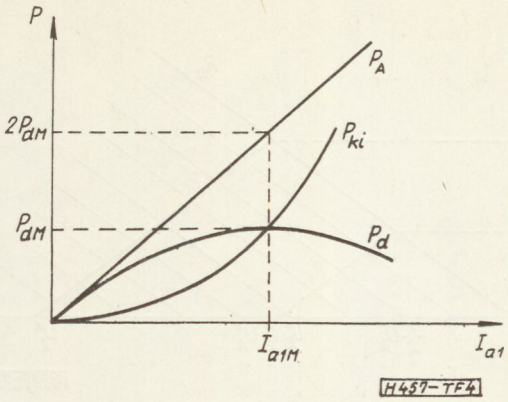
Érdemes megjegyezni, hogy a maximális disszipációnál az anódellenállás nagyságától függetlenül

$$\eta_{dM} = 0{,}5$$

a hatásfok. Ehhez a kivezérléshez tartozó anódváltófeszültség:

$$U_{a1d} = \frac{2}{\pi} U_A = 0{,}638 U_A \qquad (13)$$

Később látni fogjuk, hogy az erősítőcsövek bizonyos beállításánál fentebbi maximális disszipációhoz tartozó kivezérlést a legnagyobb kivezérlésnél sem érjük el. Ilyen beállítás esetén a cső a legnagyobb kivezérlésnél van a legnagyobb disszipációra igénybe véve. A maximális disszipáció csak olyan beállításban ér el helyi maximumot, melynél a teljes kivezérléshez tartozó anódáram vagy anódfeszültség nagyobb, mint a (11), illetve (13) egyenlet által megadott érték.



4. ábra

Fentiek szerint míg „A" osztályú erősítőknél a csőnek kivezérlés nélkül a legnagyobb a disszipációja, „B" osztályú erősítőknél maximális kivezérlésnél, vagy elegendően nagy terhelőellenállás esetén valamivel a teljes kivezérlés alatt legnagyobb a disszipáció.

Az a tény, hogy „B" osztályú erősítőknél a terhelőellenállás nagyságától függ a disszipációmaximum helye, némileg bonyolultabbá teszi ezeknek az erősítőknek a tárgyalását. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy éppen a jó hatásfok elérése érdekében a terhelőellenállás mindig elegendő nagy ahhoz, hogy a disszipált teljesítmény már a teljes kivezérlés alatt elérje a szélső értéket. Ezért a továbbiakban az első méretezési esettől eltekintve csak olyan esetekkel fogunk foglalkozni, melyeknél a disszipált teljesítménynek a kivezérlési tartományban szélső értéke van.

Tervezés, a határellenállás figyelembevételével

Az A osztályú erősítőknél követett eljárásnak megfelelően vizsgáljuk meg először azt, hogy adott anódfeszültségnél mekkora a B osztályú beállításban működő cső által leadott legnagyobb teljesítmény, és ehhez mekkora terhelőellenállás tartozik. Deriváljuk a kimenőteljesítményt (6) a terhelőellenállás szerint

$$\frac{dP_{ki}}{dR_t} = \frac{U_A^2}{2} \frac{(R_t + R_h)^2 - 2R_t(R_t + R_h)}{(R_t + R_h)^4} = \frac{U_A^2}{2} \frac{R_h - R_t}{(R_t + R_h)^3}$$

A

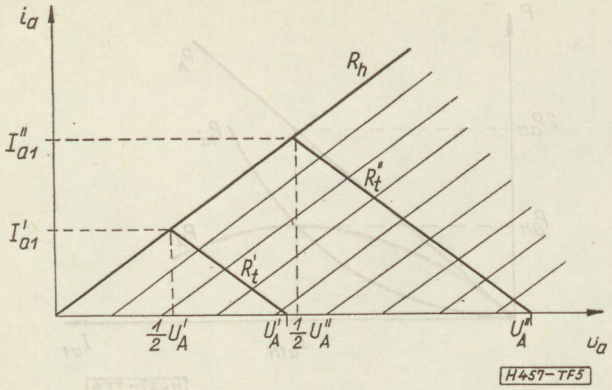
$$\frac{dP_{ki}}{dR_t} = 0$$

feltételből a terhelőellenállásra kapjuk, hogy

$$R_t = R_h \qquad (14)$$

Ebből a transzformátor primer tekercsének a végpontjain jelentkező impedancia

$$R_{aa} = 4R_h \qquad (15)$$



5. ábra

A (14) összefüggést behelyettesítve az (5)-be a cső anódárama maximális kivezérlésnél

$$I_{a1} = \frac{U_{h1}}{2R_h} \tag{16}$$

A (16) egyenlet alapján megszerkeszthető a munkaegyenes. A szerkesztés az 5. ábrán látható.

Az anódváltó-feszültség amplitúdója

$$U_{a1} = I_{a1}R_h = \frac{U_a}{2} \tag{17}$$

A (6) egyenletből a két cső által leadott kimenőteljesítmény

$$P_{ki} = \frac{U_A^2}{8R_h}, \tag{18}$$

és végül a csövek hatásfoka

$$\eta = \frac{\pi}{8} = 0{,}393 \tag{19}$$

Végeredményeinket összehasonlítva az azonos anódfeszültséggel működő ellenütemű A osztályú erősítő eredményeivel, a következő, első hallásra talán meglepő következtetésekhez jutunk. Azonos tápfeszültség esetén az ellenütemű „A" osztályú és és „B" osztályú erősítők anódtól anódig mért terhelő impedanciája, valamint kimenőteljesítménye azonos. Ezzel szemben valamivel jobb a csövek hatásfoka, tehát csökken a csövek által felvett egyenáramú teljesítmény az „A" osztályú beállításhoz képest.

A (17) egyenlet értelmében az anódváltó-feszültség amplitúdója kisebb a (13) egyenletben megadott értéknél, tehát a csövek disszipációja a legnagyobb kivezérlésnél a maximális.

Legnagyobb kivezérlésnél a két cső által felvett egyenáramú teljesítmény (8)

$$P_A = \frac{U_A^2}{\pi R_h} \tag{20}$$

és a legnagyobb kivezérlésnél fellépő egy csőre eső (egyúttal legnagyobb) disszipáció

$$P_d = \frac{1}{2}(P_A - P_{ki}) = \frac{8-\pi}{16\pi}\frac{U_A^2}{R_h} = 0{,}0967\frac{U_A^2}{R_h} \tag{21}$$

Tervezés a határellenállás és a legnagyobb megengedhető kimenőáram figyelembevételével

A következőkben vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor az erősítőeszköz kivezérlését a határellenálláson kívül a kimenőáram legnagyobb megengedett értéke is korlátozza. Mindaddig, amíg a megengedett maximális áram nagyobb, mint a (16) egyenlet által meghatározott csúcsáram, a méretezés az előző fejezet szerint történik. A kritikus tápfeszültségnél a legnagyobb kivezérléshez tartozó áram amplitúdója eléri az erősítőeszközre megengedett legnagyobb áramot.

$$I_{a1} = I_{aM} \tag{22}$$

Ezt behelyettesítve a (16) egyenletbe,

$$I_{aM} = \frac{U_{A1}}{2R_h} \tag{23}$$

ebből a kritikus anódfeszültség

$$U_{A1} = 2I_{aM}R_h \tag{24}$$

Amennyiben az anódfeszültség meghaladja a kritikus feszültséget, a terhelőellenállást a 6. ábrának megfelelően kell megválasztani. Az ábra alapján a következő összefüggést tudjuk felérni:

$$U_A = I_{aM}(R_h + R_t), \tag{25}$$

amiből a terhelőellenállás a (23) összefüggés felhasználásával

$$R_t = \frac{U_A}{I_{aM}} - R_h = R_h\left(2\frac{U_A}{U_{A1}} - 1\right) \tag{26}$$

Az anódváltó-feszültség amplitúdója

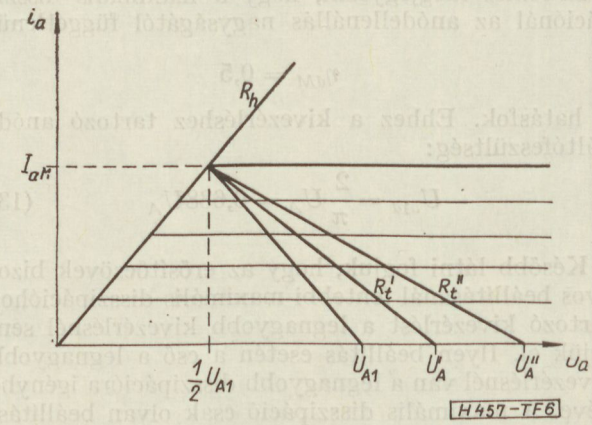
$$U_{a1} = I_{aM}R_t = U_A\left(1 - \frac{1}{2}\frac{U_{A1}}{U_A}\right) \tag{27}$$

és a két cső által leadott kimenőteljesítmény

$$P_{ki} = \frac{1}{2}I_{a1}^2R_t = 2P_{aM}\left(2\frac{U_A}{U_{A1}} - 1\right) \tag{28}$$

ahol

$$P_{aM} = \frac{1}{4}I_{aM}^2R_h$$



6. ábra

A (26), (27) és (28) egyenletek, valamint az azonos feltételekkel vizsgált „A" osztályú üzemmódra előző cikkünkben megadott egyenletek összevetésével, nem elfelejtve, hogy

„A" osztálynál $R_{aa} = 2R_t$

„B" osztálynál $R_{aa} = 4R_t$

világosan látszik, hogy az ellenütemű „A" osztályú és „B" osztályú erősítő anódtól anódig mért impedanciája, anódváltó-feszültsége, valamint kimenőteljesítménye azonos összefüggésekkel írható le.

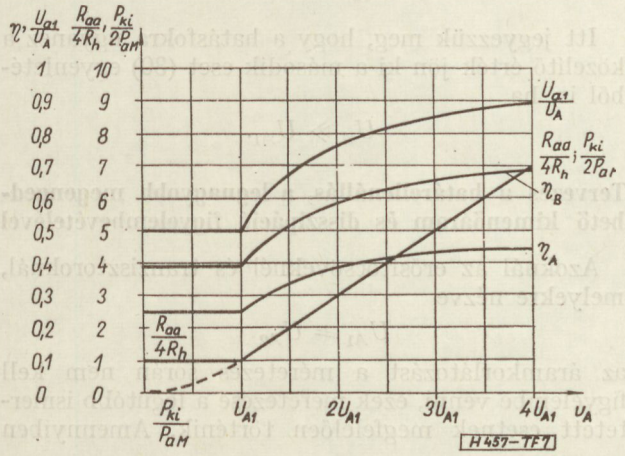
Két cső által felvett egyenáramú teljesítmény

$$P_A = 2U_A I_A = \frac{U_A U_{A1}}{\pi R_h} \tag{29}$$

és a hatásfok

$$\eta = \frac{P_{ki}}{P_A} = \frac{\pi}{4}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{U_{A1}}{U_A}\right) \tag{30}$$

Az anódtól anódig mért terhelőellenállás, a kimenőteljesítmény, az anódváltó-feszültség relatív értékeit és az ellenütemű „A" osztályú, valamint „B" osztályú erősítő hatásfokát a 7. ábrában ábrázoltuk a tápfeszültség függvényében.



7. ábra

Befejezésül határozzuk meg a kapcsolás egyik csöve által disszipált maximális teljesítményt. Feltételezve, hogy a munkaellenállás elegendően nagy, a (12) képletbe helyettesítsük be a terhelőellenállás értékét, ebből a maximális disszipált teljesítmény

$$P_{dM} = \frac{P_A}{\pi} \frac{\dfrac{U_A}{U_{A1}}}{2\dfrac{U_A}{U_{A1}} - 1} \tag{31}$$

Annak feltétele, hogy a maximális disszipációnak itt meghatározott értéke valóban létezzék, a (13) egyenlet szerint az, hogy

$$\frac{U_{a1}}{U_A} \geqslant \frac{2}{\pi}.$$

Ezt az összefüggést behelyettesítve a (27) egyenletbe, a tápfeszültség és kritikus feszültség hányadosát kifejezve, a (31) egyenlet értelmezési tartományát kapjuk

$$\frac{U_A}{U_{A1}} \geqslant \frac{1}{2}\frac{\pi}{\pi - 2} = 1{,}42 \tag{32}$$

Ezen utóbbi összefüggésünk szerint a (31) egyenlet csak $1{,}42U_{A1}$-nél nagyobb tápfeszültségekre érvényes. E feszültség alatt a maximális disszipáció meghatározásával nem foglalkozunk, mivel annak gyakorlatban nincs jelentősége.

Tervezés a határellenállás és a legnagyobb megengedhető disszipáció figyelembevételével

A gyakorlatban kicsi a fontossága, ezért csak a teljesség kedvéért és röviden foglalkozunk azzal az esettel, amelynél a terhelőellenállás nagyságát a határellenállás és a csőre megengedett legnagyobb disszipáció határozza meg. Olyan kis anódfeszültségnél, melynél a csőre jutó disszipáció nem haladja meg a csőre megengedett legnagyobb értéket, a méretezés már tárgyalt módszer szerint történik. Ilyenkor a cső disszipációját a (21) egyenlet határozza meg:

$$P_{dM} = \frac{8 - \pi}{16\pi}\frac{U_A^2}{R_h}$$

Az anódfeszültség növelésekor eljutunk egy olyan kritikus U_{A2} anódfeszültséghez, melynél a csőre jutó disszipáció éppen egyenlő a megengedett értékkel. Fenti egyenletből

$$P_{dM} = P_D$$

helyettesítéssel ez a kritikus feszültség:

$$U_{A2} = \sqrt{\frac{16\pi}{8 - \pi} R_h P_D} \tag{33}$$

A későbbiek érdekében célszerű lesz a módosított kritikus feszültség fogalmát is bevezetni:

$$U'_{A2} = \pi\sqrt{R_h P_D} \tag{34}$$

A két kritikus feszültség közötti számszerű összefüggést

$$U_{A2} = 1{,}03U'_{A2}$$

egyenlet adja meg, amiből nyilvánvaló, hogy a két feszültség közötti különbség gyakorlati szempontból jelentéktelen. A további vizsgálatokban nem foglalkozunk azokkal az esetekkel, amelyeknél a maximális disszipáció a legnagyobb kivezérlésnél lép fel. Feltételezzük, hogy az anódváltó-feszültségre érvényes az

$$U_{A1} \geqslant \frac{2}{\pi} U_A$$

egyenlőtlenség, tehát a maximális disszipáció kisebb kivezérlésnél lép fel, és nagyságát a

$$P_{dM} = \frac{U_A^2}{\pi^2 R_t} \tag{12}$$

egyenlet határozza meg. P_{dM} helyére P_D t írva, az egyik cső terhelőellenállása

$$R_t = \frac{U_a^2}{\pi^2 P_D} \tag{35}$$

A kimenőtranszformátor primer tekercsének két szélső kapcsa között R_{aa} ellenállás a módosított kritikus anódfeszültség felhasználásával:

$$R_{aa} = 4R_h \left(\frac{U_A^2}{U'_{A2}}\right)^2 \tag{36}$$

A levezetések részletezése nélkül a félszínusz alakú anódáram amplitúdója:

$$I_{a1} = \frac{U_A}{R_h} \frac{1}{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1} \tag{37}$$

az anódváltó-feszültség amplitúdója

$$U_{a1} = \frac{U_A}{\left(\frac{U'_{A2}}{U_A}\right)^2 + 1} \tag{38}$$

két cső által leadott kimenőteljesítmény

$$P_{ki} = \frac{\pi^2}{2} P_D \frac{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^4}{\left[\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1\right]^2} \tag{39}$$

a két cső által felvett egyenáramú teljesítmény

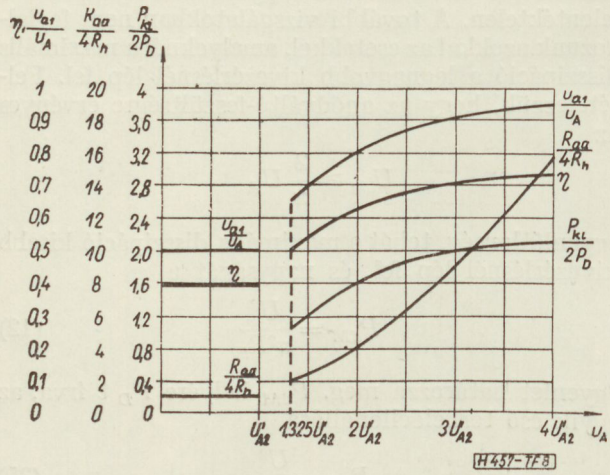
$$P_A = 2\pi P_D \frac{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2}{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1} \tag{40}$$

és végül az erősítő hatásfoka

$$\eta = \frac{\pi}{4} \frac{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2}{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1} \tag{41}$$

A fejezet elején tett kikötések következtében a (35), (37), (38), (39), (40) és (41) egyenletek csak akkor érvényesek, ha

$$\frac{U_{a1}}{U_A} \geqslant \frac{2}{\pi}$$



8. ábra

egyenlőtlenség fennáll. A (38) egyenlet felhasználásával ebből következik az

$$\frac{U_A}{U'_{A2}} \geqslant \sqrt{\frac{2}{\pi - 2}} = 1{,}325$$

egyenlőtlenség.

Eddigi eredményeinket áttekinthető formában a 8. ábra tartalmazza. Ebben az ábrában feltüntettük az anódfeszültség függvényében a hatásfokot, az anódváltó-feszültség relatív amplitúdóját, a relatív terhelőellenállást és a két cső által leadott relatív kimenőteljesítményt.

Amennyiben az anódfeszültség sokkal nagyobb a kritikus anódfeszültségnél

$$U_A \gg U'_{A2}$$

két cső kimenőteljesítményére, a tápegységből felvett egyenáramú teljesítményére és hatásfokára a következő közelítő összefüggések érvényesek:

$$P_{ki} = \frac{\pi^2}{2} P_D = 4{,}93 P_D$$

$$P_A = 2\pi P_D = 6{,}28 P_D$$

$$\eta = \frac{\pi}{4} = 0{,}785$$

Itt jegyezzük meg, hogy a hatásfokra ugyanez a közelítő érték jön ki a második eset (30) egyenletéből is, ha

$$U_A \gg U_{A1}.$$

Tervezés a határellenállás, a legnagyobb megengedhető kimenőáram és disszipáció figyelembevételével

Azoknál az erősítőcsöveknél és tranzisztoroknál, melyekre nézve

$$U_{A1} \geqslant U_{A2}$$

az áramkorlátozást a méretezés során nem kell figyelembe venni, ezek méretezése a legutóbb ismertetett esetnek megfelelően történik. Amennyiben

$$U_{A1} < U_{A2},$$

úgy itt is be lehet vezetni egy harmadik kritikus anódfeszültséget, mely a csúcsáram korlátozott és a disszipáció által korlátozott tartományt választja el egymástól:

$$U_{A3} = U'_{A2} \left[\frac{U'_{A2}}{U_{A1}} \pm \sqrt{\left(\frac{U'_{A2}}{U_{A1}}\right)^2 - 1}\right] \tag{42}$$

Amennyiben a cső anódfeszültsége kisebb az első kritikus anódfeszültségnél, tehát

$$U_A \leqslant U_{A1}$$

a terhelőellenállásra, a kimenőteljesítményre és a hatásfokra a következő képletek érvényesek:

$$R_{aa} = 4R_h \tag{15}$$

$$P_{ki} = \frac{U_A^2}{8R_h} \tag{18}$$

$$\eta = \frac{\pi}{8} \tag{19}$$

Ha az anódfeszültség az első és a harmadik kritikus anódfeszültség közé esik, azaz

$$U_{A1} \leqslant U_A \leqslant U_{A3},$$

akkor ugyanezen mennyiségek meghatározására a következő összefüggéseket kell használni:

$$R_{aa} = 4R_h\left(2\frac{U_A}{U_{A1}} - 1\right)$$

$$P_{ki} = 2P_{aM}\left(2\frac{U_A}{U_{A1}} - 1\right) \qquad (28)$$

$$\eta = \frac{\pi}{4}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{U_{A1}}{U_A}\right) \qquad (31)$$

És végül, ha az anódfeszültség nagyobb a harmadik kritikus anódfeszültségnél, akkor az anódtól anódig mért terhelőellenállás

$$R_{aa} = 4R_h\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 \qquad (36)$$

a kimenőteljesítmény

$$P_{ki} = \frac{\pi^2}{2}P_D\frac{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^4}{\left[\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1\right]^2} \qquad (39)$$

és a hatásfok

$$\eta = \frac{\pi}{4}\frac{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2}{\left(\frac{U_A}{U'_{A2}}\right)^2 + 1} \qquad (41)$$

Példák

A fentebb levezetett összefüggések gyakorlati alkalmazásának tanulmányozására vizsgáljuk meg néhány csőnek és tranzisztornak „B" osztályú beállításban az üzemi viszonyait. Az összehasonlíthatóság kedvéért az „A" osztályú erősítőknél megvizsgált erősítőeszközöket fogjuk itt is megvizsgálni.

Foglalkozzunk elsőnek *ECC 81* csővel megépített ellenütemű, „B" osztályú erősítővel. A cső adatai az I_{aM} kivételével megegyeznek az „A" osztályú beállításban felsorolt adatokkal. Mint ott láttuk, a csőkatalógus a cső legnagyobb katódegyenáramát határozta meg. Rácsáramментes üzemet feltételezve, ez meg fog egyezni e cső legnagyobb anódegyenáramával. A legnagyobb anódegyenáramból az anódcsúcsáram a (7) összefüggésből határozható meg, és némi biztonsággal számolva vegyük ezt a legnagyobb megengedett katódegyenáram háromszorosára. Így a cső adatai:

$$P_D = 2{,}5 \text{ W}$$

$$R_h = 11 \text{ k}\Omega$$

$$I_{aM} = 45 \text{ mA}$$

$$U_{AM} = 300 \text{ V}$$

Fenti adatokkal a cső két első kritikus anódfeszültsége a következő lesz:

$$U_{A1} = 2I_{aM}R_h = 660 \text{ V}$$

$$U_{A2} = \sqrt{\frac{16\pi}{8-\pi}}\sqrt{R_hP_D} = 534 \text{ V}$$

Mindkét kritikus anódfeszültség nagyobb a csőremegengedett legnagyobb anódegyenfeszültségnél, ezért a méretezésnél csak a határellenállást kell kivezérlést korlátozó tényezőként figyelembe venni. Így az üzemi adatok a következőképpen alakulnak:

$$R_{aa} = 4R_h = 44 \text{ k}\Omega$$

$$P_{ki} = \frac{U_A^2}{8R_h} = 1{,}14 \cdot 10^{-5}U_A^2$$

$$P_A = \frac{U_A^2}{\pi R_h} = 2{,}9 \cdot 10^{-5}U_A^2$$

$$I_A = \frac{U_A}{2\pi R_h} = 1{,}45 \cdot 10^{-5}U_A$$

$$\eta = 39{,}4\%$$

A munkaellenállás és a kimenőteljesítmény ugyanekkora „A" osztályú ellenütemű beállításban is. Természetesen ekkor a hatásfok 0,25-dal egyenlő, és nagyobb a felvett anódegyenáram és egyenteljesítmény is.

A következő cső az EL 84 végerősítő pentóda. Ennek az adatai:

$$P_D = 12 \text{ W}$$

$$R_h = 260\ \Omega$$

$$I_{aM} = 115 \text{ mA}$$

$$U_{AM} = 300 \text{ V}$$

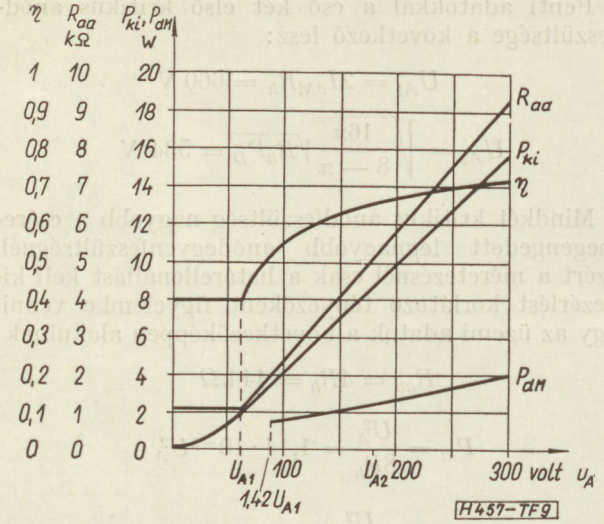
Az elektroncső kritikus feszültségei „B" osztályban:

$$U_{A1} = 2I_{aM}R_h = 60 \text{ V}$$

$$U'_{A2} = \pi\sqrt{P_DR_h} = 176 \text{ V}$$

$$U_{A3} = U'_{A2}\left[\frac{U'_{A2}}{U_{A1}} + \sqrt{\left(\frac{U'_{A2}}{U_{A1}}\right)^2 - 1}\right] = 993 \text{ V}$$

Tekintve, hogy a harmadik kritikus anódfeszültség jóval meghaladja a csőre megengedett legnagyobb anódegyenfeszültséget, a cső beállításánál a disszipációkorlátozást nem kell figyelembe venni. A második pont összefüggéseit alkalmazva, a 9. ábrában láthatjuk a hatásfok, a terhelőellenállás, a két csőre számított kimenőteljesítmény és az egy csőre számított legnagyobb disszipált teljesítmény értékét az anódegyenfeszültség függvényében. Ismételten emlékeztetünk arra, hogy egy csőnek P_{dM} legnagyobb disszipált teljesítménye nem a legnagyobb kivezérléshez, hanem annál kisebb kivezérléshez tartozik, ezért az ábrából leolvasható P_{ki}', ill. P_{dM} nem összetartozó értékek.



9. ábra

Utolsónak az OC 1016 jelű tranzisztort vizsgáljuk meg „A" osztályú beállításban. Ennek a tranzisztornak a bennünket érdeklő adatai:

$$R_h = 0{,}133\ \Omega$$

$$P_D = 4{,}5\ \text{W}$$

$$-I_{CM} = 3\ \text{A}$$

$$-U_{CEM} = 15\ \text{V}$$

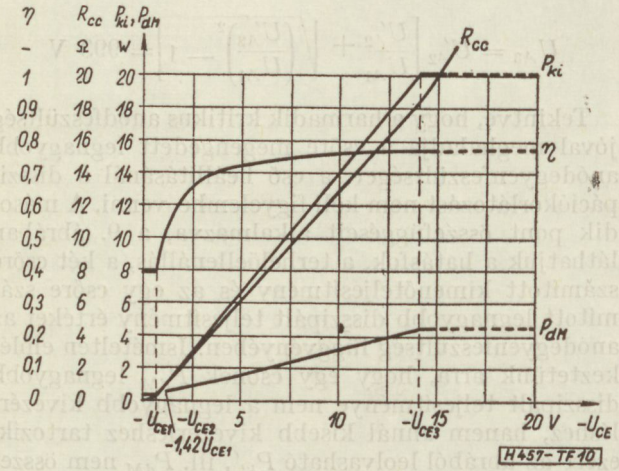
A tranzisztornak a kritikus kollektor emitterfeszültségei „B" osztályban:

$$-U_{CE1} = 2I_{aM}R_h = 0{,}8\ \text{V}$$

$$-U'_{CE2} = \pi\sqrt{R_h P_D} = 2{,}42\ \text{V}$$

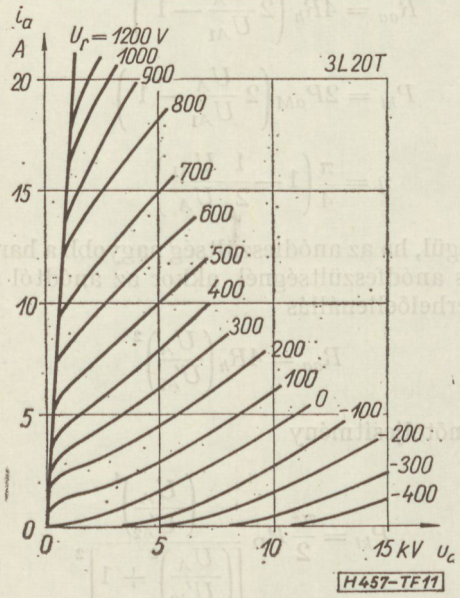
$$-U_{CE} = U'_{CE2}\left[\frac{U'_{CE2}}{U_{CE1}} + \sqrt{\left(\frac{U'_{CE2}}{U_{CE1}}\right)^2 - 1}\right] = 14{,}2\ \text{V}$$

Mivel a harmadik kritikus kollektor emitterfeszültség alig kisebb a tranzisztornál megengedett legnagyobb kollektor emitterfeszültségnél, ennél az erősítőeszköznél is („B" osztályú beállításban) a határellenállás mellett az áramkorlátozásnak van a



10. ábra

legnagyobb jelentősége, a disszipációkorlátozás a tranzisztorra megengedett legnagyobb kollektor emitterfeszültség környezetében mértékadó. A hatásfok, terhelőellenállás, a két tranzisztor kimenőteljesítménye és egyik tranzisztor legnagyobb disszipált teljesítménye a 10. ábrán látható a kollektor emitterfeszültség függvényében.



11. ábra

Befejezésül vizsgáljuk meg egy „B_2" osztályú beállításban működő erősítőcső adatait. A cső a 3L20T jelű nagyteljesítményű trióda, melynek anódfeszültség-karakterisztikáit a 11. ábrában láthatjuk. A csőkatalógusban a következő határadatokat lehet találni a csőről:

$$P_D = 15\ \text{kW}$$

$$P_{DG} = 0{,}6\ \text{kW (rácsdisszipáció)}$$

$$I_{AM} = 3\ \text{A}$$

$$I_{kM} = 22\ \text{A (legnagyobb emissziós áram)}$$

$$U_{AM} = 12\ \text{kV}$$

Válasszuk ismét az anódcsúcsáramot az anódegyenáram háromszorosára:

$$I_{aM} = 3I_{AM} = 9\ \text{A}$$

A cső határellenállását az

$$U_a = U_r$$

anódfeszültség-rácsfeszültség értékekhez tartozó anódáram határozza meg. A cső karakterisztikájából az

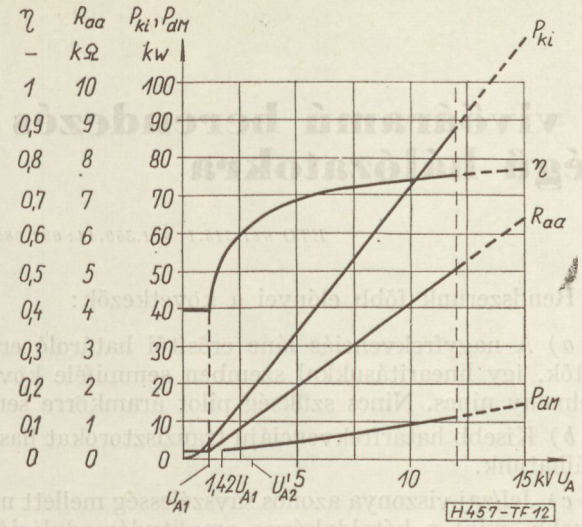
$$U_a = U_r = 1\ \text{kV}$$

ponthoz

$$i_a = 15{,}5\ \text{A}$$

áramerősség tartozik. Ebből a határellenállás:

$$R_h = 64{,}5\ \Omega$$



12. ábra

Érdemes megjegyezni, hogy ennek a csőnek a belső ellenállása

$$R_b = 2{,}5\ \text{k}\Omega$$

tehát a trióda határellenállása rácsáramos üzemben nagyságrendekkel kisebb a belső ellenállásnál. Ezek szerint a kritikus anódfeszültségek meghatározásához szükséges mennyiségek rendre:

$$R_h = 64{,}5\ \Omega$$

$$P_D = 15\ \text{kW}$$

$$I_{aM} = 9\ \text{A}$$

A kritikus anódfeszültségek:

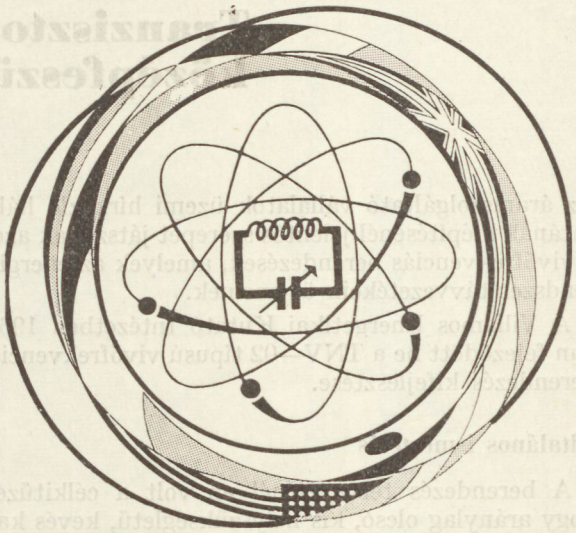
$$U_{A1} = 2I_{aM}R_h = 1160\ \text{V}$$

$$U'_{A2} = \pi\sqrt{P_D R_h} = 3{,}085\ \text{kV}$$

$$U_{A3} = U'_{A2}\left[\frac{U'_{A2}}{U_{A1}} + \sqrt{\left(\frac{U'_{A2}}{U_{A1}}\right)^2 - 1}\right] = 16{,}9\ \text{kV}$$

A harmadik kritikus anódfeszültség ennél a csőnél is a csőre megengedett legnagyobb anódfeszültség felett van, tehát az üzemeltetési tartomány legnagyobb részében a határellenállás mellett ennél a csőnél is a maximális anódáramot kell figyelembe venni. A hatásfok, a terhelőellenállás, két cső kimenőteljesítménye, valamint az egyik cső legnagyobb disszipált teljesítménye a 12. ábrán látható az anódegyenfeszültség függvényében. Ennek az ábrának a 9. és 10. ábrákkal való összehasonlításából jól látható, hogy a rácsáramú „B_2" osztályú üzemben működő triódák épp olyan jó hatásfokkal rendelkeznek, mint a pentóda vagy a tranzisztor. Amennyiben a csövet rácsárammentes üzemben állítanánk be, a hatásfok nem érné el a 40%-ot sem, és a két cső 12 kV anódfeszültségnél mindössze 7,2 kW teljesítményt volna képes leadni a rácsáramos üzem 80 kW-ja helyett. A rácsáramos üzemben elérhető nagymértékű kimenőteljesítmény-növekedés indokolja azt, hogy a 100 W disszipáció feletti csöveket mindig rácsáramos üzemben működtetjük.

KÉSZÍTSÉK EL A VILÁG ELEKTRONIKÁJÁNAK 1965. ÉVI MÉRLEGÉT



A legnagyobb összehasonlítható világszemle az elektronika területén

AZ ELEKTRONIKUS ALKATRÉSZEK

Nemzetközi szalonjában és

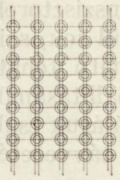
AZ ELEKTROAKUSZTIKA

Nemzetközi szalonjában

PARIS, Porte de Versailles
1965. április 8-tól 13-ig

Mindennemű alkatrész, cső és félvezető, mérő és ellenőrző készülékek, elektroakusztika . . .

Felvilágosítás és dokumentáció:
S. D. S. A. 16. Rue de Presles
Páris 15e Telefon: 273.24.70



A F.N.I.E. védnöksége alatt

NEMZETKÖZI ESZMECSERE AZ ADATTÁROLÓK TECHNIKÁJÁRÓL

az Elektronikusok és Rádióelektromos Szakemberek Francia Társaságának rendezésében

az UNESCO HÁZÁBAN, PARIS
125, Avenue de Suffren
1965. április 5-től 10-ig

PUBLIC SERVICE PARIS

MAY PÉTER
Villamos Energiaipari Kutató Intézet

Tranzisztoros vivőáramú berendezés középfeszültségű hálózatokra

ETO 621.315.1:621.359.44:621.382.3

Az áramszolgáltató vállalatok üzemi hírközlő hálózatának kiépítésénél jelentős szerepet játszanak azok a vivőfrekvenciás berendezések, amelyek az energiarendszer távvezetékein üzemelnek.

A Villamos Energetikai Kutató Intézetben 1963-ban fejeződött be a TNV—02 típusú vivőfrekvenciás berendezés kifejlesztése.

Általános ismertetés

A berendezés tervezésénél az volt a célkitűzés, hogy aránylag olcsó, kis helyszükségletű, kevés karbantartást igénylő, emellett korszerű berendezést fejlesszünk ki, amely elsősorban a középfeszültségű — 35 kV-os — hálózatokon használható fel, de 120 kV-os vezetékeken is üzemeltethető.

Az üzembiztonság növelése érdekében a berendezés teljesen félvezetős kivitelű, ezenkívül a mozgó alkatrészek, vagyis a jelfogók számát is minimálisra csökkentettük.

A moduláció rendszere

A moduláció három fajtája jöhetett számításba:

a) egyoldalsávos amplitúdómoduláció,

b) kétoldalsávos amplitúdómoduláció,

c) kis modulációs indexű szögmoduláció.

Az egyoldalsávos amplitudómoduláció előnye, hogy sávszélessége annyi, mint az átvinni kívánt hangfrekvenciás sáv. Ezért jel/zaj viszonya nagyobb, sávkihasználása pedig jobb, mint a másik két rendszeré.

Hátránya, hogy áramkörei bonyolultak, erősítőinek nagymértékben lineárisaknak kell lenniök. Ezt a linearitási követelményt csak a nagyfrekvenciás láncban alkalmazott negatív visszacsatolással lehet kielégíteni, ami — a gerjedési veszély elkerülése érdekében — igen nagy határfrekvenciájú transzisztorok felhasználását teszi szükségessé. Ezenkívül sok, szigorú specifikációjú szűrőt igényel. Látható tehát, hogy az egyoldalsávos berendezések előállításának költségei viszonylag nagyok, így felhasználásuk csak 120 kV-os és ennél nagyobb feszültségű távvezetékeken indokolt.

Számításaink, méréseink, valamint az üzemi tapasztalatok azt mutatták, hogy a kétoldalsávos amplitudómoduláció a legkevésbé alkalmas rendszer távvezetékeken való vivőfrekvenciás átvitel céljaira.

A fenti megfontolások, valamint egyéb, a későbbiekben ismertetett előnye miatt berendezésünk modulációs rendszeréül a szögmodulációt, ezen belül a fázismodulációt választottuk.

Rendszerünk főbb előnyei a következők:

a) A nagyfrekvenciás lánc erősítői határoló erősítők, így linearitásukkal szemben semmiféle követelmény nincs. Nincs szükség pilot áramkörre sem.

b) Kisebb határfrekvenciájú tranzisztorokat használhatunk.

c) Jel/zaj viszonya azonos sávszélesség mellett nagyobb, mint a kétoldalsávos amplitudómodulációé.

d) Ismétlőállomásokon a távvezetékek és erősáramú szerelvények egymásrahatásából eredő gerjedés veszélye kisebb, mint amplitudómodulált rendszereknél.

e) Több modulátor köthető láncba, tehát a modulált jelre újból rá lehet modulálni.

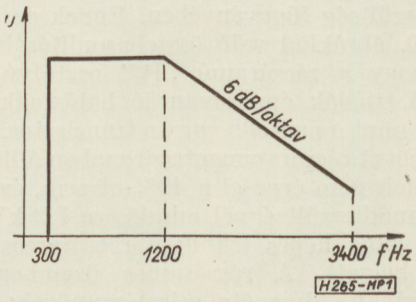
Tervezési szempontok, műszaki adatok

A hangfrekvenciás átvitel előírásainál általában a CCITT ajánlásait vettük alapul. Így az átvitt hangfrekvenciás sáv 300 Hz-től 3400 Hz-ig terjed. Ez hangminőségben és érthetőségben javulást jelent a legtöbb hasonló berendezéshez képest, amelyek általában csak 2600 Hz-ig viszik át a beszédsávot.

A beszédcsatorna tervezésénél figyelembe vettük, hogy a beszéd spektrumában az energia túlnyomó részét az 500 Hz körüli és az alatti sávba eső jelek képviselik. Szükségtelen tehát megkövetelnünk, hogy a beszédsáv összes komponensét névleges szinten vihessük át. Elég, ha kb. 1200 Hz-ig vihető át a névleges szint, ennél nagyobb frekvencián a megengedett jelamplitudó 6 dB/oktáv meredekséggel csökken.

Az összeköttetés nemlineáris torzítása ezen határon belül kisebb, mint 5%.

A berendezés mindkét irányban három, egymástól független, beszédsáv alatti csatornát is átvisz. Ezek közül egy a távválasztó csatorna, a másik kettő 30 Baudos jelátvivő csatorna.



1. ábra. Az átvihető beszédfrekvenciás jel amplitudója a frekvencia függvényében

A főbb műszaki adatok a következők:

Nagyfrekvenciás adatok

Adószint: + 4 Np

Maximális szakaszcsillapítás: 5,5 Np

Vivőfrekvenciás tartomány: 45 kHz ... 200 kHz

Vivőfrekvenciás sávszélesség: 6,8 kHz.

Adó- és vevőfrekvencia különbsége: ⩾ 20 kHz.

Egy állomáson felszerelt két adó frekvenciájának különbsége: ⩾ 10 kHz.

Egy állomáson felszerelt két vevő frekvenciájának különbsége: ⩾ 10 kHz.

Vivőfrekvencia stabilitása: jobb mint $5 \cdot 10^{-5}$.

Moduláció rendszere: fázisszögmoduláció.

Névleges modulációs index: $m = 1$.

Hangfrekvenciás adatok

Átvitt beszédfrekvenciás sáv: 300 Hz ... 3400 Hz.

Névleges négyhuzalos bemeneti szint: —2 Np.

Névleges négyhuzalos kimeneti szint: +1 Np.

Négyhuzalos ki- és bemeneti impedancia: 600 ohm; $r < 5\%$.

Névleges kéthuzalos bemeneti szint: 0 Np.

Névleges kéthuzalos kimeneti szint: —0,8 Np.

Kéthuzalos bemeneti impedancia: 600 ohm, $r < 5\%$.

Nemlineáris torzítás: $< 5\%$.

Beszédsáv alatti csatornák

Távválasztó csatorna: A tárcsaimpulzusokkal amplitudómodulált 75 Hz-es segédvivőfrekvencia.

Moduláció foka: 70%.

Vivőfrekvenciás modulációs index: $m = 0{,}5$.

Jelátvivő csatornák: 2 Hz ... 15 Hz impulzussorozattal frekvenciamodulálható 125 Hz-es és 175 Hz-es segéd-vivőfrekvenciák.

Frekvencialöket: ± 8 Hz.

Vivőfrekvenciás modulációs index egyenként: $m = 0{,}15$.

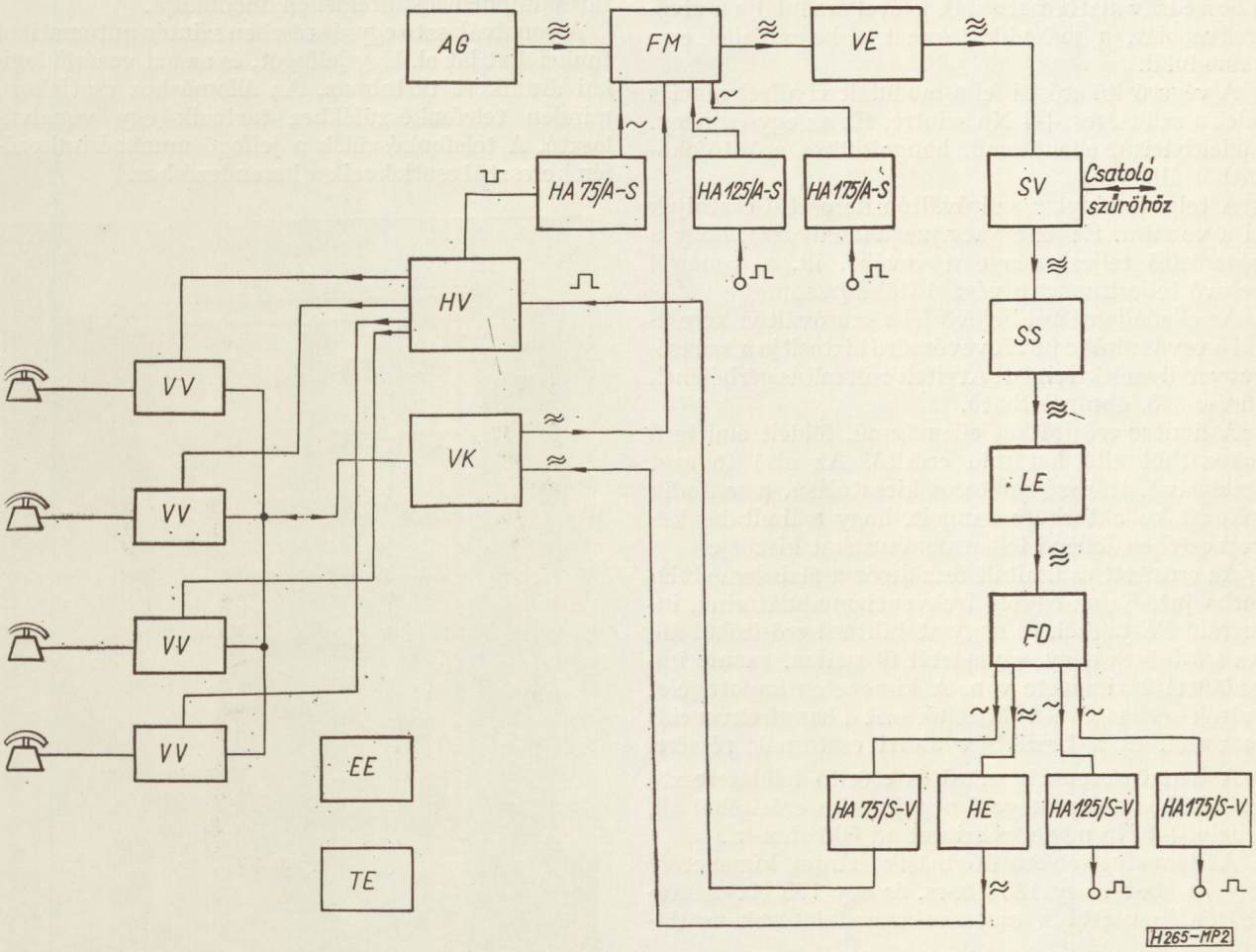
Általános adatok

A berendezéshez állomásonként négy CB rendszerű telefonkészülék csatlakoztatható. Szükség esetén járulékos egységek segítségével ez a szám megnövelhető, de egy nagyfrekvenciás lánc legfeljeb 27 készüléket tartalmazhat. A láncban egyszerre csak egy beszélgetést lehet folytatni, a beszélgetések titkossága biztosítva van.

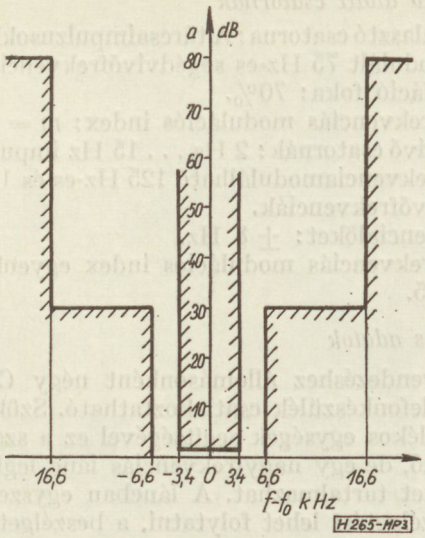
A berendezés működése

A 2. ábrán a végállomás tömbvázlatát láthatjuk. Az egységek működése a következő:

Az alapgenerátor kristályvezérelt színuszos oszcil-



2. ábra. Végállomás tömbvázlata. AG—alapgenerátor, FM—fázismodulátor, VE—végerősítő, SV—szűrőváltó, SS—szélessávú szűrő, LE—limiter erősítő, FD—fázis-demodulátor, HE—hangfrekvenciás erősítő, HA 75/S—75 Hz-es szűrő, HA 75/V—75 Hz-es demodulátor, HA 75/A—75 Hz-es oszcillátor, HA 125/S—125 Hz-es szűrő, HA 125/V—125 Hz-es demodulátor, HA 125/A—125 Hz-es oszcillátor, HA 175/S—175 Hz-es szűrő, HA 175/V—175 Hz-es demodulátor, HA 175/A—175 Hz-es oszcillátor, HV—hívásválasztó automatika, VK—vonali kör, VV—vonalválasztó, EE—ellenőrző egység, TE—tápegység



3. ábra. A vevőszűrő átvitelének tűrésábrája

látor, amely a vivőfrekvenciás jelet állítja elő. Ez a jel vezérli a fázismodulátor egységet, amely két, nagyfrekvenciásan teljesen azonos felépítésű, láncbakapcsolt modulátorfokozatokból áll. Az első fokozat a beszédsáv alatti csatornák jelével modulálja a vivőfrekvenciát, a második fokozat a beszédjellel erre rámodulál.

A végerősítő erősíti fel a modulált vivőfrekvenciás jelet a szükséges +4 Np szintre. Ez az egység négy, földeltbázisú, ellenütemű, hangoltkörös erősítőfokozatból áll.

A teljesítményt a szűrőváltón keresztül csatoljuk ki a vonalra. Ez az egység megakadályozza, hogy a végerősítő teljesítménye a vevőbe, ill. a vonalról bejövő teljesítmény a végerősítőbe jusson.

Az ellenállomásról bejövő jel a szűrőváltón keresztül a vevőszűrőbe jut. A vevőszűrő biztosítja a szükséges vételi szelektivitást. Átviteli csillapítás görbéjének tűrése a 3. ábrán látható.

A limiter erősítő két ellenütemű, földelt emitterű fokozatból álló határoló erősítő. Az első fokozat szélessávú, transzformátoros kicsatolású, a második fokozat kollektorköre hangolt, hogy a limitálás következtében fellépő felharmonikusokat kiszűrje.

Az erősített és limitált feszültség a fázisdemodulátorba jut. Ez az egység frekvenciamodulátorból, integráló *RC* tagból, és nagy stabilitású erősítőből áll. Az erősítőnek négy, egymástól független, azonos impedanciájú kimenete van. A kimeneten kapott jelet szűrők segítségével választjuk szét a hangfrekvenciás csatorna, és a beszédsáv alatti csatornák részére.

A hangfrekvenciás szűrő és erősítő felüláteresztő szűrőből és az ezt követő négyhuzalos erősítőből áll, amely +1 Np névleges szintet ad 600 ohm-ra.

A demodulátor-erősítő másik három kimenetére egy 75 Hz-es, egy 125 Hz-es, és egy 175 Hz-es sávszűrőn keresztül a csatorna-demodulátorok csatlakoznak.

A vonali körben szimmetrikus ellenállás hibrid, csengető egység, 450 Hz-es tárcsázásihang-oszcillátor, mikrofon tápáramkör, valamint négyhuzalos átkapcsoló egység van.

A hívásválasztó két fő részből áll: a számláló láncból, és az automatikából.

A számláló lánc bejövő hívásakor számlálja és tárolja a 75 Hz-es demodulátorból érkező tárcsaimpulzusokat.

Az automatika a következő feladatokat látja el: Érzékeli, ha valamelyik ellenállomás hívást kezdeményez, ekkor reteszeli a saját állomáshoz csatlakozó telefonkészülékeket, hogy második hívást ne lehessen kezdeni. Egyidejűleg feloldja a számláló lánc bénítását, amely így készen áll a tárcsaimpulzusok számlálására.

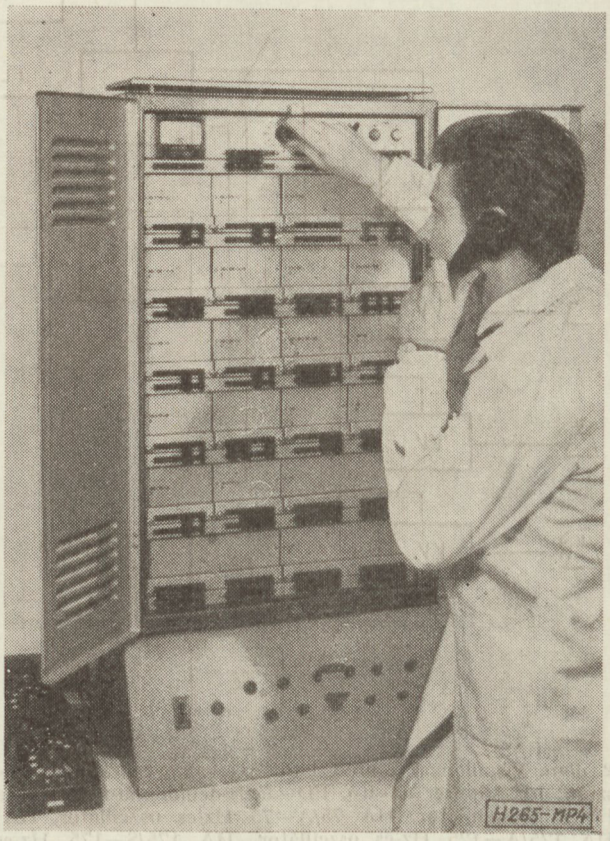
A tárcsázás befejeztekor reteszeli a számláló lánc bemenetét, hogy hibás impulzusokat ne vételezhessen be.

A hívott készülék kézibeszélőjelének felemelésekor vezérli a távválasztó csatorna adóját, ez 75 Hz-es jelet ad az ellenállomás felé, és így jelzi, hogy felépült az összeköttetés.

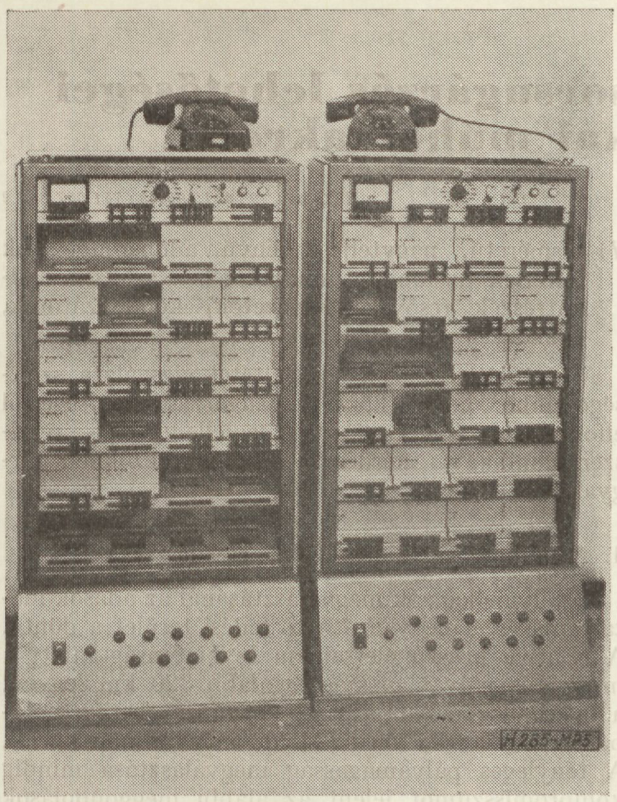
A beszélgetés befejezése után a számláló láncot alapállapotba állítja vissza.

Kimenő híváskor az automatika reteszeli az állomáshoz csatlakozó többi készüléket, hogy második hívást ne lehessen kezdeményezni, vezérli a távválasztó adót, majd tárcsázáskor a 75 Hz-es jelet a tárcsaimpulzusok ütemében modulálja.

A vonalválasztó egység részben szintén automatikai funkciókat lát el. Egy jelfogót, és az azt vezérlő logikai áramkört tartalmaz. Az állomáshoz csatlakozó minden telefonkészülékhez tartozik egy vonalválasztó. A telefonkészülék a jelfogó munkaérintkezőjén keresztül csatlakozik a berendezéshez.



4. ábra. Végállomás képe



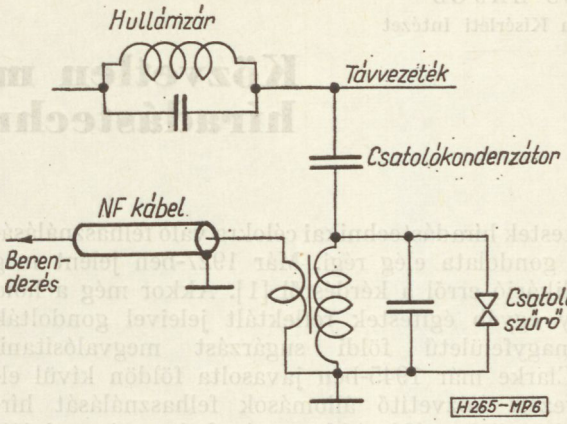
5. ábra. Ismétlőállomás képe, ajtók levéve

A vonalválasztó feladata a következő:

Amennyiben saját készüléke hívást kezdeményez, akkor jelfogója érintkezőin keresztül fémesen csatlakoztatja a készüléket a vonali körhöz.

Bejövő híváskor figyeli a számláló láncban tárolt tárcsaimpulzusok számát, és amennyiben a tárcsázás befejezte után saját számát érzékeli, meghúzatja a jelfogót, hogy a készülék felé kimehessen a csengető jel.

A tápegység a hang- és nagyfrekvenciás egységek számára —15 V és +15 V, az automatikai egységek, valamint a mikrofonáram-ellátás számára —24 V és +24 V tápfeszültséget állít elő. A tápfeszültségek stabilizálatlanok.



6. ábra. A távvezetékre való kicsatolás elvi kapcsolása

A berendezés ellenőrző egységének műszere fokozatkapcsolóval a főbb csatlakoztatási pontokra kapcsolható, így a tápfeszültségek, valamint a hang- és nagyfrekvenciás szintek értéke könnyen ellenőrizhető.

Felépítés

Berendezésünk mechanikai felépítéséhez a Beloiannisz Híradástechnikai Gyár által kifejlesztett elöldugaszolható rendszert használtuk fel.

Ez a jól bevált rendszer nagyban megkönnyíti a karbantartást, javítást. Meghibásodás esetén legcélszerűbb a hibás egységet tartalékegységgel kicserélni, és a javítást központi laboratóriumban elvégezni.

Valamennyi egység nyomtatott áramkörös kivitelben készült. Az áramkörök úgy vannak elhelyezve, hogy a védőbura levétele után bármelyik pont könnyen hozzáférhető. A 4. ábrán végállomás, az 5. ábrán ismétlőállomás fényképe látható.

Csatolás a távvezetékre

A vivőfrekvenciás teljesítmény kicsatolásának elvi kapcsolását a 6. ábrán láthatjuk. A kicsatolás csatolószűrő, csatolókondenzátor és hullámzár segítségével történik a távvezeték egyik fázisvezetékére.

SZABADALMI SZEMLE

Eljárás megnövelt negatív hőfoktényezőjű polikristályos oxidkerámiai félvezető ellenállás előállítására

Bejelentette a Kőbányai Porcelángyár, Budapest, 1962. október 24-én (151 442; 21 c 1—19).

Feltaláló: Szédlmayer László

Ismert eljárás szerint a félvezető ellenállások gyártásakor az energiakonstans nagy értékét, vagyis a megnövelt hőfokfüggést úgy érik el, hogy az alfa-Fe_2O_3 alapanyagot levegő atmoszférában 1200 C° körüli hőmérsékleten izzítják. Ezután kerámiai módszerrel folytatódik a feldolgozás. Ennek az eljárásnak az a hátránya, hogy nem használható biztonsággal a tömeggyártásban, s a végtermék porozitása legfeljebb 10%-os értéknek felel meg.

A feltalálók megállapították, hogy az oxidkerámiai félvezetők megnövelt hőfokfüggését kedvező kristályszerkezet kialakításával lehet elérni. Kiindulási anyagként igen finom eloszlású, legfeljebb 1 μ szemcseméretű Fe_2O_3—TiO_2 őrleményt használnak, s a kívánt kristályszerkezet kialakulását kedvezően befolyásoló adalékanyagként a kiindulási őrlemény súlyára számítva 0,5%-ban SiO_2-t használnak fel. Az igen finom szemcsemérettel jelentősen megnövelhető a végtermékben kialakuló kristályszemcse-kontaktusok mennyisége, s ezek kedvezően befolyásolják a hőfokfüggés mértékét. Az adalékanyagul használt SiO_2 a rendszer elektromos tulajdonságait nem befolyásolja, viszont magas hőfokon a vasoxid természetes szennyeződéseivel folyadékfázist alkot, mely csökkenti a zsugorítási hőfokot.

KISS LAJOS
Posta Kísérleti Intézet

Közvetlen műsorsugárzás lehetőségei híradástechnikai műholdakról

ETO 654.19 : 621.396.43 : 551.507.362.2

Égitestek híradástechnikai célokra való felhasználásának gondolata elég régi. Már 1927-ben jelent meg publikáció erről a kérdésről [1]. Akkor még a hold vagy egyéb égitestek reflektált jeleivel gondolták a nagyfelületű földi sugárzást megvalósítani. A. Clarke már 1945-ben javasolta földön kívül elhelyezett közvetítő állomások felhasználását hírközlési célokra [2]. Akkor még frekvenciamodulált adást javasolt, ma is korszerű feltételek mellett. Mint érdekességet megemlítjük, hogy az első sikeres holdkísérletet — amiről a külföldi irodalom is gyakran megemlékezik — hazánkban 1946-ban végezték kb. 1 kW-tal a 200 MHz-es sávban (Bay—Simonyi-féle kísérlet).

A passzív hold, illetve műholdas kísérletek kizárólagosan kommunikációs célokat szolgáltak. Irodalmi utalás sem található ezekből az időkből, amely a közvetlen sugárzás lehetőségét mérlegelné. 1962-ben már megjelent néhány publikáció, amely passzív műholddal történő közvetlen műsorsugárzás megvalósítását tárgyalja. Az egyik — inkább csak érdekes — elképzelés szerint [10] a passzív reflektorként működő műhold egy 100 m átmérőjű triéder lenne. Megfelelő pályán haladó ilyen típusú passzív műhold 350—400 km²-es területet sugározna be. 1 mV/m-es térerősség létesítéséhez 30 MW-os adó-teljesítmény lenne szükséges. A földi adóberendezés antennája 8400 λ átmérőjű parabola lenne. Tehát gyakorlatilag meg nem valósítható feltételeket kellene a passzív műholdakkal történő FM műsor sugárzására is biztosítani.

Ma már számos sikeres kísérlet nyomán látszólag elérhető közelségbe került a műholdakról történő közvetlen TV vagy FM műsorsugárzás megvalósítása. Vizsgáljuk meg, hogy milyen feltételek mellett lehetséges mesterséges égitestekről televízió vagy frekvenciamodulált — nagy területet ellátó — műsorsugárzást megvalósítani. A kérdés vizsgálatánál figyelembe kell venni a pályajellemzőket, a szükséges sugárzási teljesítmény biztosításának lehetőségeit, antennakérdéseket, üzemi frekvenciasávokat, a vevőkészülék-típus kialakításának kérdéseit, a normák egységesítését stb.

A fenti kérdések tovább is bonthatók, így pl. TV műsor sugárzásnál a moduláció, nyelvi nehézségek áthidalása (többnyelvű adás), adási időpontok megválasztása stb. A fentieken kívül további komoly műszaki problémákat is meg kellene oldani, így pl.:

a) nagyteljesítményű olyan nukleáris energiaforrások megvalósítása, amelyek több évig elláthatnák egy-egy műhold adóállomás energiaszükségletét,
b) az energiaveszteségekből származó hő elvezetése,
c) irány- és helyzetstabilizálás biztosítása — esetleg több éven keresztül — lehetőleg automatikusan,
d) kisméretű, nagyteljesítményű adóberendezések feltétlen üzembiztos működéséhez szükséges alkatrészek (csövek, félvezetők, kondenzátorok, ellenállások stb.).

Amint látható igen sok feltétel vizsgálata szükséges ahhoz, hogy a közvetlen sugárzás lehetőségeiről elfogadható képet kapjunk. A legjellemzőbb — rendszertechnikai — kérdéseket a következőkben tárgyaljuk.

1. A műhold pályajellemzők megválasztása

A pályajellemzők megválasztásánál az adások időtartama és a megvalósítható fedési terület a döntő. A relatíve hosszú élettartam és biztonság miatt a minimális pályamagasság legalább 320 km legyen, a maximális pályamagasság megközelítheti a holdpályát, amikor a keringési idő már 28 nap körüli. A tényleges pályamagasság megválasztása mindig kompromisszumot jelent az alábbi meggondolások miatt:

a) gazdaságosság kérdése. Részben az indító rakéta költségei, részben az űrcsillapítás miatti nagyobb adóteljesítmény szükséglet, zajszint,
b) a besugárzó terület méretei,
c) a műszaki felszerelés költségei a földi vételnél,
d) a műhold felszerelése, méretei, súlya.

Bár a közvetlen műsorsugárzás céljaira kiválasztható pályajellemzők igen sokfélék lehetnek, belátható, hogy akár TV, akár FM műsorszórás céljaira a stacionárius pálya látszik legelőnyösebbnek, mert ebben az esetben a földi vevőállomások antennái rögzített irányúak lehetnek. Minden más esetben a műhold követésére volna szükség, a követés biztosítása pedig ma még a legköltségesebb része a műholdas híradástechnikának. Az ún. fedés — a maximális méretű besugárzott terület — is ebben az esetben maximális. Egy stacionárius pályán mozgó műholdról ugyanis a földfelület kb. egyharmada látható (1. ábra).

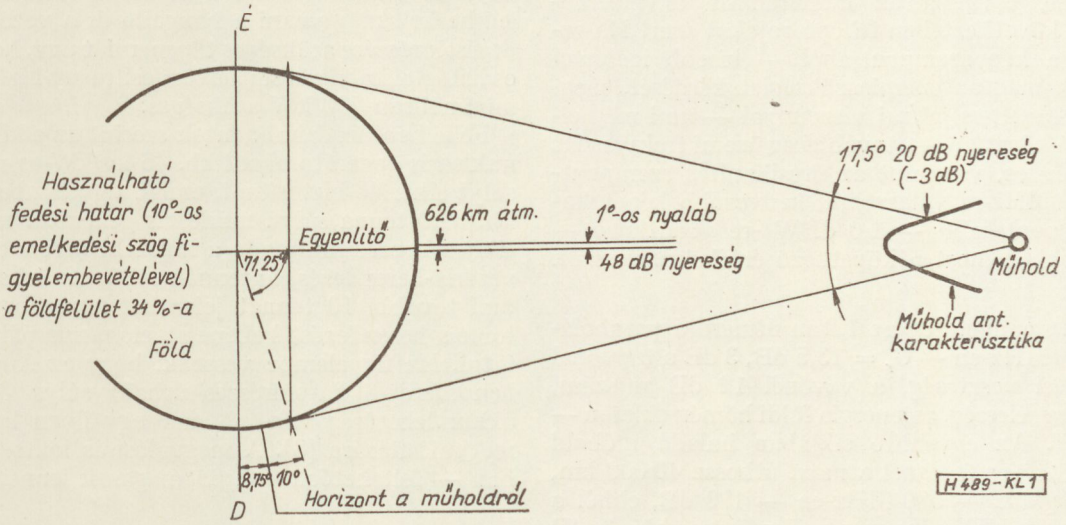
A stacionárius pálya stabilitásának biztosítása azonban bizonyos nehézségekkel jár. Így pl. a földdel való szinkronizáláshoz különleges vezérmű szükséges, ennek súlya a rádióműszaki felszerelés terhére megy. A 35 000—40 000 km-es pályamagasság jelentős űrcsillapítást visz az összeköttetésbe, emiatt nagyobb adóteljesítmény, kis-zajú vevőkészülék és nagynyereségű antennák szükségesek. Végül a pályamagasság miatt jelentős interstelláris és plazma kisülésekből eredő zajokkal is kell számolni.

Az 1. táblázatban összefoglaltuk — egyes ismertebb — pályamagassággal megvalósítható adási időtartamot és megvalósítható fedési értékeket. A harmadik és negyedik oszlopban látható idők közötti

különbség a vételi helyeken megjelenő és eltűnő műhold ún. beállási idejéből következik [4].

Minden nehézsége mellett a legtöbb feladatot szinkronpályára dolgozták ki, azonban egyéb pályákkal kapcsolatos tervek is publikálásra kerültek. Az egyik legismertebb pl. — Hilton — Dauncey által kidolgozott [5] 63°-os hajlásszögű elliptikus pálya, amely az északi félteke felett, 35—40° közötti terület minden pontja között — egy műholddal — 9 órás sugárzást biztosítana naponta.

mivel az atmoszferikus és emberi települések okozta zajok a frekvencia négyzetével fordított arányban csökkennek. Már ezért sem célszerű 100 MHz alá tervezni az összeköttetést még akkor sem, ha jelentősebb erősítési és zajelnyomási lehetőségek állanak rendelkezésünkre. Továbbá, egy adott rádiófrekvenciás jel csillapítása és abszorpciója oxigénnel, vízgőzzel és egyéb gázokkal telített atmoszférán keresztül a frekvencia köbével arányosan növekszik, ez a tényező fogja meghatározni a felső határfrekvenciát,



1. ábra

1. táblázat

Műhold magassága (km)	Naponta hányszor látható egy adott pontról	Mennyi ideig látható egy-egy áthaladás alkalmával (perc)	Egy-egy periódus ideje hosszúsági fokokban az egyenlítőn
1	2	3	4
320	16	9	16°, öt perces műsor esetén
1 600	12	24	28°, tizenötperces műsor esetén
8 000	4	126	60°, hatvanperces műsor esetén
36 000	állandóan	állandóan	160°, állandóan

2. Az üzemi frekvencia megválasztása

A műholdakról közvetlenül sugárzott műsor csak a Rádiószabályzatban (Genf, 1959) megjelölt frekvenciasávokon történhet. Azonban erre a célra sem a Szabályzatban [6], sem az azt kiegészítő [7] az űrhírközlés frekvencia szükségletével foglalkozó Rendkívüli Konferencia zárójegyzőkönyvében nem történt kijelölés.

Nézzük a kérdést a különféle szabályzatoktól függetlenül. Az eddigi tapasztalatok szerint a 30 MHz-ig terjedő frekvenciasávok terjedési viszonyok szempontjából alkalmatlanok, függetlenül a megoldhatatlan antenna méretektől. A 30—100 MHz közötti frekvenciasáv részben a túlzsúfolt földi igénybevétel miatt nem használható. Így a valószínű üzemi frekvencia 100—1000 MHz közötti sávra korlátozódik,

amely kb. 10 000 MHz-re tehető. Az eddigi tapasztalatok alapján a választás az 1000 MHz körüli tartományra esik, mert a kísérleti eredmények is ezt igazolják. Ezen a sávon biztosítható megfelelő jel/zaj viszony és sávszélesség.

A fentiek figyelembevételével a tájékoztató számításokat a IV—V-ös (470—960 MHz) TV sáv frekvenciatartományában el lehet végezni, mert ez a sáv a terjedés szempontjából megfelel, bár azonnal rá kell mutatni arra, hogy gyakorlatilag a sáv nem megfelelő, mert a világ majd minden részében többszörösen kiosztották különféle szolgálatok, főleg TV részére. Ez a sáv még vevőkészülék problémát sem okozna, mert adapterrel minden modern TV vevő felhasználható lenne.

3. Adóenergia szükséglet

Az előző fejezetben tárgyaltak után tételezzünk fel a IV—V-ös TV sávon szabad csatornákat, pl. 890 MHz-en. Ezen a frekvencián egy 1,2 m átmérőjű parabola antenna 18,5—19,0 dB nyereséget biztosít. Egy ilyen antenna azonban — az ellátott földi területről eredő — a zavartatásoktól nem véd.

A IV—V-ös TV sávon üzembiztos vételhez — az 1961. évi UER konferencia ajánlása alapján — 625 soros rendszer esetén 67—72 dB-es szint szükséges (1 μV/m felett). A 72 dB kb. 4,0 mV/m-es térerőnek felel meg. Stacionárius pályán haladó műhold elméleti horizontja 81,25°, ebből 5° + 5°-ot a határfelületen fellépő nagy zaj miatt célszerű levonni.

71,25°-os horizonttal a földfelület kb. 34%-a látható. Ennek a területnek ellátásához — a már megállapított 4 mV/m-es térerőt figyelembe véve —

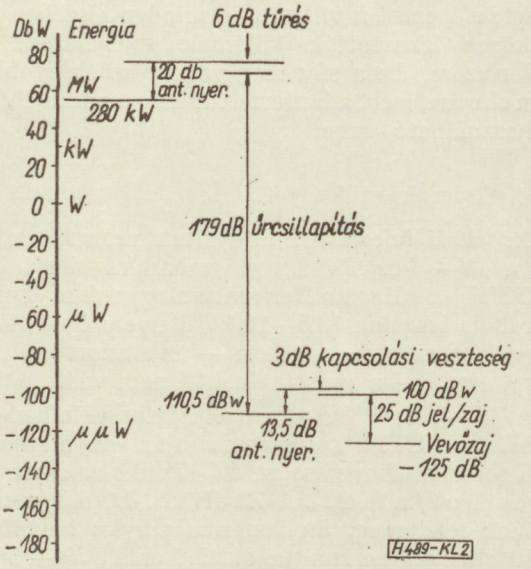
$$P_A = \frac{4\pi R^2}{3} \frac{E^2}{120\pi} = 7400 \text{ kW}$$

adóenergia szükséges, ahol $E = 4 \cdot 10^{-3}$ V/m, $R = 6{,}44 \cdot 10^6$ m a földsugár. Ez az energia a mai lehetőségek mellett nem biztosítható, pedig nem is vettük figyelembe a kb. 35 800 km-es úton fellépő csillapítást, továbbá az interstelláris és plazmakisülések következtében fellépő zajokat sem! Ha ezután — a kép szempontjából — kisebb igénnyel közelítjük meg az energiaszükséglet kérdését, megelégedve 25 dB-es jel/zaj viszonnyal — ami még elfogadható képet ad —, továbbá az üzemi frekvenciát zaj és erősítés, valamint az űrcsillapítás szempontjából 500 MHz-re választjuk, kedvezőbb képet kapunk. A pontosabb — 1,0 dBW -re vonatkozó — számításokhoz most a következő értékeket vesszük fel:

Az antennanyereség az 1,2 m átmérőjű parabolával — 500 MHz-en — $G_r = 13{,}5$ dB, 3 dB a tápvonal és csatolási veszteség, a vevőnél 12 dB zajszám, 5 MHz sávszélesség, zajenergia földi hőmérsékleten — 125 dBW. Az egyenlítő síkjában haladó műhold esetén 71,25°-os fedésnél a max. úthossz 40 000 km, az űrcsillapítás — 500 MHz-en — 179 dB, ebből a távolságból 17,5°-os sugárnyalábnál további 3 dB antennanyereséget kapunk, így a szükséges adóenergia

$$P_A = P_N + \frac{C}{N} + L_r - G_V + A_S - G_A + L_A + L_d,$$

ahol: P_N = a műhold vevő zajenergiája, $\frac{C}{N}$ = a hordozó/zaj viszony, L_r = tápvonal és csatolási veszteség, G_V = vevőantenna nyereség, G_A = adóantenna nyereség (felvéve), A_S = űrcsillapítás, L_A = a 17,5°-os sugárnyalábból eredő 3 dB-es nyereség,



2. ábra

L_d = különféle vételi zavarok hiánya miatt számítható nyereség, tehát:

$$P_A = -125 + 25 + 3 - 13{,}5 + 179 - 20 + 3 + 3 = 54{,}5 \text{ dBm}$$

azaz:

$$P_A = 280 \text{ kw}$$

Ez az energia — bár műhold viszonylatban még mindig magas — már figyelembe vehető érték. Az összeköttetés szintdiagramja a 2. ábrán látható. Figyelembe kell még venni a hangadó és a vezérlőberendezések részére szükséges tápenergiát úgy, hogy 50%-os hatásfokkal ilyen sugárzóteljesítmény biztosítására minimálisan 700 kW szükséges.

Fellelhető irodalmi adatok szerint az eddig épített nukleáris generátoroknál kb. 45 kg/kW-os minimális súlyt sikerült biztosítani, ennek figyelembevételével kb. 32,0 tonna súlyú nukleáris generátor szükséges. Ehhez hozzászámítandó a műszaki berendezés (adó, vezérlő-berendezés, antennák stb.), az űrhajó súlya, ami további 10 tonnát jelenthet úgy, hogy 40—50 tonnás berendezést kellene stacionárius pályára juttatni. Ha figyelembe vesszük, hogy az Apolló-tervben szereplő háromrészes űrhajó súlya 33 tonna, akkor lehetőség van ma már egy ilyen berendezés megvalósítására [8]. A megvalósítás költségei azonban — feltehetően — igen magasak lennének.

4. Korlátozott fedésű összeköttetés

Magától értetődően felvetődik a kérdés, hogy szükséges-e egyidőben a földfelület egyharmadát besugározni? A teljes földfelület kb. 66%-a tenger, a szárazföldek népessége különféle nyelveken beszél, érdeklődési köre sem azonos, egyes övezetek között jelentős időkülönbségek vannak stb. Ha viszont egy szinkron vagy megfelelő elliptikus pályán haladó műhold a földfelület egy keskeny sávját sugározná be, akkor az antennanyereség jelentősen emelkedne és a terv megvalósítása elérhető közelségbe kerülne.

Egy szinkronpályán haladó műhold alatt α szögű sugárnyaláb

$$D_\alpha = 35\,880 \cdot 2 \sin\left[\frac{\alpha}{2}\right] \text{ [km]}$$

átmérőjű területet fed be. Pl. 1°-os sugárnyaláb 626 km átmérőjű területet fed be, amely kb. 310 000 km²-nek felel meg (1. ábra). 1°-os sugárnyaláb esetén az antennanyereség 48 dB lenne a 17,5° sugárnyalábbal elérhető 20 dB-lel szemben. 28 dB nyereség figyelembevételével a 280 kW-os energiaszükséglet kb. 0,45 kW-ra csökkenne, ez már — látszólag — könnyen megvalósítható. Az 1°-os sugárnyalábbal befedhető 310 000 km² azonban csak kb. egy-egy ország ellátására lenne elegendő és pontos irányítást is követelne, de pl. 10 kW-tal már kb. Európa nagyságú területet lehetne ellátni. Ilyen nagyságú berendezések táplálására már megbízhatóan lehetne nukleáris energiát biztosítani és a létesítési költségek is reális keretek között mozognának.

A vázolt — ésszerűnek tűnő — lehetőségeknél azonban egy jelentős tényezőt elhanyagoltunk, az antenna méreteit. 500 MHz üzemi frekvenciánál 1°-os sugárnyaláb eléréséhez ugyanis 42 m átmérőjű parabolára lenne szükség. Így a korlátozott fedésű ellátásnál az üzemi frekvenciát jelentősen növelni kellene, ami az űrcsillapítás növekedésén, az adóberendezés hatásfokának csökkenésén kívül vevőkészülék problémát is okozna.

5. FM műsoradás műholdról

A bevezetésben idézett A. Clarke [2] már 1945-ben megállapította, hogy szinkronpályán mozgó műholdról sugárzott FM adás nem kíván nagy teljesítményt. Összehasonlítva a fent vázolt TV adással, megállapítható, hogy a keskenyebb sáv miatt alacsonyabb vevőzajjal kell számolni, a zaj és interferencia elnyomási lehetőségek is jobbak viszonylag alacsony $\frac{C}{N}$ viszony mellett. Számítások szerint a műholdak a földi állomásokkal azonos csatornákon dolgozhatnak és interferenciával csak az ellátási terület határán kell számolni.

Igen nagy előnyt jelentene a műholdakról sugárzott FM műsor alacsony népességű nagy területek ellátásánál, amely területet földi telepítésű adókkal gazdaságosan nem lehetne ellátni. Stacionárius pályán mozgó műholdról a földfelület egyharmadát pl. 18 dB-es antennanyereség esetén — 50 μV/m-es térerőt feltételezve — 1,2 kW-tal be lehetne sugározni. Azaz 1,2 kW-tal a TV adás 280 kW-jával szemben, a segédberendezések energiaszükségletéről nem is beszélve. Clarke 1945-ös adatait érdemes összehasonlítani egy 1962-ben publikált dokumentummal [9]. A sok gyakorlati adat birtokában készült dokumentáció Clarke-éval csaknem teljesen azonos értékeket produkált.

A stacionárius műhold feltételezésével számított elsődleges teljesítmény a 8. sávra (30—300 MHz) vonatkozik, 50 μV/m-es térerősséget létesítve. A számítások a CCIR (Los Angeles 1959) 65. és 112. sz. beszámolóiban, továbbá a Doc. IV/57 (Washington 1962)-ben közzétett módszerek alapján történtek. Nem vették figyelembe az űrcsillapítást és a segédberendezések teljesítményszükségletét.

Sajnos, a jelenlegi (87,5—100,0 MHz) frekvenciasáv nem kedvező. 17,5°-os sugárnyaláb eléréséhez ezen a sávon kb. 12,5 m átmérőjű parabolára lenne szükség az adóoldalon. A vételi oldalon is nehézséget jelent az antennakérdés, különösen az ellátási terület határán. Nagyobb méretű parabola költséges lenne, így Yagi-sorokat kellene figyelembe venni. Nagyobb városokban az 50 μV/m-es térerőt a helyi zavaroktól védeni kell.

A gyakorlati megvalósításra vonatkozóan több javaslatot is publikáltak. A 2. táblázat adatai [9] alapján három lehetőséget is áttekinthetünk.

Az első — a már tárgyalt — max. fedésre vonatkozik. Ez a nyelvi és időbeli nehézségek miatt FM-re nem használható. A 2. és 3. hasábban felsorolt adatok két — rádiós szempontból — legnagyobb népességű terület ellátási viszonyait szemléltetik. Jól látható, hogy pl. európai viszonylatban — az előírt minimális térerő — milyen könnyen megvalósítható lenne. Hasonló — félhivatalos —jellegű televízió műsor sugárzásra vonatkozó számításokat is publikáltak [11]. A 3. táblázatban a — már tárgyalt — max. fedéséhez szükséges teljesítményeket és egyéb paramétereket csoportosítottuk három frekvenciasávon, a 4. táblázatban pedig kb. Európa nagyságú terület (10 millió km²) ellátásához szükséges (korlátozott fedés) teljesítmények szerepelnek. A számításoknál nem vették figyelembe, az ionoszferikus, atmoszferikus abszorpciót és a talajhatást, továbbá a segédberedezések energiaszükségletét sem A számításoknál alkamazott paraméterek becsült értékeit a [9] szám alatti publikáció 1. és 2. függeléke tartalmazza. A táblázatok adatai és az előzetesen számított értékek közötti — nem túl nagy — különbségeket a kiinduló adatok közötti eltérések okozták.

2. táblázat

Üzemi jellemzők	Max. fedés	Európa	Észak-Amerika
Jel/zaj viszony [dB]	26	26	26
Megkívánt jel telj. [dBW]	−115	−115	−115
Vevőant. nyeresége [dB]	6	6	6
Adóant. nyalábolása [°]	17,5	5,5	10,0
Adóant. átmérője [m]	12,5	40,0	20,0
Adóant. nyeresége [dB]	19,3	29,4	23,6
Szükséges adótelj. [W]	550,0	54,0	205,0
50%-os hatásfok feltételezésével a primer teljesítményszükséglet [W]	1100,0	108,0	410,0

3. táblázat

Üzemi jellemzők	70	650	11 800
	MHz		
Max. jel/zaj viszony [dB]	30,0	30,0	30,0
Jelteljesítmény a vevőben [dBW]	−97,2	−94,1	−102,8 (1)
Vevőant. nyeresége [dB]	6,0	15,2	38,8
Adóant. nyalábja fél telj.-nél [°]	17,5	17,5	17,5
Parabola adóant. átm. [m]	17,9	1,9	0,11
Adóant. nyeresége [dB]	19,3	19,3	19,3
Képadó teljesítménye [kW]	17,4	427,0	74,0
Hangadó teljesítménye [kW]	4,3	107,0	18,5
Primér telj. 50% hatásfok mellett (2) [kW]	43,4	1068,0	185,0

(1) Antenna a vevőbemenettel egybeépített.
(2) Segédberendezések nélkül.

4. táblázat

Üzemi jellemzők	70	650	11 800
	MHz		
Max. jel/zaj viszony [dB]	30,0	30,0	30,0
Jeltelj. a vevőben [dBW]	−97,2	−94,1	−102,8 (1)
Vevőant. nyeresége [dB]	6,0	15,2	38,8
Adóant. nyalábja fél teljesítmény-nél [°]	7,8	6,7	5,0
Parabola adóant. átm. [m]	40,0	6,0	0,37
Adóant. nyeresége [dB]	26,3	30,2	30,2
Képadó teljesítménye [kW]	2,75	69,2	6,0
Hangadó teljesítménye [kW]	0,69	17,3	1,5
Primer telj. 50% hatásfok mellett (2) [kW]	6,9	173,0	15,1

(1) Antenna a vevőbemenettel egybeépített.
(2) Segédberendezések nélkül.

A két táblázat adatai, illetve a publikált dokumentációk arra engednek következtetni, hogy néhány éven belül számolni lehet a közvetlen TV vagy FM műsorsugárzás megvalósítását biztosító kisérletek megindulásával.

IRODALOM

1. *R. A. W.:* Can we Radio the Planets, Radio News, 1927. február.
2. *A. C. Clarke:* Extra-terrestrial relays, Wireless World, 1945. október.
3. *S. G. Lutz:* Satellite Broadcasting?, IRE Transactions on Broadcast and Television Receivers, 1961. április.
4. *CCIR:* Dok. 2345—F, Genf 1963.
5. *W. F. Hilton—S. R. Dauncey:* Communications Satellite Orbits, 11-th Congress of Int. Astronautical Federation, Stockholm 1960.
6. *Nemzetközi Távközlési Egyezmény:* Rádió Szabályzat, Genfi felülvizsgálás 1959.
7. Final Acts of the Extraordinary Adm. Conference to Allocate Freq. Bands for Space Radiocommunication Purposes, Genf 1963.
8. *Nasa:* Project Apollo, Electronics World, 1964. június.
9. *CCIR:* Doc IV/73 (Rev) 1962. „Facture techniques influant sur la possibilité de faire des émissions de radiodiffusion directement á partir de satellites terrestres".
10. *CCIR:* Doc IV/21 (France 1962.) „Possibilité de faire des émissions de radiodiffusion directes á partir de satelites terrestres".
11. *CCIR:* Doc 242 (Canada), Genf 1963.

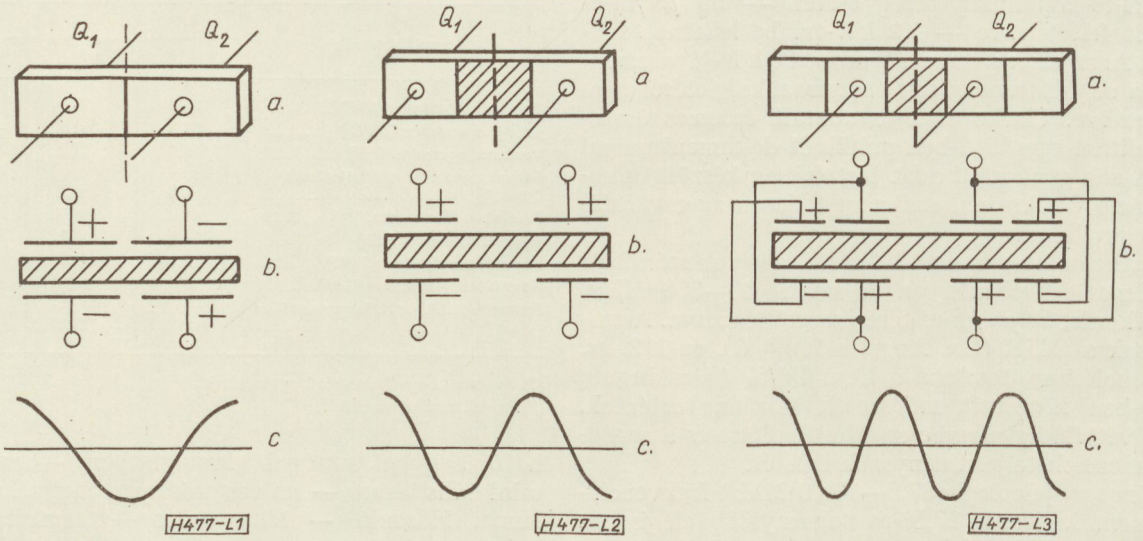
SZABADALMI SZEMLE

Elektróda elrendezés iker-kivitelű harmonikus kristályok számára

Bejelentette a Telefongyár, Budapest, 1961. május 12-én (151 483; 21 a^4 1—13).

Feltaláló: Szlávy Aladár üzemvezető és Boglár Gyula fizikus

A találmány szerinti elektróda elrendezés olyan ikerkivitelű harmonikus kristályokhoz alkalmas, amelyeket elsősorban hídkapcsolású szűrőáramkörökben alkalmaznak. A kristály méretei a frekvencia növekedésével csökkennek és ez határt szab a nagyobb alapfrekvencián rezgő kristályok előállításának. Hosszrezgőkristályokkal a nagyobb rezgési frekvencia az ún. mechanikus-harmonikus rezgésmóddal érhető el, ami azt jelenti, hogy a kristály hosszában több félhullámhosszú rezgési periódus helyezkedik el. Az eddig ismert megoldásokkal azonban mechanikus-harmonikus módon rezgő kristályt gyakorlati okból nem lehet a rezgési iránnyal párhuzamos elektródamegoszlással ikerkivitelű kristály alakjában előállítani, mert az rendkívül bonyolult elektróda- és hozzávezetési rendszer alkalmazását igényli. A találmány szerinti elektróda elrendezés ezzel szemben a harmonikus tartományban használatos kristálylap kis szélessége ellenére is a mechanikai stabilitás (rázásállóság) javításával alkalmazható amellett, hogy a két elektródarendszer közötti kapacitás előnyös csökkentésével is jár. A találmány értelmében az n-edik mechanikus-harmonikus frekvencián $\lambda/2$ periódushosszszal rezgő kristályhoz kristálytagonként legalább egy-egy pár, egyenként a $\lambda/2n$ hossznak megfelelő kristályfelületre helyezett, páronként csak két, a kristálylap hosszára merőleges felező egyenesbe nem eső, a semleges rezgési vonalban elhelyezett hozzávezetéssel ellátott elektródát alkalmaznak. Az 1. ábrán látható Q_1 és Q_2 tagokból álló ikerkristály az alapfrekvencia második harmonikusán, a 2. ábrán látható félhullámhossznyi térközzel elválasztott Q_1 és Q_2 ikerkristály a harmadik harmonikusán, a 3. ábrán látható ikerkristály pedig az ötödik harmonikusán rezeg. A találmány megvalósult az EMG-ben és a Telefongyárban.



1. ábra 2. ábra 3. ábra

BALOGH VILMOS
Beloiannisz Híradástechnikai Gyár

A gázzal védett (reed) jelfogó alkalmazása

ETO 621.318.56

Távbeszélő összeköttetésekben a leggyakrabban ismétlődő alkatrész a jelfogó, mellyel szemben támasztott megbízhatósági követelmények a távbeszélő rendszerek bővülésével és fejlődésével együtt, egyre szigorúbbakká válnak. A jelfogók hibás működésének leggyakoribb oka az érintkezők porosodása és a levegő gázszennyeződésének korrodáló hatása. Tökéletes védelmet csak légmentes lezárást adó és védőgázas töltésű bura nyújt. Ilyen konstrukciót 1938-ban a Bell Laboratórium dolgozott ki és a „dry reed switch" néven vált ismeretessé. Ugyanezt a megoldást a SEL cég a szakirodalomban „Herkon" (hermetisch abgeschlossener Kontakt) néven szerepelteti.

A reed jelfogó három fő részből áll az 1. ábra szerint:

1. üvegcsőbe forrasztott érintkező pár,
2. gerjesztő tekercs,
2. árnyékoló bura.

Az üvegcső hossztengelyében helyezkedik el az érintkezőpár. Anyaga jó lágymágneses tulajdonságokkal kell hogy rendelkezzék, mert az érintkező része a jelfogó mágneskörének. Az anyag összetétele általában 50% vas és 50% nikkel. Az üvegcsövön belül semleges védőgáz atmoszféra van. Az érintkezők oxidáció elleni fokozott védelmét szolgálja a vékony aranybevonat. A kontaktusok üvegcsövön kívüli része jól forrasztható, de a többszöri ki- és beforrasztást a kivezetés ugyanazon helyén kerülni kell.

A gerjesztő tekercs fröccsöntött csévetesten helyezkedik el. A csévetest többféle kivitelben készül: 1, 2, 3 és 4 cső befogadására alkalmas. A közeljövőben az egy- és kétcsöves változat kerül hazai forgalomba. A gázzal védett jelfogó konstrukciója alapján alkalmas a nyomtatott áramkörre való szereléshez. A felerősítő és tekercskivezető szerelvényeket is a csévetest hordozza. Az üvegcső a csévetestbe könnyen betolható és helyzetét az érintkező két végéhez felhajló és forrasztással rögzített kivezető határozza meg.

Az árnyékoló bura a jelfogó mágneskörének egy részét képezi. Az 1. ábra alapján követhető a mágneskör felépítése a szórások elhanyagolásával: egy magnetomotoros erő kapcsolódik sorba a rezgőnyelvek közötti légrés mágneses ellenállásával és a kör mágneses belső ellenállásával. Ez utóbbi két részből tevődik össze:

a) az érintkezők mágneses ellenállása,
b) az érintkezők csévetesten kívüli részének és a bura közötti csatolás mágneses ellenállása.

Ezek szerint a bura nemcsak mechanikai védelmet nyújt a jelfogónak, hanem anyagától és alakjától függően befolyásolja a szükséges gerjesztőáram nagyságát. Fontos követelmény, hogy anyaga kis koercitív erővel rendelkezzék, mert ellenkező esetben a jelfogó elengedési teljesítménye alacsony.

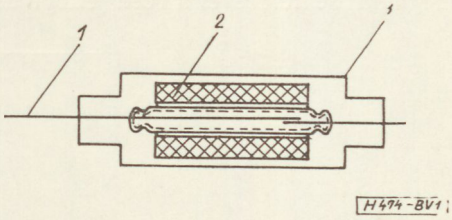
A 2. ábra a reed jelfogó érintkezőit mutatja. A mágneses anyagból készült rugózó érintkezőket az üvegcső két végébe forrasztják be oly módon, hogy egymást átfedik és gerjesztetlen állapotban légrés van köztük.

A hosszirányú mágneses teret gerjesztő tekercs az üvegcsövön kívül helyezkedik el. Ha a tekercsen adott áram folyik keresztül, a keletkezett mágneses tér hatására az érintkezők záródnak. A reed jelfogók alkalmazása olyan áramkörökben célszerű, ahol

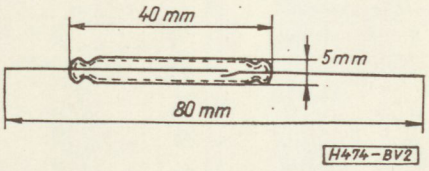
a) gyors működés (impulzus átvitel),
b) nagy üzembiztosság,
c) kopásállóság

szükséges, mert meghúzási és elengedési ideje $< 1{,}5$ ms, nagy üzembiztosságát 10^8 hibátlan működés meggyőzően alátámasztja. Kétségtelen hátránya azonban az, hogy egy jelfogóban aránylag kevés érintkező helyezhető el.

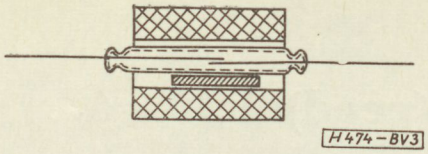
Összetett feladatok megoldására is használható a reed jelfogó, ha egy tekercsbe több kontaktust helyezünk, vagy több tekerccsel működtetünk érintkezőt. Így pl. logikai „és" és „vagy" köröket lehet képezni. Egy állandó mágnesnek és egy gerjesztő tekercsnek a kombinációja többféle alkalmazási lehetőséget rejt magában. Bontó kontaktus megvalósítható, ha a tekercsbe állandó mágnest is helyezünk, amint a 3. ábra mutatja. A mágnes ebben az esetben elég erős, hogy zárja a kontaktusokat, ha a tekercs árammentes. Ha azonban olyan irányú áramot kapcsolunk a tekercsre, melynek erőtere gyengíti az



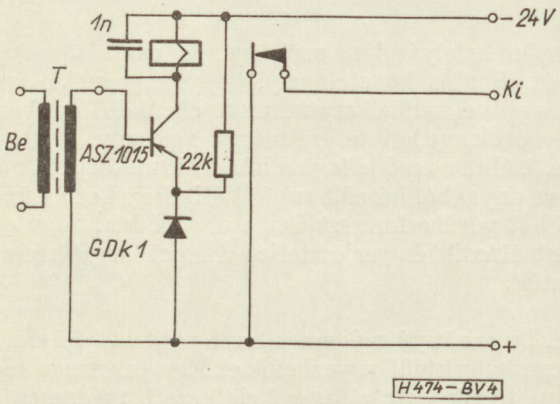
1. ábra. A gázzal védett (reed) jelfogó vázlatos felépítése



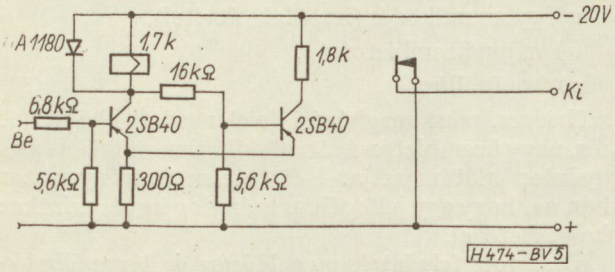
2. ábra. A reed jelfogó üvegcsőbe forrasztott érintkező párja



3. ábra. Állandó mágnessel sarkított jelfogó



4. ábra. Hangfrekvenciás jelzésvevő kimenő fokozata



5. ábra. Figyelő áramkör reed jelfogóval a kimeneten

állandó mágnes terét, egy adott térerősségnél a kontaktusok nyitnak. Lehetséges olyan eset is, amikor a mágnest úgy méretezik, hogy a saját magnetomotorikus ereje nem tudja zárni az érintkezőket. A gerjesztő tekercsen az állandó mágnessel egyező irányú teret létrehozó megfelelő erősségű áram hatására az érintkezők záródnak. Az áram megszűnése után is a zárt állapot marad meg. Ellenkező irányú áramlökés szükséges, hogy a bontás ismét létre jöjjön. Az ismertetett megoldás segítségével a reed jelfogó adattárolására is felhasználható a modern számoló és adatfeldolgozó gépekben. Bár a reed jelfogó működési sebessége kisebb, mint az elektroncsöveket vagy félvezetőket tartalmazó számológépeké, sőt ennél nagyságrenndel lassúbb, olcsósága, egyszerűsége és üzembiztonsága miatt mégis alkalmazzák őket.

A reed jelfogó kiválóan alkalmas figyelő áramkörökben való felhasználásra. A szokásos egyébfajta jelfogóknál a ritka működés miatt elmarad a kontaktusok öntisztító hatása, így az érintkezés bizonytalanná válik. A védőgáz atmoszférában az érintkező felületek tiszták maradnak, tehát bármilyen ritka működtetés esetén is a reed jelfogó biztosan kapcsol.

A BHG fejlesztési munkáinál a tervezők több helyen felhasználják a reed jelfogót, melynek hazai gyártása rövidesen megindul. A sokcsatornás átviteltechnikai áramkörök közül a hangfrekvenciás jelzésvevőkben, a vivőáramellátás átváltó egységeiben, a 2/4-huzalos végződés egységeiben és a pilot automatikában fogják a reed jelfogót felhasználni.

A 4. ábra a reed jelfogó alkalmazását mutatja a hangfrekvenciás jelzésvevőben. A jelzésvevő a távbeszélő csatornában a választó és hívó impulzusok továbbítását végzi. Régebben ezekben sarkított jelfogót, manapság teljesítmény tranzisztort használnak. Az előbbi drága, az utóbbi pedig max. 24 V-al üzemeltethető. A reed jelfogó mindkét hátránytól mentes, mert olcsó, gyors működésű és 250 V feszültség kapcsolására is alkalmas. Az 5. ábra egy szintfigyelő-áramkört mutat, amelyben reed jelfogó végzi a kimenő pontok kapcsolását.

A hazai gyártmányú gázzal védett érintkező előzetes adatai:

Működési idő $< 1{,}5$ ms
Pergési idő $< 0{,}3$ ms
Sztatikus meghúzási gerjesztés 90 Ame (1000 Ω, 10 000 menet)
Sztatikus elengedési gerjesztés 45 Ame
Átmeneti ellenállás az érintkezők között < 50 mΩ
Szigetelési ellenállás $> 10^{12}$ Ω
Átütési feszültség 500 V
Max. feszültség 250 V
Max. áram 1 A
Max. teljesítmény 15 W

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.395.44 : 621.382.3

Lajkó S. :

Korszerű vivőáramú távbeszélő-berendezések és egyes rendszertechnikai kérdések

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 2. sz.

A teljes tranzisztorizálásnak és új konstrukciós, továbbá üzemfenntartási elveknek a bevezetése alapján új sokcsatornás vivőáramú távbeszélő-berendezés-család kifejlesztése indult meg. A cikk ismerteti ennek főbb rendszertechnikai vonásait és a munkára jellemző alapvető méretezési szempontokat, valamint szolgáltatásokat. Több kapcsolási példa mutatja be a szekrénytípusok és a vonali berendezések felépítési rendszerét.

ETO 621.375.127.001.2

Takács F.:

Ellenütemű, „B" osztályú, nagyjelű erősítők tervezése

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 2. sz.

A cikk az ellenütemű, „B" osztályú, nagyjelű erősítők tervezésére közöl eljárást. Az eljárás figyelembe veszi azt, hogy az erősítőeszköz működési tartományát a határellenállás, az eszközre megengedett legnagyobb áram, valamint a disszipáció korlátozza. A számítás megkönnyítésére fenti jellemzőkből kritikus feszültségeket definiál, és a méretezés alapját képező egyenleteket e kritikus feszültségekhez viszonyított feszültség függvényében adja meg. A tervezés megkönnyítése céljából ezen egyenleteket grafikon alakjában is közli a cikk. Befejezésül néhány méretezési példán mutatja be a tervezés menetét.

ETO 621.315.1 : 621.395.44 : 621.382.3

May P. :

Tranzisztoros vivőáramú berendezés középfeszültségű hálózatokra

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 2. sz.

A cikk a Villamos Energetikai Kutató Intézetben kifejlesztett vivőfrekvenciás berendezést ismerteti, amely elsősorban középfeszültségű távvezetékeken üzemeltethető az áramszolgáltató vállalatok beszéd- és jelátviteli hálózatában. A berendezés teljesen félvezető elemeken épült fel, fázisszögmodulációval működik és a beszédcsatorna alatt mindkét irányban három telemechanikai csatornát vihet át.

ETO 654.19 : 621.396.43 : 551.507.362.2

Kiss L.:

Közvetlen műsorsugárzás lehetőségei híradástechnikai műholdakról

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 2. sz.

A cikk rövid történelmi bevezetés után áttekintést ad híradástechnikai műholdakról történő TV vagy FM műsorsugárzás közvetlen földi vételének lehetőségeiről.
Röviden tárgyalja a pályajellemzők, a szükséges üzemi frekvenciasávok kiválasztásának lehetőségeit és a szabványos földi térerősségek létesítéséhez szükséges energiaszükséglet kérdéseit.

ETO 621.318.56

Balogh V. :

A gázzal védett (reed) jelfogó alkalmazása

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 2. sz.

A cikk ismerteti a reed jelfogó felépítését, mágneskörének kialakítását, bemutatja néhány alkalmazási területét, végül közli a reed jelfogócső előzetes műszaki adatait.

Обобщения

ДК 621.395.44:621.382.3

Ш. Лайко:

Некоторые вопросы техники систем и разработки современных телефонных аппаратур уплотнения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 2

На основании полного транзисторизирования, внедрения новых конструкционных и эксплуатационных принципов начиналась разработка нового семейства многоканалых телефонных аппаратур уплотнения. Описаны основные свойства техники систем этих аппаратур, важнейшие точки зрения проектирования и доставления. Показаны некоторые примеры соединения шкафов и системы и решения линейных устройств

ДК 621.375.127.001.2

Ф. Такач:

Проектирование двухтактных усилителей класса В больших сигналов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 2

Дан метод проектирования двухтактных усилителей класса В больших сигналов. При проектировании учитывается, что область работы усилительных проборов ограничивается предельным сопротивлением, максимальным допускаемым током, а также рассеянием. Для облегчения расчета определяются критические напряжения из этих параметров и уравнения, являющиеся основой проектирования, даны как функции напряжений относительно к критическим напряжениям. Последние показаны в форме графиков. Наконец даны некоторые примеры по методу проектирования.

ДК 621.315.1:621.395.44:621.382.3:621.315.1

П. Маи:

Аппаратура уплотнения на транзисторах для цепей среднего напряжения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 2

Излагается аппаратура уплотнения, разработанная в исследовательском Институте Электрической Энергетики, для эксплуатации в первую очередь на линиях передачи среднего напряжения в сети передачи речи и сигнализации предприятий электроэнергии.
Аппаратура осуществлена полностью полупроводниковыми приборами, работает с модуляцией фазового угла и канал речи может передать три телемеханического канала в обоих направлениях.

ДК 654.19:621.396.43:551.507.362.2

Л. Киш:

Возможности непосредственного излучения программы от исскуственных спутников

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА Будапешт) XVI. (1965) № 2

После краткого исторического введения дано обозрение о возможностях непосредственного приема ислучения программы телевидения или радиовещания ЧМ от исскуственных спутников связи.
Кратко изложены возможности выбора орбиты, необходимых диапазонов частот и вопросы потребности мощности, необходимой для создания нормальных земных напряженностей поля.

ДК 621.318.56

В. Балог:

Применение реле защищенного газом

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 2

Показываются конструкция и проектированные магнитной цепи реле защищенного газом, некоторые области их применения и даны предварительные технические параметры.

Zusammenfassungen

DK 621.395.44 : 621.382.3

S. Lajkó :

Moderne Trägerfrequenz und Telefoneinrichtungen einige systemtechnische Fragen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 2.

Nach der Einführung der vollständigen Transistorisierung und neuer Konstruktions-und Betriebsprinzipien, die Entwicklung einer neuen Mehrkanal-Trägerfrequenz-Telefoneinrichtungsfamilie hat begonnen. Der Artikel beschreibt die prinzipiellen systemtechnischen Züge derselben, die grundlegenden Entwurfsgesichtspunkte der Entwicklungsarbeit und die Dienste. Mehrere Schaltungsbeispiele zeigen das Aufbausystem der Kastentype und Linieneinrichtungen.

Summaries

UDC 621.395.44 : 621.382.3

S. Lajkó :

Modern Telephone Carrier Equipment and Some Problems of System Engineering

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

By introducing new design and operation principles and full transistorization, the development of a new family of telephone multichannel carrier equipment was commenced. The principal features of system engineering, the fundamental design objectives and services of this new equipment are given. The installation of the cabinets and line terminating equipment are illustrated by several examples of connexion.

DK 621.375.127.001.2

F. Takács:

Berechnung der Gegentakt-Leistungsverstärker Klasse „B"

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 2.

Im dem Artikel wird ein Verfahren zur Berechnung der Gegentak V Leistungsverstärker Klasse B erörtert. Im Laufe des -serfahrens wird darauf geachtet, dass das Arbeitsgebiet des Verttärker-Elementes durch den Grenzwiderstand, den maximalen Strom und die Verlustleistung begrenzt wird. Zur Erleichterung der Berechnungen werden von den obigen Kennwerten kritische Spannungen bestimmt und die Grundgleichungen der Dimensionierung werden als Funktion der Spannung im Vergleich mit den kritischen Spannungen gegeben. Zur Erleichterung der Berechnungen werden diese Gleichungen auch graphisch dargestellt. Zuletzt werden einige Dimensionierungsbeispiele bezüglich des Berechnungsganges gegeben.

DK 621.315.1 : 621.395.44 : 621.382.3 : 621.315.1

P. May:

Ein volltransistorisiertes Trägerfrequenzgerät für Mittelspannungsnetze

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 2.

In dem Artikel wird das in dem Forschungsinstitut für Elektrische Energie entwickelte Trägerfrequenzgerät, welches in erster Reihe auf Mittelspannungsleitungen in den Netzen der Sprech- und Übertragungssysteme der Energieversorgungsunternehmen in Betrieb gehalten werden kann, erörtert. Das Gerät besteht vollständig aus Halbleiterelementen, die Modulationsart desselben ist Phasenwinkelmodulation und kann unter dem Sprechkanal in beiden Richtungen drei telemechanische Kanäle übertragen.

DK 654.19 : 6,1.396.43 : 551.507.36,.4

L. Kiss:

Direkte Rundfunkübertragungsmöglichkeiten von fernmeldetechnischen Satelliten

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XVI. (1965) Nr 2.

Der Artikel erörtert nach einer kurzen Einleitung die Möglichkeiten des direkten Bodenempfanges der Fernseh-oder FM-Rundfunkübertragung von fernmeldetechnischen Satelliten. Kurz beschäftigt er sich mit den verschiedenen Bahnencharakteristiken, mit der Selektionsmöglichkeiten der notwendigen Betriebsfrequenzbänder und mit den Problemen des Energiebedarfes notwendig zur Erzeugung von normalen Feldstärken.

DK 621.318.56

V. Balogh:

Anwendung des Herkon Relais

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 2.

In dem Artikel wird der Aufbau des Herkon Relais und die Entwicklung dessen Magnetkreises erörtert. Ferner werden einige Anwendungsgebiete und die vorläufigen technischen Angaben desselben bekannt gemacht.

UDC 621.375.127.001.2

F. Takács:

Design of Class B Push-Pull Power Amplifiers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

In the paper a procedure for the design of class B push-pull power amplifiers is presented. In the course of designing the author takes into consideration that the operating range of the amplifier devices is limited by the limiting resistance, the maximum rated current of the device and dissipation. To facilitate the calculation critical voltages are defined from the previous parameters and the basic equations of numerical calculations are given as a function of voltages compared with critical voltages. To simplify designing these equations are presented on diagrams, too. Finally the course of design is illustrated by the examples of some numerical calculations.

UDC 621.315.1 : 621.395.44 : 621.382.3 : 621.315.1

P. May:

Transistorized Carrier Equipment for Medium Voltage Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

In the paper a carrier equipment developed in the Institute for Electrical Power Research is described. This equipment is to be operated in the first place on medium voltage lines in the speech-and signal transmission networks of the power suppliers. It consists only of semiconductor elements, works with phase modulation and under the speech channel three telemechanical channels can be transmitted in both directions.

UDC 654.19 : 6,1.396.43 : 551.507.36,.4

L. Kiss:

Possibility of Direct Broadcasting from Telecommunication Satellites

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

After a brief historical preface the paper gives a survey over the possibilities of the direct reception of TV or FM-broadcasting from telecommunication satellites. It gives a short account of the orbit characteristics, the selection of necessary operation frequency bands and the problems concerning the power requirements for standard terrestrial field intensities.

UDC 621.318.56

V. Balogh:

Application of the Reed Relay

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

The construction of the reed relay and the development of its magnetic circuit is presented. Some of its application fields are shown and finally the preliminary technical data of a reed relay are given.

Résumés

CDU 621.395.44 : 621.382.3

S. Lajkó:

Quelques questions de la technique de système de l'appareillage moderne de transmission téléphonique par courants porteurs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

Par l'introduction de transistorisation complète et des nouveaux principes de construction et exploitation, le développement d'une famille de l'appareillage multiplexe de transmission téléphonique est commencé. L'article expose les caractèristiques principales de la technique de système et les points de vue fondamentals du projet, aussi les services. L'assemblages des types de baie et des appareils de ligne sont présenté par plusieurs exemples.

CDU 621.375.127.001.2

F. Takács:

Projet des amplificateurs push-pull classe B à grands signaux

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

Un procédé du projet des amplificateurs push-pull classe B à grands signaux est donné. On doit tenir compte, que la domaine de travail du moyen d'amplification est déterminée par la résistance de limite, le courant permis maximum, ainsi que par la dissipation. Pour faciliter la calculation, tensions critiques provenant de ces paramètres sont définies et les equations formant la base du projet sont donné en fonction d'une tension par rapport à ces tensions critiques. Il y a aussi des graphiques des equations mentionnées. Enfin quelques exemples numériques sont donné pour présenter le procédé du projet.

CDU 621.318.56

V. Balogh:

Utilisation du relais à protection de gaz (reed)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

L'article descrit la construction, circuit magnétique et quelques domaines d'utilisation du relais reed, et donne ses caractéristiques techniques préliminaires.

CDU 621.315.1 : 621.395.44 : 621.382.3

P. May:

Appareillage à courant porteur pour réseaux à tension moyenne

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) N° 2.

L'article expose l'appareillage à courant porteur, développé à l'Institut de Recherche pour l'Energie Electrique, destiné en premier lieu — sur lignes de transmission à tension moyenne — pour le service de parole et signalisation. L'appareillage est entièrement transistorisé, fonctionne avec modulation de phase et peut transmettre trois canaux télémecaniques dans un canal de parole en tous les deux directions.

CDU 654.19 : 6,1.396.43 : 551. 507.36,.2

L. Kiss:

Possibilités du rayonnement direct des programmes à l'aide des satellites artificiels de télécommunication

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XVI. (1965) N° 2.

L'article donne — après une introduction historique brève — une revue des possibilités de réception terrestre directe des programmes de télévision ou radiodiffusion à modulation de fréquence rayonnés par satellites artificiels de télécommunication.
Les possibilités de la sélection des paramètres de l'orbite, des bandes de fréquence nécessaires et les questions de l'exigence de puissance pour produire intensités de champ terrestres normales sont traités.

TRANSZFORMÁTOR KTSZ

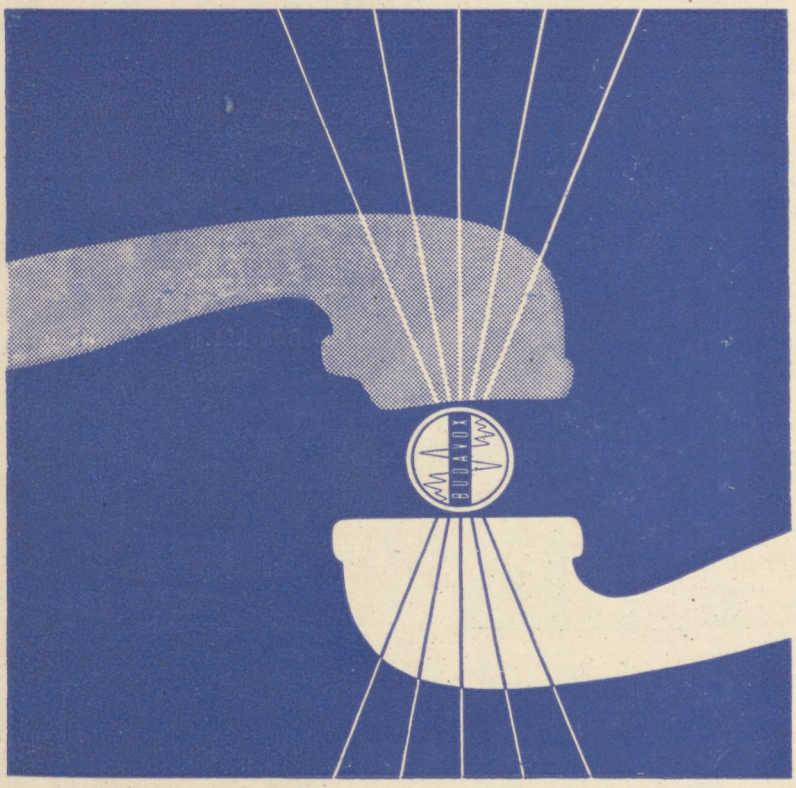
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorsszabályozók

Feszültségszabályozók:
kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekercses
vagy toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:
egy- és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok
100 kVA-ig és híradástechnikai transzformátorok



- CB és LB készülékek
- Automata telefonközpontok
- Átviteltechnikai berendezések
- Ismétlő állomások
- Átviteltechnikai mérőműszerek
- Nagyfrekvenciájú generátorok
- Hordozható adó-vevő berendezések
- Többcsatornás mikrohullámú berendezések

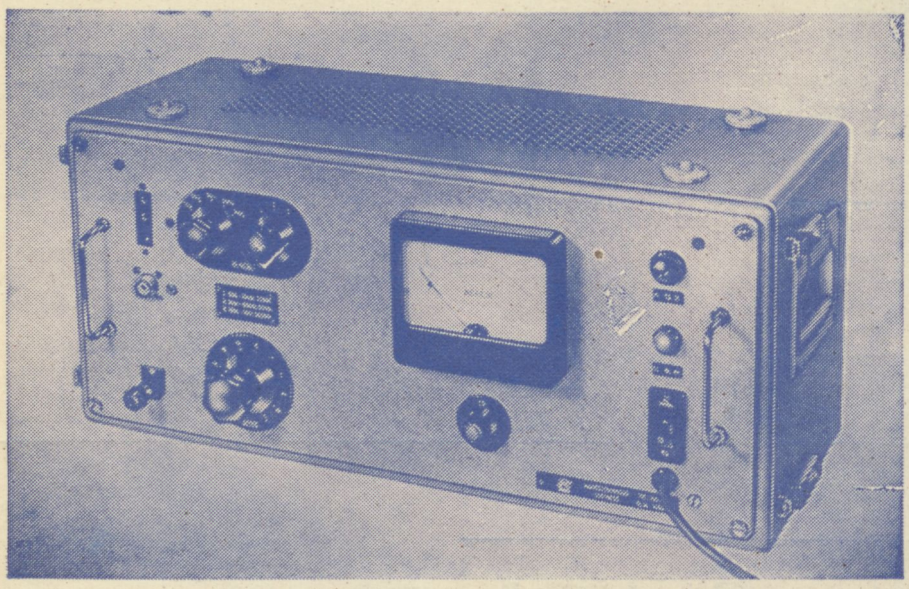
BUDAVOX

BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT
Budapest, VII., Tanács körút 3/a Telefon: 426-549.
Távirat: Budavox, Budapest

A lap példányonkénti eladási ára: 4,— Ft

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

A korszerű távbeszélőtechnika minden területén előnyösen használható. Vivőfrekvenciás berendezések, sokcsatornás láncok fejlesztésénél, üzembehelyezésénél, karbantartásánál nélkülözhetetlen eszköz.
Széles frekvenciasávban (30 Mz—1 MHz) nagy érzékenységgel rendelkezik (—10 Np). Jól használható hídméréseknél, mint indikátor. Szimmetrikus illesztett és aszimmetrikus nagy impedanciájú bemenetei a műszer sokoldalú felhasználását teszik lehetővé.



Műszaki adatok:

FREKVENCIA TARTOMÁNY:	30 Hz — 1 MHz
SZINTMÉRÉSI TARTOMÁNY:	—10 Np — +2,1 Np
BEMENŐ IMPEDANCIÁK:	
I. Szimmetrikus	30 Hz — 20 kHz > 20 kΩ
II. Szimmetrikus	3 kHz — 600 kHz > 3,5 kΩ
III. Aszimmetrikus	30 Hz — 1 MHz > 500 kΩ ‖ < 50 pF
SZIMMETRIKUS ILLESZTÉSEK:	
Kapcsolható lezárások	75 — 135 — 150 — 600 Ω
ALKALMAZOTT CSÖVEK:	5 db 18 042, E83F. PL 81, 85A2.

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

Budapest, VII., Klauzál u. 30. Telefon: 221-646, 221-825

Elektronika KTS BUDAPEST