

BLUM ENDRE
Távközlési Kutató Intézet

PCM végállomások jelzésátviteli és csatlakozási kérdései

ETO 621.372.51:621.376.56

A PCM összeköttetéseken — a fémes vezetékekhez és a vívőhullámú összeköttetésekhez hasonlóan — a beszéd és egyéb híryanag mellett továbbítani kell a kapcsolások felépítéséhez és bontásához, valamint az összeköttetés üzemviteléhez szükséges jelzéseket is.

A hagyományos alkalmazások többségében a távbeszélő-központok jelzései nem vihetők át közvetlenül a PCM összeköttetésen, ezért jelző és illesztő áramköröket kell a végállomáson alkalmazni, vagy ahhoz csatlakoztatni.

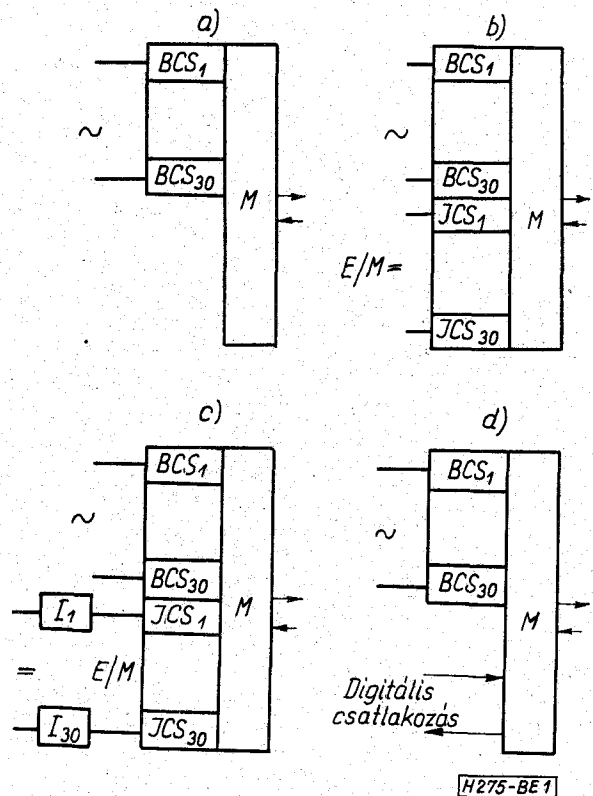
Az illesztő áramkörök felépítésével és költségeivel kapcsolatban többféle megoldás és vélemény alakult ki. Az általános rendeltetésű végállomás rugalmas, de nem mindig gazdaságos megoldás. A meglévő csatlakozó-áramkörök jellege és méretei nem illeszkednek a végállomáshoz, és nem használják ki a PCM jelzésátvitel előnyeit sem. Ezért a csatlakozás kérdése is napirendre kerül a PCM bevezetésekor.

Az alábbiakban megkíséreljük röviden vázolni a feladatokat és a megoldások rendszertechnikai szempontjait.

lével a PCM végállomás három részből tehető össze (1. ábra).

- beszédátviteli áramkörökből,
- jelzésátviteli áramkörökből,
- multiplex áramkörökből.

Nem térünk ki itt a primer PCM összeköttetés egyéb lehetséges felhasználási területeire, így pl. táviró-, adat- stb. átvitelre.



1. ábra. Primer PCM multiplex végállomás részei: a) beszéd-sávon belüli jelzéssel, b) csatornához rendelt jelzőáramkörrel, c) illesztő áramkör alkalmazásával, d) a PCM jelfolyam közvetlen felhasználásával

Jelzésátvitel PCM összeköttetéseken

A PCM összeköttetésen történő átvitel szempontjából a jelzések egyik lehetséges csoportosítása a következő:

1. csatornához rendelt jelzések, ezen belül:

- a beszéd-sávon belül átvihető jelzések,
- a beszéd-sávon kívül eső jelzések, beleértve pl. az egyenáramú jelzéseket is;

2. közös csatornás jelzések.

Az általános távbeszélő-felhasználásra tervezett primer PCM multiplex berendezések mindhárom jelzéstípusra alkalmasak. Ennek figyelembevétel-

Jelzések átvitele

A PCM távbeszélő-csatorna frekvenciamenete lehetővé teszi azt, hogy a beszédcsatorna belüli, analóg jelzéseket — pl. többfrekvenciás kódolt (MFC) jelzéseket — a BCS beszéd-csatornaegység és a PCM kodek közvetítésével, a tényleges beszédjelekkel együtt továbbítsuk. Így ilyen jelzésrendszerek alkalmazása esetén a végállomás jelzésátviteli áramköröket nem igényel (1a ábra).

A beszédcsatorna kívüli jelzések — pl. egyenáramú jelzések vagy sávon kívüli jelzőfrekvencia — átvitelét a PCM keret kialakítása megengedi, a hagyományos távbeszélő-központok azonban kevés kivétellel nem a PCM végállomás számára felhasználható alakban továbbítják a jelzéseket. Így a végállomáson olyan JCS jelzőáramköröket alkalmaznak, amelyek E/M típusú információ mintavételezését és visszaállítását végzik (1b ábra). Amennyiben a távbeszélő-központ jelzőáramkörei nem E/M típusú információt dolgoznak fel, akkor a központ és a végállomás közé I illesztő áramkört kell beiktatni (1c ábra).

Közös csatornás jelzés alkalmazásakor vagy olyan esetekben, amikor az illesztő berendezés a PCM végállomás számára közvetlenül felhasználható információt szolgáltat, a jelzések közvetlenül a PCM jel-folyamba iktathatók be, és a végállomás jelzőáramkörei megtakaríthatók (1d ábra).

Jelzések csatlakozása

A különféle jelzésátviteli és illesztési feladatok megoldásának megkönnyítése érdekében a PCM végállomásokon kétféle csatlakozás alakult ki:

1. E/M típusú csatlakozás, amely az E/M jelzőáramkörök bemeneteit és kimeneteit jelenti, és a más multiplex berendezések beépített jelzőcsatornáihoz hasonlóan működik. A jelzőáramkör az M bemenetre kapcsolt jel (pl. föld) jelenlétét vagy hiányát érzékeli, és az összeköttetés távoli végén levő jelzőáramkör az E kimeneten a jel (pl. föld) jelenlétével vagy hiányával ismétli meg (2a ábra).

2. digitális csatlakozás, amely lényegében a PCM keret jelzésátvitelre fenntartott időresének külső felhasználására alkalmas. A digitális csatlakozás mind adási, mind vételi irányban 3 vezetékkel igényel (2b ábra).

A szokásos csatlakozási megoldásban [1] a PCM végállomás 2,048 MHz-es órajeleket és 8 kHz-es kapujelket szolgáltat, és a jelzésinformáció 2,048 Mb/s-os bitfolyamok alakjában jelenik meg (2c ábra).

Egy másik, javasolt megoldásban [2] a jelzésinformáció 64 kHz-es órajel és 8 kHz-es kapujel felhasználásával, 64 kb/s-os bitfolyamok alakjában közvetíthető (2d ábra).

Jelzésbitek és jelzőáramkörök

A PCM keret azon bitjeit, amelyeket jellegzetesen és rendeltetésszerűen jelzésinformáció továbbítására használunk fel, jelzésbiteknek nevezhetjük. Az európai gyakorlatban a PCM keretnek egy olyan kialakítása terjedt el, amely jelzésátvitelre a 16. csatorna-időreszt használja fel [3].

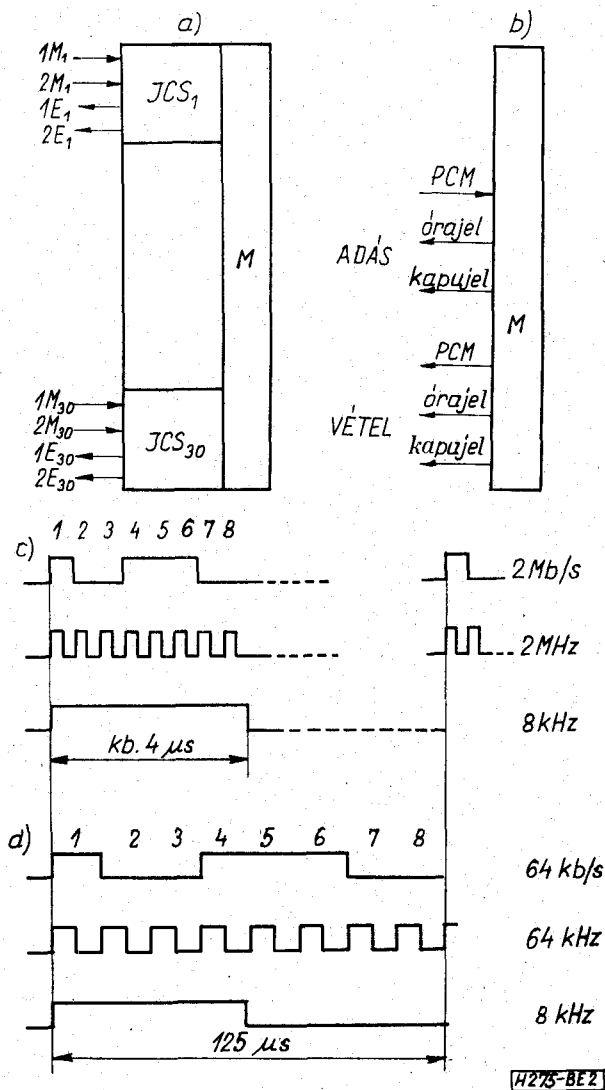
A 16. időres közös csatornás jelzés esetén legfeljebb 64 kb/s átviteli sebességet tesz lehetővé. Ennek felhasználását az adott, közös csatornás jelzésrendszerekben specifikálják.

Csatornához rendelt jelzés esetén ezt a 64 kb/s-os jelzési utat multikeret-képzéssel több, kisebb sebességű útra osztják fel.

Jelzésbitek kiosztása

A 30-csatornás PCM keretszervezésben a multikeret 16 egymást követő keretet foglal magában, amelyeket K0...K15-tel jelölhetünk. A multikeret-szinkronszó a 0000 sorozatból áll, amely a K0 keret 16. időresének 1—4 bithelyeit foglalja el.

A jelzésbitek általánosan használt kiosztásában minden beszédcsatornához 4, egyenként 500 b/s-os jelzőcsatornát rendelnek. Ezeket a, b, c, d betűkkel jelölik. Ezzel az elrendezéssel (1. táblázat) a PCM átvitel a jelzőcsatornába legfeljebb ±2 ms elméleti jelzéstorzítást hoz be.



2. ábra. Jelzések csatlakozása a PCM végállomáshoz: a) E/M típusú csatlakozás, b) digitális csatlakozás, c) 2 Mb/s-os csatlakozó jelek, d) 64 kb/s-os csatlakozó jelek

Jelzésbitek kiosztása beszédcatornánként négy 500 b/s-os jelzőcsatornához

Keret	Bit	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
K_0		0	0	0	0	X	Y	X	X
K_i		a_i	b_i	c_i	d_i	a_{i+15}	b_{i+15}	c_{i+15}	d_{i+15}

$i = 1, 2, \dots, 15$

2. táblázat

Jelzésbitek kiosztása beszédcatornánként egy 500 b/s-os és egy 1000 b/s-os jelzőcsatornához

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
K_0	0	0	0	0	X	Y	X	X
K_m	a_m	b_m	a_{m+7}	1	a_{m+15}	b_{m+15}	a_{m+22}	1
K_n	a_n	b_n	a_{n-8}	1	a_{n+15}	b_{n+15}	a_{n+7}	1

$m = 1, 2, \dots, 8; n = 9, 10, \dots, 15$

Olyan jelzések alkalmazása esetén, amelyek átvitelre ± 1 ms-os torzítás megvalósítását igényli, az a és c jelzésbitek együttes felhasználásával 1 kb/s-os jelzőcsatorna alakítható ki. Ilyen megoldásban egy 1 kb/s-os és egy 0,5 kb/s-os csatornát használnak fel [2, 4] (2. táblázat).

Az x tartalékbitek jelöl, amelyeknek 1 értéket adnak, ha nem használják azokat. Az y bit a multikeret-szinkronizmus elvesztését jelzi. Ha az a, b, c, d bitek valamelyikét nem használjuk fel, akkor ezek állandó értékei: $b=1, c=0, d=i$. Az 1–15 beszédcatornához tartozó jelzőcsatornában elkerülnek az $abcd$ bitek 0000 alakú kombinációját, mert ez a multikeret-szinkronizálást megzavarhatja. A szinkronizálás észlelésének és az újraszinkronizálásnak a szabályait specifikálták.

Jelzésbitek felhasználása

A vivőhullámú berendezéseket rendszerint egyetlen beépített, sávon kívüli jelzőcsatornával látják el, amely egy E/M jelzés átvitelére és így irányonként két jelzési állapot megkülönböztetésére alkalmas. A korai PCM berendezésekben is ezt a gyakorlatot követték.

Az alkalmazások többségében azonban kettőnél több jelzési állapot megkülönböztetésére van szükség. Ez többféleképpen is megvalósítható:

- a jelzőcsatorna többszörös kihasználásával, a jelzések időtartam szerinti szétválasztása útján,
- a jelzőcsatornán továbbított jelzésnek a kapcsolat fázisa szerinti értelmezésével,
- több jelzőcsatorna beépítésével.

A vivőhullámú berendezésekben műszaki okokból rendszerint az a) vagy b) megoldást, esetleg a kettő kombinációját alkalmazzák. Ennek a PCM átvitelben sincs akadálya, azonban a PCM ezen a területen új lehetőséget kínál azzal, hogy több független, az adott feladathoz illeszkedő sebességű jelzőcsatorna létesítése sem műszakilag, sem gazdaságosság tekintetében nem jelent nehézséget.

Ha a beszédcatornánként rendelkezésre álló 4 jelzésbitből jelzéskódot képeznénk, akkor szükségtelenül sok kombinációt nyernénk, amelyet a gyakorlatban nem tudnánk kihasználni [5]. A jelzésbitek független, jelzőcsatornánként történő felhasználása azzal az előnnyel is jár, hogy megkönnyíti folytonos jelzések alkalmazását.

Az irodalomban eddig ismertett PCM berendezések és illesztő áramkörök tapasztalataiból azt állapíthatjuk meg, hogy két jelzőcsatorna jelenti a legcélszerűbb megoldást. Egyetlen jelzőcsatorna — kevés kivételtől eltekintve, pl. [6] — bonyolítaná az illesztési feladat megoldását, három jelzőcsatorna pedig nem egyszerűsítene az illesztést oly mértékben, hogy az ellensúlyozza a jelzőáramkörök és a csatlakozás drágulását. Mindazonáltal ismeretes javaslat négy jelzőcsatorna felhasználására is [7].

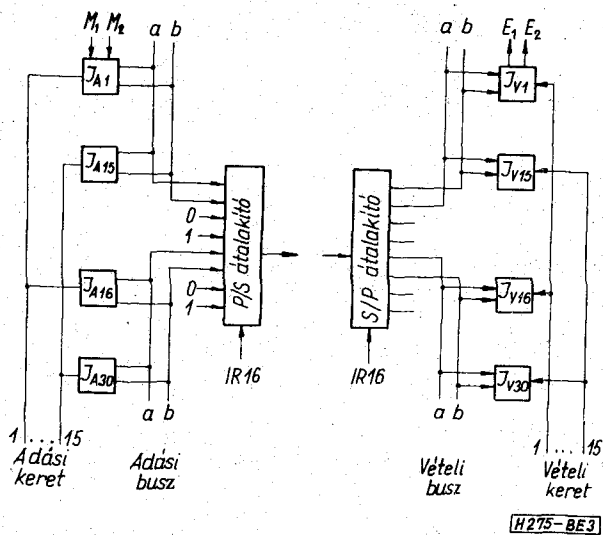
E/M jelzőáramkörök felépítése

E/M jelzőáramkörökön itt a PCM végállomás azon áramköreit értjük, amelyek kapcsolatot teremtenek az E/M jelzés-bemenetek/kimenetek és a jelzésbitek között.

Az adási jelzőáramkörök az M bemenetre adott jelzést mintavételezik, és a mintákat a bitkiosztásnak megfelelő alakba rendezik, a vételi jelzőáramkörök pedig a mintákat szétosztják, és azokból visszaállítják az E kimeneten megjelenő jelzést.

A végállomáson egy JA jelzésadó fogadja az M bemenő jelzést és egy JV jelzésvevő szolgáltatja az E kimenő jelzést. A vezérlő áramkör a JA és JV egységeket időosztásos rendszerben rendre egymásután letapogatja.

JA kimeneteit és JV bemeneteit a jelzésbit-kiosztásnak megfelelően rendezzük el. Két jelzőcsatorna esetén JA kimenetei az a és b buszvezetésekre csatlakoznak (3. ábra). Mivel a keret 16. időrésében mindig két beszédcatorna jelzésinformációját továbbítjuk, a vezérlő áramkör egyidejűleg két JA egységet jelöl ki, és a minták külön buszvezetéseken jelennek meg. A 16. időrés tartamát a buszokon megjelenő minták-



3. ábra. Jelzésbitek összeállításának és elosztásának egy módszere

ból alkotott kód párhuzamos-soros átalakításával nyerjük.

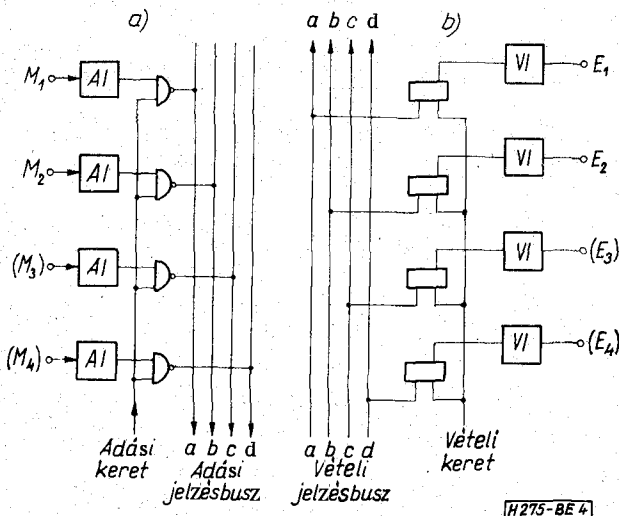
A vonalról vett kód soros-párhuzamos átalakításra kerül. A vételi mintákat ugyancsak buszvezetéseken juttatjuk el a JV-bemenetekre.

Kettőnél több jelzőcsatorna alkalmazása esetére a jelzőáramkörök multiplikálásának más változatai is ismeretesek [5, 8].

A JA és JV egységek egyszerű, olcsó áramkörökkel megvalósíthatók, ez a PCM jelzésátvitel egyik előnye.

A JA egységben az adási irányú mintavételezést egyszerű kapuáramkör végzi, amelynek egyik bemenete az M jelzés, a másik a keretkijelölő impulzus (4a ábra). Egy jellegzetes megoldásban nyitott kollektoros, integrált kapu alkalmazható, amelynek kimenetei huzalozott VAGY kapcsolás alakjában, buszvezetéseken közösíthetők. A jelzés szintjét egy AI bemeneti fokozattal illesztjük.

A JV egységben a vételi irányú visszaállítás egy mintavevő kapcsolót és egy tárolót igényel. A tároló a jelzés állapotát két mintavételezés közötti időtar-



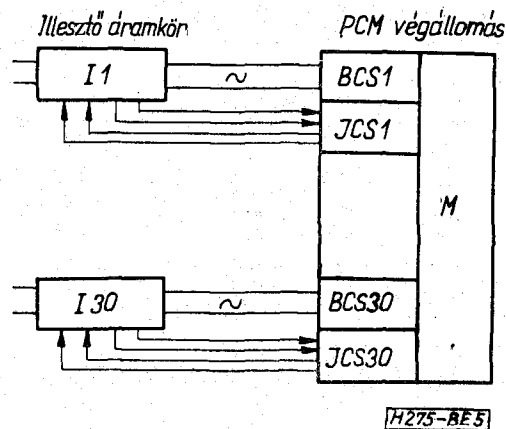
4. ábra. E/M jelzésvégződés megvalósítása: a) adási oldal b) vételi oldal

tamra rögzíti. Egy jellegzetes megoldásban (4b ábra) kapuzott bistabil kapcsolás alkalmazható, amelynek adatbemenetét a buszvezetésekre, órajelbemenetét pedig a keretkijelölő vezetésekre kötjük. A jelzés szintjét egy VI kimeneti fokozat illesztjük. A kimeneti fokozat reed érintkezőt, vagy 100 mA körüli áramra méretezett tranzisztoros kapcsolást tartalmazhat.

A jelzőáramkörök helye

A gyakorlati esetek többségében a jelzőáramköröket a PCM végállomáson helyezik el. Az E/M jelzés-bemenetek/kimenetek I illesztő áramkörökhöz csatlakoznak, amelyek előállítják az M jelzéseket és fogadják az E jelzéseket (5. ábra).

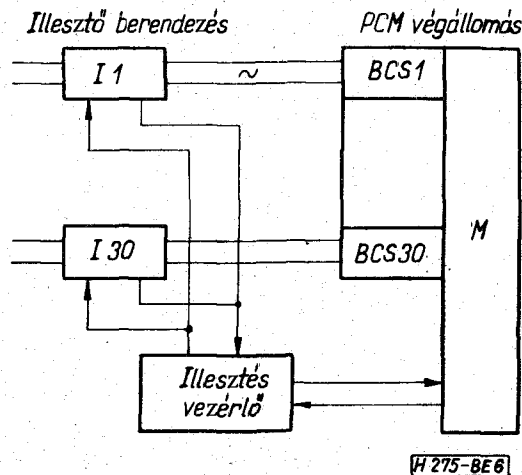
Ismeretesek megoldások, amelyekben a beszédcsatornaegységek és a jelző csatornaegységek egyetlen szerelési egységet alkotnak [9, 10]. Rugalmasabb változatot jelent azonban a két egység szétválasztása [4, 8, 11, 12], mivel ez adott esetben módot nyújt a



5. ábra. Jelzőáramkör a PCM végállomáson

jelzőáramkör egyszerű elhagyására. Ezt a gyakorlati követük a TKI-TRT fejlesztésű, hazai PCM végállomásban is.

Az 5. ábrán bemutatott megoldás általános felhasználásra készült, azonban korántsem tekinthető optimálisnak. Ha ugyanis egy olyan változatot veszünk



6. ábra. Jelzőáramkör kihelyezése az illesztő berendezésbe

ahol az illesztő áramkör nem E/M jelzéseket kezel beszédcsatornánként, hanem a PCM jelzésbiteket közvetlenül olyan alakban állítja elő, amelyre a végállomásokat előkészítették, akkor a jelzőáramkörök célszerűen egy illesztő berendezésbe helyezhetők ki. Ezzel egyrészt jelentősen egyszerűsödik az illesztő, ugyanis elmaradhatnak az E/M csatlakozással kapcsolatos áramkörök, másrészt tekintélyes mennyiségű kábelezés takarítható meg.

Ebben a megoldásban (6. ábra) a jelzőáramköröket tartalmazó berendezésnek közös, digitális csatlakozó vezetéke van. Lényegében ez az egyetlen járható útja a kettőnél több jelzőcsatorna létesítésének [7], de további előnye a megoldásnak az is, hogy lehetőséget nyújt egy közös vezérlésű illesztő berendezés kialakítására [13].

Egyenáramú jelzések illesztése

Amikor a PCM rendszert olyan távbeszélő-központok között alkalmazzák, amelyek egyenáramú jelzésátvitelt használnak, illesztő áramköröket iktatnak be a végállomás és a központ áramkörei közé. Hagyományos városi távbeszélő-központok esetén ez szinte kivétel nélkül így van. Az illesztő áramkör az egyenáramú jelzésrendszert a PCM összeköttetésen továbbítható jelzésrendszerré alakítja át.

Az illesztő áramkört rendszerint a felhasználó tervezi vagy tervezteti, az általános rendeltetésű, E/M jelzőáramkörökkel ellátott PCM berendezéseket pedig készen vásárolja. Vannak esetek, amikor a vivőhullámú berendezésekhez kifejlesztett illesztő áramköröket a PCM összeköttetésnél is célszerű felhasználni, az alkalmazások jelentős részében azonban új illesztő áramköröket kell kifejleszteni. Új PCM illesztő áramkör tervezéséhez az illesztési feladatok megfogalmazásából indulhatunk ki.

Az illesztés feladatai

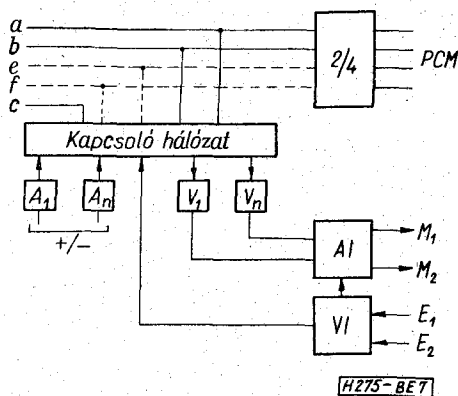
Egy általánosított, egyenáramú PCM illesztő áramkör a végállomás beszédcsatornaegységéhez 2 vagy 4 beszédcsatolóvezetékekkel, a távbeszélő-központhoz pedig lefoglaló, tartó, esetleg jelző vezetékkel csatlakozik. Adott esetben az illesztő részét képezheti a 2/4-huzalos átalakító is, amelynek üzem módja egyszerűbb esetben átkötéssel állítható be, összetett alkalmazásban pedig a központból érkező jelzés hatására automatikusan működtethető.

Az illesztő áramkör alapfeladatai:

a) egyenáramú szempontból a lehető legtökéletesebben utánozni az összeköttetés távoli végéhez csatlakozó központ áramköri paramétereit,

b) váltakozó áramú szempontból a lehető legkevesbé rontani a PCM beszédcsatorna működési jellemzőit.

Az összeköttetés távoli végén levő áramkör utánzása elvileg olyan működési állapotok felvételét igényli, amelyekben a helyi oldalon levő központ a lehető legkisebb mértékben veszi észre azt, hogy nem a távoli oldallal, hanem annak utánzatával áll kapcsolatban. Ez akkor teljesül, ha az utánzás nem mó-



7. ábra. Egyenáramú jelzésillesztő általános felépítése

dosítja észrevehetően a működési paramétereket (késletelési időket, jelalakokat, működési szinteket stb.).

Az egyenáramú jelzések vételének két alapvető művelete: jelzések vétele meghatározott bemeneti ellenállású vevőkkel és jelzések adása meghatározott kimeneti ellenállású adókkal. Az egyenáramú jelzésillesztő áramkörök egy általánosított vázlatán (7. ábra) a $V_1 \dots V_n$ jelzésvevők és az $A_1 \dots A_n$ jelzésutánzatok kapcsolóhálózaton keresztül kapcsolódnak a csatlakozó vezetékekre. A $V_1 \dots V_n$ vevők kimeneti jelét az AI logikai áramkör olyan jelzések kimenetekké alakítja át, amelyeket a PCM végállomás fogad. A PCM végállomástól vett jelzéseket a VI logikai áramkör fogadja, értelmezi s oly módon vezérli a kapcsolóhálózatot, hogy a csatlakozó vezetékkekre az illesztő áramkör pillanatnyi működési állapotának megfelelő A utánzatok és V vevők kapcsolódjanak.

Jelfogós illesztő áramkörök

Az illesztő áramkör az adott alkalmazás követelményeinek megfelelően tervezhető. Hagyományos megoldásban az A, V és VI elemek jelfogótekercecsekkel, az AI és KH elemek pedig jelfogóérintkezőkkel valósíthatók meg. A KH elem célszerű tervezésével ugyanazon jelfogó többszörösen kihasználható.

A jelfogós illesztő áramkör méretei, teljesítményigénye és megbízhatósága azonban általában nem merhető össze annak a PCM végállomásnak megfelelő jellemzőivel, amelynek az illesztését végzi. Az eltérő méretek és konstrukció megakadályozza azt, hogy a két berendezést közös keretre szerejűk. Elektronikus áramkörök alkalmazásával jelentős méretcsökkenés érhető el, és a megbízhatóság területén is nagyságrendi javulást hozhat az, ha az illesztő áramkörben ugyanolyan generációjú alkatrészeket használunk, mint a végállomáson [14].

Elektronikus illesztő áramkörök

Az elmondottakból és egyéb műszaki megfontolásokból azt a következtetést lehetne levonni, hogy a PCM összeköttetés számára tervezett illesztő áramkörben elektronikus kapcsolásokat kell alkalmazni. Ezt a döntést azonban alapvetően befolyásolja az elektronikus megoldás várható költsége.

Az nyilvánvaló, hogy a hagyományos rendszerű, jelfogós kapcsolások elektronikus utánzata reménytelenül drága megoldást eredményezne. Amíg ugyanis a jelfogókon levő érintkezők mennyisége csak kis mértékben befolyásolja a kapcsolás költségeit, a megfelelő elektronikus kapcsolásokban minden egyes művelet újabb és újabb elemek beépítését igényli, ami a költségek növekedését vonja maga után.

Az elektronikus illesztő áramkör gazdaságos megvalósítása kétféleképpen képzelhető el:

1. olyan, részben elektronikus, részben jelfogós megoldással, amelyben a működés rendszere hagyományos, elektronikus kapcsolásokat azonban csak olyan áramköri részekben alkalmazunk, ahol ezt műszaki szempontok (pl. működési sebesség, várható működési szám stb.) feltétlenül indokoltá teszik [6];

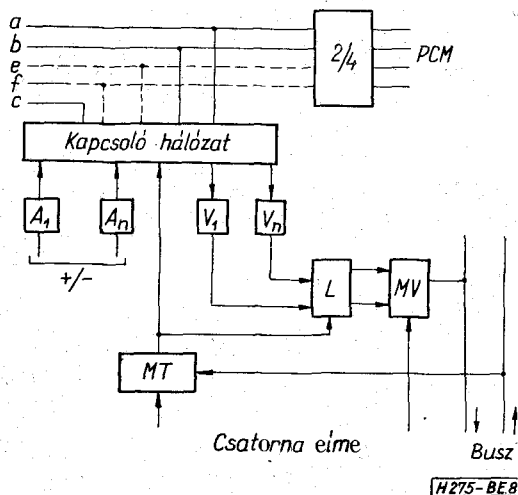
2. olyan új rendszertechnikai felépítéssel, amely illeszkedik az elektronikus kapcsolások természetéhez, és előnyösen kihasználja azok működési sebességét. Ez egy közös vezérlésű illesztő berendezés kialakításának gondolatát veti fel [13].

Nem mellőzhető szempont egy teljesen elektronikus illesztő áramkör költségeinek megítélésében az sem, hogy az elektronikus kapcsolásokat védeni kell a csatlakozó vezetéseken érkező feszültséglökések hatásai ellen.

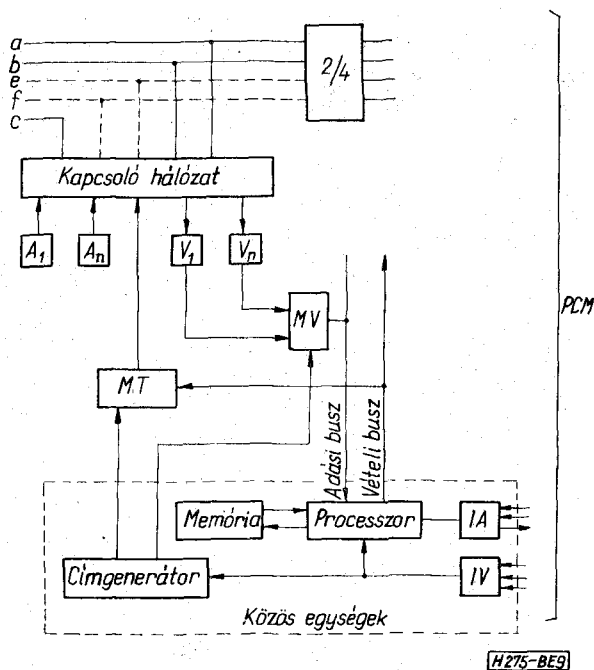
Közös vezérlésű illesztő áramkörök

A PCM rendszer sajátos lehetőségeinek figyelembevételével és a 6. ábra alapján az elektronikus PCM illesztő áramkör oly módon építhető fel, hogy az AI logikai áramkört MV mintavevő kapukkal, a VI logikai áramkört pedig az MT tárolókkal helyettesítjük (8. ábra). Az MV kimenetei és az MT bemenetei buszvezetékekre csatlakoznak.

A közös vezérlésű illesztő áramkörök alap gondolata az, hogy az illesztő áramkört a lehető legnagyobb mértékben egyszerűsíthetjük, ha minden olyan feladat elvégzését, amely bonyolult, költséges műveleteket igényel, egyetlen közös vezérlő áramkörre bízunk. A műveletek kiindulási adatai vagy rendelkezésre állnak a vezérlő áramkörben, vagy pedig kiegészítő vezetéseken át eljuttathatók oda. Ezzel az



8. ábra. Elektronikus PCM illesztő felépítése



9. ábra. Közös vezérlésű PCM illesztő berendezés felépítése

illesztő áramkör a közös vezérlésű berendezésnek tulajdonképpen az érzékelő és végrehajtó eleme.

A közös vezérlésű illesztő berendezés csatornaegységekből és közös vezérlő áramkörből épül fel (9. ábra). A csatornaegység szerkezete megegyezik a 8. ábrán bemutatott illesztő áramkörével. A $V_1 \dots V_n$ jelészívők kimeneti jeleit a csatornaegység nem értékeli, hanem az MV kapukon át a vezérlő áramkörbe küldi. Az MT tárolók kimenetein a KH vezérlésre alkalmas információ jelenik meg. A V vevők teljesen elektronikus kapcsolásokkal, az A utánzatok pedig ellenállásokkal valósíthatók meg. A KH hálózatban esetenként kell eldönteni azt, hogy érintkezőt vagy elektronikus kapcsolót alkalmazunk.

Alkalmazások

Tényleges PCM illesztő áramkörök bemutatása az adott jelzésrendszer és az adott központok együttműködésének ismertetését is igényli. Talán ez az egyik oka annak, hogy megvalósított áramköröket csak néhány cikkben közöl az irodalom [5, 6, 9]. Jelen cikknek sem lehet tárgya részletmegoldások közzlése. Ezért a jelzésbitek felhasználásával és az elektronikus illesztő áramkörök megvalósításával kapcsolatban két olyan példa bemutatását választottuk ki, amelyek bizonyos mértékig általános szempontokat is magukban foglalnak.

Az R2 jelzésrendszer vonaljelzései

A felhasznált jelzőcsatornák számának hatását a jelzési lehetőségekre szemléletesen tükrözi a CCITT által 1969-ben kidolgozott R2 jelzésrendszer [15] vonaljelzései átvitele. Ennek a példának az ismertetése egyebek között azért is érdekes lehet, mivel a primer PCM rendszer specifikációjának [3] jelzésátviteli vonatkozásait erre a rendszerre alakították ki.

Az R2 jelzésrendszert egyirányú és kétirányú, négyhuzalos FDM és PCM áramkörökre dolgozták ki. A rendszer megkülönböztet regiszterjelzéseket és vonaljelzéseket. A regiszterjelzések továbbítására többfrekvenciás kódot használ fel, amely a PCM távbeszélő-csatornában a beszédsávon belül átvihető, ezért ez ehelyütt további tárgyalást nem igényel. A vonaljelzések átvitelére analóg és digitális változat készült.

Analóg változat

Az analóg változat egyetlen beépített, sávon kívüli jelzőcsatornát feltételez, amelyen a jelzés jelenléte vagy hiánya a két átviteli irányban összesen 4 jelzési állapotot különböztet meg.

Az egyetlen jelzőcsatornán továbbított jelzéseket a 6 előforduló működési állapotban a 3a táblázat mutatja.

Nyugalmi helyzetben mindkét irányban jelzés megy, amely előre irányban lefoglaláskor, hátra irányban jelentkezőskor szűnik meg. Az összeköttetés bomlik a jelentkezőt követően, ha az előre irányú jelzés visszatér. Hátra irányban a jelzés akkor tér vissza, ha a hívott fél bont.

Mivel ebben a folytonos jelzésrendszerben a jelzés hamis megszűnése (pl. a jelzőcsatorna megszakadása esetén) lefoglalási vagy jelentkezősi állapotot utánozhat, külön berendezést kell alkalmazni annak figyelésére, hogy valamennyi beszédcsatorna jelzőcsatornája működőképes-e. Ez a berendezés az áramkörök egy csoportját figyeli a vivőhullámú berendezés csoportpilotjának felhasználásával.

Digitális változat

A digitális változatot PCM rendszerekre dolgozták ki, és az irányonként két jelzőcsatornát feltételez. Az így megnövekedett jelzési kapacitást az illesztő áramkörök egyszerűsítésére használhatjuk fel.

A kapcsolás felépítése szempontjából előre irányú jelzőcsatornákat a_f -fel és b_f -fel, a hátra irányúakat pedig a_b -vel és b_b -vel jelölik. Az a_f csatorna a kimenő központ működési állapotát azonosítja, és egyúttal a hívó fél állapotára is jellemző, a b_f csatorna lehetőséget nyújt arra, hogy hibát jelezzünk a bejövő központnak. Az a_b csatorna a hívott fél kézibeszélőjének állapotát közvetíti, a b_b csatorna a bejövő központ nyugalmi vagy foglalt állapotára jellemző. A működési állapotokat és a PCM vonalon megjelenő kódok összerendelését a 3b táblázat mutatja.

Ennek a sajátos kiosztásnak az eredménye, hogy a jelzésbitek általában tisztán jelzőcsatornánaként kezelhetők, és a két jelzésbit egymástól függetlenül, dekódolás nélkül értékelhető.

A digitális változat jelzéskód-kiosztását az analóg változatéval összehasonlítva megállapíthatjuk a következőket:

1. mivel a b_f csatorna nem jelez tényleges működési állapotot, felhasználható az irány működőképeségének jelzésére az a_f csatornán küldött jelzéstől függetlenül;
2. az a_f -en küldött lefoglalást az a_b -n nyugtazzuk, és bontó jelzés csak ezt követően küldhető;
3. a nyugalmi állapot jelzéskódja a két irányban azonosan 10. Kétirányú alkalmazásban 00 az előre irányú, 11 pedig a hátra irányú lefoglalást jelenti.

3. táblázat

Az R2 jelzésrendszer vonaljelzéseinek és egyéb jelzések átvitelének lehetőségei

a) 1 jelzőcsatornán

Működési állapot		→		←	
		a	b	a	b
1.	Áramkör szabad	0	0	0	0
2.	Lefoglalás	1	0	1	0
3.	Jelentkezés	1	1	1	1
4.	Hívott bont	1	0	1	0
5.	Bontás előre	0	0	0	0/1
6.	Blokkolás	0	1	0	1

b) 2 jelzésbittel

Működési állapot		→		←	
		a_f	b_f	a_b	b_b
1.	Áramkör szabad	1	0	1	0
2.	Lefoglalás	0	0	1	0
3.	Lefoglalás elismerése	0	0	1	1
4.	Jelentkezés	0	0	0	1
5.	Hívott bont	0	0	1	1
6.	Bontás előre	1	0	0/1	1
7.	Felszabadítás	1	0	1	0
8.	Blokkolás	1	0	1	1
9.	Pl. számlálás	0	0	0	0
10.	Pl. felajánlás	0	1	1	1
11.	Hibás állapot	1	1	—	—

c) 3 jelzésbittel

Működési állapot		→			←		
		a_f	b_f	c_f	a_b	b_b	c_b
1.	Áramkör szabad	1	0	0	1	0	0
2.	Lefoglalás	0	0	0	1	0	0
3.	Lefoglalás elismerése	0	0	0	1	1	0
4.	Jelentkezés	0	0	0	0	1	0
5.	Hívott bont	0	0	0	1	1	0
6.	Bontás előre	1	0	0	0/1	1	0
7.	Felszabadítás	1	0	0	1	0	0
8.	Blokkolás	1	0	0	1	1	0
9.	Pl. számlálás	0	0	0	0	0	0
10.	Pl. felajánlás	0	1	0	1	1	0
11.	Hibás állapot	1	1	0	—	—	—
12.	Választás	0	0	1	1	1	0
13.	Választás vége	0	0	0	1	1	1

Fel kell hívunk a figyelmet néhány, a PCM átvitel-vel kapcsolatos szolgáltatásra. Ilyenek:

1. a 11 jelzéskód előre irányban a hibás csatornát, hátra irányban pedig blokkolást, elismert lefoglalást vagy hátra irányú bontást jelenthet. Ezt a tényt felhasználják arra, hogy hibás átvitel esetén mindkét vételi jelzést a jelzésbit 1 értékének megfelelően értelmezzék.

A jelzésrendszer védelme akkor hatásos, ha a végállomás és az illesztő áramkörök együttműködését

ügy tervezzük, hogy minden várható hiba, beleértve egységek kihúzását, személyi hibákat stb. az 11 kódot váltja ki. Ez ugyanis téves működési állapotot nem eredményez, hanem előre irányban bontja az összeköttetést, hátra irányban viszont nyugalmi helyzetben blokkolja az áramkört, lefoglalt helyzetben pedig a hívott fél bontását követően bontja az összeköttetést;

2. a hibás átviteli viszonyok a PCM rendszerben is tönkretelhetik a jelzésátvitelt, ezért a digitális változat előírja a hibás átvitel hatásai ellen védeberendezés beépítését az analóg változatban alkalmazott megszakadás-figyelőhöz hasonlóan. Ebben a vonatkozásban hibás átvitelnek minősül a keret- vagy multikeret-szinkronizmus elvesztése stb. Az egyik oldalon észlelt átviteli hibát a védelem hatásossága érdekében a távoli végre is átjelzik;

3. a jelzések minimális vételi késleltetését 10 ms-ra specifikálják. Mivel a multikeret elvesztése legfeljebb 4 ms alatt értékelhető ki, az átviteli hibát ellenőrző áramkörnek legfeljebb 6 ms alatt be kell avatkoznia ahhoz, hogy jelzési hiba ne keletkezzék.

Úgy véljük, az elmondottakból érzékelhető, hogy a digitális változat két jelzőcsatornája az analóg változat egy jelzőcsatornáéhoz képest egyrészt új szolgáltatások bevezetését, másrészt az illesztő áramkörök egyszerűsítését eredményezheti.

Választási jelzések átvitele

Vannak olyan, országos alkalmazások, ahol a választási információ (tárcsázási impulzusok, választás kezdete és vége jelzések stb.) átvitelére még nem frekvenciakódot, hanem egyenáramú jelzéseket használnak. A PCM jelzésátvitelben olyan rendszer alakítható ki, amely az *a* és *b* jelzésbitek az R2 rendszer digitális változatának megfelelően használja ki, egy harmadikat pedig további jelzésekre használ fel (3c táblázat).

Ezzel illeszkedhetünk a specifikált jelzésrendszerhez, de ugyanakkor rugalmas áttérést nyújtunk egy távlati, tiszta R2 rendszerre, amelyet egyszerűen a harmadik jelzőcsatorna elhagyásával kapunk majd.

Illesztési műveletek koncentrációja

A fentiekben felvetett közös vezérlésű illesztő áramkörök létjogosultságát az biztosítja, hogy számos alkalmazásban találunk olyan műveleteket, amelyeket célszerű egy központi helyen elvégezni. Ezen műveletek jellege és bonyolultsága igen eltérő.

Egyáltalán nem szükséges koncentrált illesztési műveleteket elvégezni a 8. ábrán látott ideális esetben, mert az összeköttetés egyik oldalán levő vevők és a másik oldalán levő adók állapota megfelelő számú jelzésbit felhasználásával közvetlenül összerendelhető.

Az adási buszon megjelenő adatok azonban nem mindig használhatók fel közvetlenül az adási jelzésbitek értékének meghatározására. Ezek az adatok ugyanis nemkívánt tranzienseket is tartalmazhatnak, amelyeket késleltetés és tiltás beiktatásával kell kiküszöbölni. Ugyanígy a vételi jelzésbitek sem mindig alkalmasak a kapcsolóhálózat közvetlen működtetésére, mert esetenként további értékelést és feldolgozást igényelnek.

Ezért az adási és/vagy vételi jelzési útba közös feldolgozó áramkör beiktatása válhat szükségessé. Egyszerű esetben ez az áramkör egy logikai hálózat, amely időosztásos rendszerben, a rendelkezésre álló adatokkal, valamennyi illesztő áramkörre vonatkozóan azonos műveletet végez. Mivel a PCM összeköttetés adási és vételi időzítése üzemi körülmények között független, a logikai áramkör vagy csak adási, vagy csak vételi adatokat használhat fel.

Bonyolultabb alkalmazásokban a feldolgozási műveletek elvégzése bizonyos részeredmények, esetleg a kapcsolás fázisának tárolását igényli. Ennek érdekében a feldolgozó áramkörhöz tároló csatlakoztatható [16]. A feladatok jellegének bemutatására megemlítjük az alábbi illesztési műveleteket:

1. a jelzések vételének vagy adásának késleltetése a csatlakozó vezetéken érkező zavarok vagy káros csatolások hatásainak megszüntetésére. Erre a célra az időzítések digitális időméréssel határozhatók meg;

2. meghatározott időtartamú, egyszeri jelzések újraelőállítása az esetleg sorba kapcsolódó PCM összeköttetések összegződő jelzéstorzításának korrigálására;

3. tárcsázási impulzusok impulzusviszonyának módosítása, különösen az impulzusokkal vezérelt, lépésként működő, hagyományos kapcsolórendszerekben;

4. hosszabb idejű késleltetések és időzítések előállítása egy alapimpulzus számlálása segítségével.

A közös, célszerűen integrált áramkörös tárolóban minden illesztő csatornaegységhez egy-egy szót rendelünk, amelynek hosszát az elvégzett műveletek bonyolultsága határozza meg. Gyakorlati esetekben a szó hossza 4–16 bit lehet. Annak érdekében, hogy a feldolgozó áramkör bemenetén valamennyi szükséges információ egyidőben álljon rendelkezésre, a tárolót és a csatornaegységeket a PCM multikeret-kialakításának megfelelően címezzük. A részeredményeket a feldolgozás időtartamára regiszterben tároljuk, amelynek tartalmát az elvégzett műveletek eredményeképpen átírjuk.

Amennyiben a tároló és feldolgozó áramkörnek mind az adási, mind a vételi adatokra szüksége van, akkor célszerűen egy olyan elrendezés alkalmazható, amelyben mind a csatornaegységet, mind a tárolót a vételi időzítésnek megfelelően címezzük, és még az az adási jelzésbitek értékét is a tárolóban rögzítjük, majd az adási időzítésnek megfelelően olvassuk ki. Ehhez a tárolót olyan, kettős hozzáférésű, de az egyidejű címzést kizáró rendszerben kell működtetni [17], amely információvesztés nélkül lehetővé teszi az adási jelzésbitek értékének meghatározását. A megvalósítás részleteire itt nincs módunk kitérni.

Záró megjegyzések

A PCM összeköttetés néhány jelzésátviteli kérdésével foglalkoztunk, és áttekintettük az egyenáramú távbeszélő-jelzések illesztésének rendszerteknikai kérdéseit. Bemutattuk PCM összeköttetés előnyös jelzésátviteli lehetőségeit, és felvetettük az illesztési műveletek központosításának kérdését.

Az anyag összeállításánál a szakirodalom mellett a Távközlési Kutató Intézetben mintegy 6 éve folyó kutató-fejlesztő munkára támaszkodtunk, felhasználtuk az ennek során kialakított rendszertechnikai koncepciót és a megvalósított illesztő áramkörökkel szerzett tapasztalatokat.

IRODALOM

- [1] Draft recommendation concerning PCM primary multiplex. CCITT COM Sp. D. No. 103. 1971.
- [2] A proposed specification for an interface between signalling and multiplex equipments of PCM systems. CCITT COM XI. No. 59—1, COM Sp. D. 97—E, 1971.
- [3] Characteristics of a Primary Multiplex Equipment operating at 2048 kbit/s. CCITT Green Book, Genova 1973, Vol. III. pp. 386—390.
- [4] DT30 Time Division Multiplex for Local Networks. Telettra S. P. A. kiadvány, 1972. ápr.
- [5] Yeatman R. M.: Signalling systems for PCM transmission and switching networks. Point-to-point Telecommunication, 1971. jan.
- [6] Dupré, F.—Guittard, P.—Legard, J. M.: Adaptation des centraux Rotary et Pentaconta du reseau de Paris au systeme de modulation par impulsions et codage (MIC) 32 voies. *Commutations et Electronique*, No. 36. 1972. janv.
- [7] Zobel, R.: Umsetzung und Übertragung von Schaltkennzeichen. *PCM Technik. Nachrichtentechnische Fachberichte*, Band 42. 1972.
- [8] Martens, J. V.—Brading, E.: 30-channel Pulse Code Modulation System. *Electrical Communication*, Vol. 48. No. 1—2. 1973.
- [9] Maddox, G. L.—Thobson, D. K.: D2 Channel Bank. Per-channel equipment. *Bell System Technical Journal*, Vol. 51. No. 8. Oct. 1972.
- [10] NC30/32 Pulse Code Modulation System. NOKIA Electronics kiadvány, 1971.
- [11] Pospisehl, R.—Schweizer, L.: 30-Kanal PCM System für Nachverkehr. *Technische Rundschau*, Nr. 9. 1971.
- [12] Dingjan, A. J. M.: The 8TR 602 Pulse Code Modulation System. *Philips Telecommunication Review*, Vol. 30. No. 2. 1972.
- [13] Blum E.: PCM végállomások csatlakoztatása telefonközpontokhoz. A Távközlési Kutató Intézet Évkönyve. 1973.
- [14] Hill, R. A.—Gee, J. H.: A miniaturized version of signalling system A. C. No. 9. *The Post Office Electrical Engineers Journal*, Oct. 1972.
- [15] Signallins System R2. CCITT Green Book, Geneva 1973, Vol. VI. pp. 589—638.
- [16] Somogyi T.: Operatív memóriák alkalmazása átviteltechnikai berendezésekben. A Távközlési Kutató Intézet Közleményei. 1972. 4. sz.
- [17] Somogyi T.—Blum E.: Nem szinkron bejövő adatok feldolgozásának lehetőségei programvezérelt jelzés-illesztő berendezésekben. A Távközlési Kutató Intézet Közleményei. 1973. 3. sz.