



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam
B U D A P E S T

1983

5

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam 1983. 5. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXIX. évfolyam

1983. 5. szám

TARTALOM

DR. SZÉP IVÁN:	Mikroelektronika 2000-ig	193
NEMES MIHÁLY:	MOS LSI áramkörök építőelemeinek dinamikus leírása	200
KAPOR JÓZSEF:	Szimmetrikus táplálású sík archimedesi spirálantenna	208
	Egyesületi hírek	207
	IFAC '84	216
BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK		
MIHÁLY ANDRÁS – MUZIK LAJOS:	A Telefongyár korszerű kábelletra-szerkezet konstrukciójának ismertetése	217
MALCSINER FERENC:	Rádiótelefonok hazai gyártása és alkalmazása. II. rész	227
MŰSZAKI SZEMLE		
TÓTH PÁL:	Korszerű alközponti szolgáltatások	232
	Hírek üzemeinkből	236
	Tartalmi összefoglalások	240

A SZÁM SZERZŐI:

DR. SZÉP IVÁN, a műszaki tudományok doktora, az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetének tudományos igazgatóhelyettese, NEMES MIHÁLY okl. vill. mérnök, a BME-HEI tanársegédje, KAPOR JÓZSEF okl. vill. mérnök, a Mech. Labor labormérnöke, MIHÁLY ANDRÁS okl. gépészmérnök, a TERTA Fejlesztési Intézet csoportvezetője, MUZIK LAJOS elektrotechnikus, a TERTA Fejlesztési Intézet osztályvezetője, MALCSINER FERENC vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet fejlesztőmérnöke, TÓTH PÁL okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet fejlesztőmérnöke.

Felelős szerkesztő: DR. TÓFALVI GYULA
Szerkeszti a szerkesztő bizottság
A szerkesztő bizottság elnöke: HORVÁTH IMRE
Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

HÍRADÁSTECHNIKA

Balogh Pál
Dr. Flesch István
Forintos György
Hermann Ákos
May Péter
Mérey Imréné
Nagy György Gábor

BHG

Laczkó Endre
Bernhardt Richárd
Dr. Eisler Péter
Dr. Gosztony Géza
Honti Ottó
Klug Miklós
Tölgyesi László

ORION

Jakubik Béla
Csernoch János
Froemel Károly
Sass Károly
Szabó Károly
Szász Gerő

TERTA

Bánsági Pál
Baján Tibor
Benedek Elek
Halmi Gábor
Hutter Mihály

Szerkesztőségi ügyekben és kéziratokkal kapcsolatban felvilágosítást ad: Szöllösi Györgyné, telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

Mikroelektronika 2000-ig

DR. SZÉP IVÁN
MTA Műszaki Fizikai
Kutató Intézete

Bár divat a prognóziskészítés, a mikroelektronika fejlődéséről jóslásokba bocsátkozni nem túl hálás feladat. Az elektronikai berendezések egyre bonyolultabb funkcióval járó méretnövekedés kiküszöbölésére alig harminc éve indult meg az a miniatürizálási folyamat, amelynek egyik eredménye a mai mikroelektronika. A kor igénye által sarkalt technológiai fejlődés üteme olyan gyors volt, hogy egy adott időpontban a szakértők többsége szerint még annak megjóslására sem lehetett vállalkozni, mi várható akárcsak öt év múlva. A hatvanas évek elején az amerikai Teal, Moore és néhányan mások annak a meggyőződésüknek adtak hangot, hogy a legközelebbi 10–15 évben a szilárd testekben kialakított integrált áramkörök révén a mikroelektronika döntően új szakaszába lép és alapvetően meg fogja változtatni az elektronikai ipar termékeinek arculatát. Az ugyancsak amerikai Noyce volt az, aki a planáris szerkezetű integrált szilíciumeszközök technológiájának feltalálásával a döntő lépést ebbe az irányba megtette.

Mások, óvatosabban, még mindig esélyt láttak az egyedi szubminiatűr alkatrészeket összeszerelő, ún. *mikromodul-technológia* továbbfejlődésében és a különböző más, szitanyomást vagy vákuumban történő elpárologtatást alkalmazó vastag-, illetve vékonyréteges mikroáramköri technológiák fejlődésében.

E homlokegyenest eltérő megítélés fő oka az volt, hogy a planáris szilíciumeszközök technológiája olyan, az elektronikai alkatrészgyártásban szokatlan eljárásokat alkalmazott, mint pl. a nyomdaiparból átvett fotolitográfiát, a szilárd anyagba gőzállapotból diffúzió útján történő adalékbevitelt, vezetékhalózat előállítását fémeknek vákuumban történő ráparologtatásával. A planáris technológiához szükséges fotosablonok néhány mikrométeres illesztési pontossága mint követelmény gyártási körülmények között annyira irreálisnak látszott, hogy ezt a technológiát legfeljebb laboratóriumi célokra tartották alkalmasnak.

Rövidítve elhangzott a „Microelectronics '82” konferencián (Siófok, 1982. május 5–7.).

Ma már látjuk, hogy Moore-nak és Noyce-nak volt igaza. De azt is látni kell, hogy a mikroelektronika nemcsak integrált félvezető áramkörökből áll, hanem más mikrominiatűr komponensekkel is operál. Ez a fejlemény a prognóziskészítés egy gyakori buktatójára mutat rá, amikor a megjósolt dolgok bekövetkeznek ugyan, de más formában és más tartalommal. A ma használatos hibrid mikroáramkörök például messze nem azonosak a hajdani ellentábor által favorizált mikroáramkörökkel, kialakulásuk éppen a planáris technológiával előállított diszkrét és integrált aktív szilíciumelemek felhasználásának köszönhető.

A mikroelektronika jelenlegi térhódításának mozgatója kétségtelenül a szilícium alapú integrált áramkörök rohamos fejlődése. Az egy kristálydarabon integrált elemi komponensek száma a legutóbbi tizenöt évben évenként megkétszereződött. E Gordon Moore által megfogalmazott tapasztalati törvényből következnek a hasznos kristályméret növekedésére, a teljesítmény-sebesség szorzat, a fajlagos önköltség csökkentésére vonatkozó más megfigyelt időfüggések.

A legutóbbi két évben azonban érezhetően lelassult a fejlődés üteme. Ennek oka nem a technológiai nehézségekben keresendő, hiszen a fizika törvényei által állított méretkorlátokat a technológia még nem érte el. A jelenlegi gazdasági helyzetben viszont új felismerés, hogy a mikroelektronika fejlődésének határai nem is annyira technológiai, mint inkább gazdasági jellegűek. A több százezer elemi komponens tartalmazó áramkörök tervezése és ellenőrző mérései olyan költségterhet jelentenek, amely csak igen nagy gyártási darabszámok értékesítése esetén térülhet meg. Az ilyen nagy bonyolultságú áramkörök iránti igény azonban többnyire elmarad e darabszámoktól. Általános a vélemény, hogy a továbblépéshez jelenleg a tervezési elvek megújítására, a megrendelő igényeihez rugalmasan alkalmazkodó tervezési technológiára, az egyetlen szilíciumlemezen többféle funkciót magában foglaló variábilis konstrukciók rendszerének kialakítására és nem utolsósorban a végminősítő mérések költségtényezőjének csökkentése érdekében, az áramkörbe beépített mérő-ellenőrző hálózatra

van szükség. A mikroelektronikai komponensek, elsősorban az integrált áramkörök gyártásának világszerte növekvő összefonódása az elektronikai berendezések és készülékek gyártásával arra mutat, hogy ennek a továbblépésnek finansiális terheit az alkatrészipar, különösen a jelenlegi gazdasági helyzetben, saját maga már nem képes vállalni.

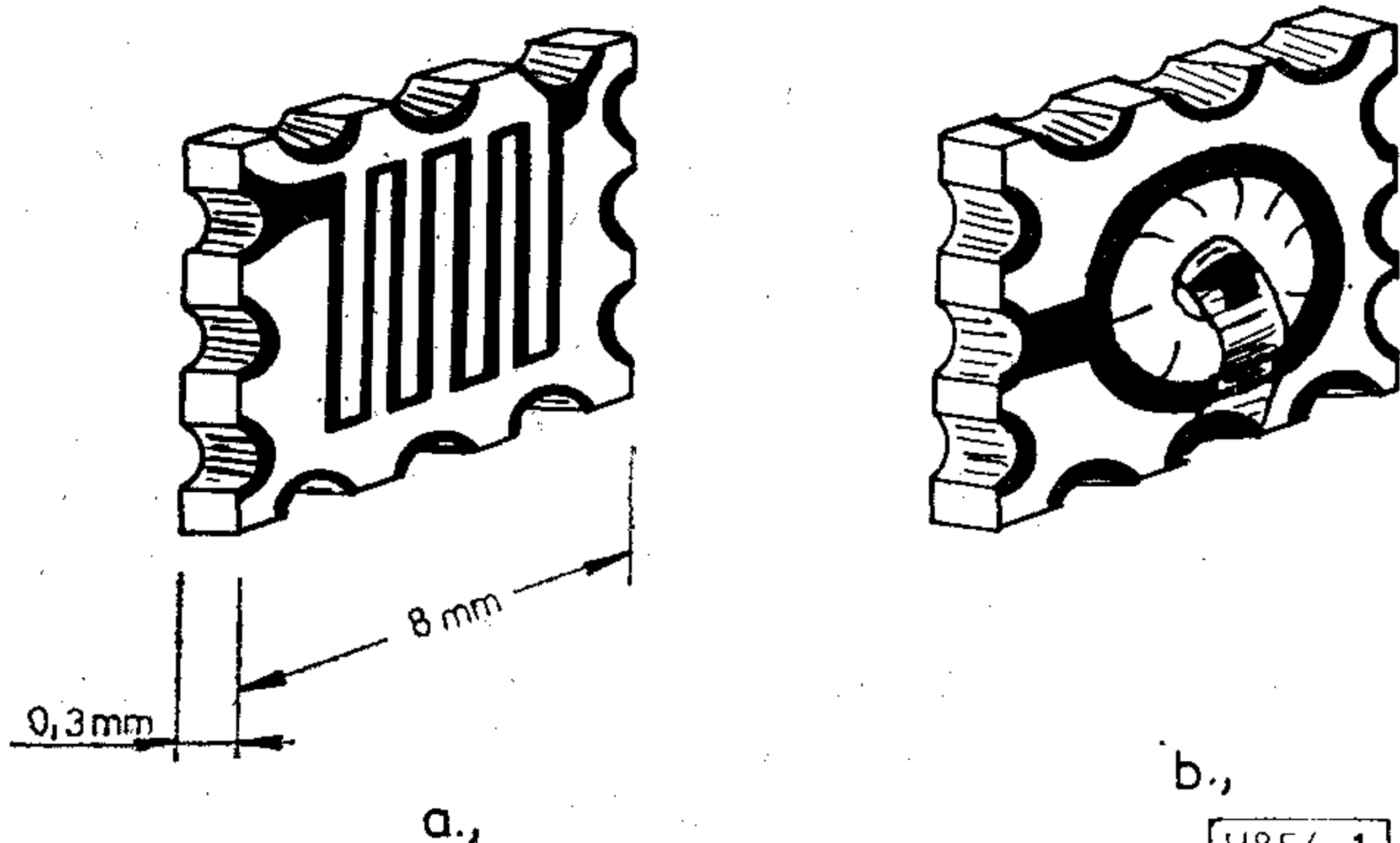
Ilyen körülmények között a mikroelektronika fejlődésében talán még kockázatosabb a változás jeleit kutatni. Tagadhatatlan, hogy vannak ilyen jelek; várhatók, de nem túl hamar és nem túl gyors változások. Az új már mutatkozik, de attól nem kell tartani, hogy a szilícium kora hirtelen véget ér. Ami megszűnőben van, az a szilícium monopolhelyzete. Új anyagok, új struktúrák, új fizikai effektusok bővítik a mikroelektronika eszköztárákat, amelyekkel új, eddig nem ismert technikai megoldások érhetőek el.

A továbbiakban az anyagtechnológia néhány olyan olyan új fejleményéről lesz szó, amely ilyen változásokhoz vezethet.

A kezdet

Ha vizsgálni kívánjuk a fejlődés irányait, nem árt visszatekinteni a kezdetre. Az ötvenes években a vezető ipari államokban főleg a haditechnika, a rakéta- és űrtechnika által támasztott igények nyomán az elektronikai készülékek, szerelvények méreteinek csökkentését szorgalmazták (1). Ugyanilyen igénnyel jelentkezett a számítógépipar is. Ezek kielégítésére elkezdődött az alkatrészek miniatürizálása, a szereléstechnikában bevezették a nyomtatott huzalozású hordozólapokat és az akkortájt megjelent tranzisztorral az elektroncsőhöz képest jelentős méretcsökkentés vált lehetővé.

A következő lépés az alkatrészek „lecsupaszított”, tehát szokásos tokjuktól, védőbevonatuktól mentes alakban egyetlen szerelvényre történő összeépítése volt. Ebben az ún. mikromodulrendszerben az célra kialakított aktív és passzív alkatrészeket egységes, 8×8 mm méretű kerámialapokra szerelték (1. ábra) és ezekből forrasztott huzalos kötésekkel



1. ábra. Mikromodul-lapok (1959)
a) vastagréteg ellenállással
b) ötvözött tranzisztorral

alakították ki a szükséges „modulokat” (2). Ez a módszer a korábbi méretekhez képest 1:10 arányú csökkentést eredményezett. Ezzel egyidejűleg fejlődtek a vastag és vékony réteges mikroáramköri technológiák is, ahol a kerámia, illetve üveg hordozólemezekre rétegek alakjában különböző fémekből, fémötvezetkekből, szigetelőkből kialakított szubminiatűr ellenállások, kondenzátorok mellé miniatűr diódák, tranzisztorok felerősítésével dolgozták ki a különféle integrált hibrid áramköröket. Végül 1961-ben jelentek meg a monolitikus integrált félvezető áramkörök (3). Ettől kezdve beszélhetünk valóban mikroelektronikáról. Alkalmazásának általános előnyei közül a forrasztott összeköttetések számának jelentős csökkenése miatt azonnal felismerték a *megegyező megbízhatóságot, a gyártási költségekben jelentkező megtakarítást, a berendezések megtervezésére fordított idő lerövidülését, a méretekben, súlyban és tápteljesítményben mutatkozó csökkenést.* Nem volt teljesen előre látható, hogy a mikroelektronika egy új ipari forradalom elindítója, amely a számítás-, irányítás- és hírközléstechnika lehetőségeinek kiterjesztésével új korszakot nyit gazdasági és társadalmi életünkben egyaránt.

A hatvanas évek

A fentiekből talán úgy tűnik, hogy a mikroelektronika új fejlődési irányának kialakulása a tranzisztor feltalálásával áll közvetlen kapcsolatban. Valójában több mint nyolc évnek kellett eltelnie, amíg a tranzisztor bebizonyította önmaga létjogosultságát, és további hat évnek, amíg kialakult az a technológia, amelyik a tranzisztoron túllépve az integrált áramkörök és ezzel a tulajdonképpeni mikroelektronika korszakát is megnyitotta. Ebben a másfél évtizedben azonban több történet technológiák pusztaváltozásánál. A bipoláris elven működő p-n átmenetes diszkrét és integrált eszközök mellett megjelentek a fénoxid-szilícium (MOS) rétegszerkezetek tulajdonságain alapuló diszkrét és integrált eszközök. Kialakult a szilárdtestek fizikájára épülő anyagtudomány, melyre alapozva indult rohamos fejlődésnek az egyre szélesebb anyagválasztékkal és egyre változatosabb módszerekkel operáló mikroelektronikai technológia, fejlődtek ki a nanométeres mérettartományokba behatoló szerkezet- és anyagvizsgálati módszerek.

Az anyagok területén a hatvanas években végbe ment fejlődésre álljon itt néhány példa. Ismeretes, hogy a félvezető anyagok szükséges fizikai tulajdonságait specifikus adalékanyagok segítségével szabályozzák. A félvezető diódák, tranzisztorok nélkülözhetetlen szerkezeti eleme a p-n átmenet, amely a formailag pozitív *lyukak* útján vezető p-típusú és a negatív *elektronok* útján vezető n-típusú szakasz között jön létre. A p- és az n-tartomány kialakításához szükséges adalékok minősége, mennyisége az előállítandó eszköz célparamétereitől függ. Ahhoz azonban, hogy ez a művelet kézben tartható legyen, el kell távolítani az alapanyag eredeti szennyezéseit. Az idegen szennyező atomok eltávolításának módszerei éppen a félvezető anyagok technológiájában alakultak ki olyan hatékonysággal, hogy egy ilyen eljárással tisztított

szilíciumban tízmilliárd szilíciumatomra esik egy aktív idegen atom. Hasonlóképpen fokozódott az igény a technológiában használt sokféle egyéb vegyi anyag tisztasága iránt is; az „elektronikai tisztaság” mint minőségi jelző három-négy nagyságrenddel tisztább anyagot jelent mint a kémiában használatos „analitikai” tisztaság.

A fotolitográfiai műveletektől megkívánt felbontóképesség (4–5 mikrométeres csíkszélesség) csak új, nagy fényérzékenységű és ugyanakkor bizonyos vegyszereknek ellenálló lakkok (fotorezisztek), nemkülönben 1000 vonal/mm felbontású fotolemezek kidolgozásával volt lehetséges. A műanyagok megjelenése a tokozás technológiájában speciális, a műanyagiparban eddig teljesen szokatlan tisztasági követelmények teljesítését, semleges vegyhatású alapanyagok használatát tette szükségessé. Rendkívüli mértékben megnöttek az igények a gyártásban használt víz, ipari gázok, a környezeti levegő tisztaságával szemben, ami igen költséges szolgáltatási hálózat és ellátás létrehozásával járt együtt.

A hetvenes évek

A hetvenes évek elején, miközben egyre nőtt az egy kristályelemre integrált elemek száma és funkcionális komplexitása, kezdtek megjelenni olyan új eszközök, amelyek más alapanyagra és más fizikai effektusokra épültek. Ilyenek voltak elsősorban a szilíciumhoz igen közeleső elektronszerkezettel rendelkező, az elemek periódusos rendszerének harmadik oszlopába sorolt alumínium, gallium, indium és az ötödik oszlopban szereplő foszfor, arzén és antimon 1-1 atomjából képződő $A^{III}B^V$ vegyületfélvezetők (megkülönböztetésül az *elemi félvezető* germániumtól, szilíciumtól). A kilenc vegyület közül a legjelentősebbek a galliumarzenid, a galliumfoszfid és az indiumfoszfid. E csoport egyes tagjainak legjellegzetesebb sajátossága, hogy a bennük kialakított p-n átmenetben az elektromos áram p-oldali lyuk- és n-oldali elektron-komponense közvetlenül rekombinálódik és energiakülönbségük megfelelő hullámhosszú fény alakjában kisugárzódik. Ezen a jelenségen alapulnak az ismert piros, zöld és sárga színű „világító” diódák (LED) és kijelzők, az infravörös tartományban sugárzó lézerdiodák. Ugyanezek az anyagrendszerek p-n szerkezet formájában alkalmasak adott hullámhosszú fénysugárzás szelektív detektálására is. Ezekben a vegyületfélvezetőkben tehát a p-n átmenet a fény és az elektromos energia reverzibilis átalakítását képes elvégezni. Ezzel a felfedezéssel megnyílt a lehetőség, hogy a mikroelektronikában az elektromos áram mellett a nagyobb terjedési sebességű és sokkal több információ hordozására képes fénysugárzást is igénybe vegyünk. Új mikroelektronikai ágazat keletkezett, az *optoelektronika*.

A kutatások további lehetőségeket tártak fel az elektromágneses energia különböző megjelenési formáinak egymásba történő átalakítására és az információ továbbításában és feldolgozásában történő felhasználására. Egyes vegyületfélvezetőkben mint pl. a galliumarzenidben, indiumfoszfidban a rájuk kapcsolt egyenfeszültség egy meghatározott küszöb-

értékénél igen magas, 10^9 Hz körüli frekvenciájú rezgések lépnek fel (4). Ez az ún. Gunn-effektus általában jön létre, hogy az említett félvezetőkben a vezetési elektronok részére több energiasáv áll rendelkezésre. Megfelelő nagyságú elektromos tér hatására az alapsávból a melléksávba léphetnek át az elektronok. Itt azonban mozgékonyaságuk kisebb, az áramerősség emiatt csökken, az áramfeszültség karakterisztikán negatív ellenállású szakasz jelenik meg. A megfelelően kialakított áramkörben ennek következtében rezgések keletkeznek, amelyek frekvenciája a félvezető lemez vastagságától és anyagi tulajdonságaitól függ. A Gunn-diódák megjelenésével a mikroelektronika a mikrohullámú frekvenciatartományokra is kiterjesztette hatását.

A hetvenes években a mikroelektronika fejlődése a szilíciumalapú eszközök területén látványosan folytatódott. A bipoláris és a MOS-áramkörök párthívei között dúló koncepcionális csaták az áramkör integrálás különböző szintjein (SSI, MSI, LSI) keresztül elvezettek a VLSI-korszakba, a százezres elem-sűrűségű integrált áramkörök kidolgozásához. A hatvanas években a tranzisztorteknológiában használt 2–2,5 cm átmérőjű szeletek helyett a VLSI-áramkörök már 10–12 cm átmérőjű szilíciumszeleteken készülnek. Az ezekhez előállított 1 méter körüli hosszúságú egykristályok súlya 25–30 kg! A korábbi technológiai eljárások mellett új technológiai megoldások jelentkeztek, mint pl. az ion-implantációval történő adalékbevitel, a nedves kémiai megmunkálást felváltó, nagyobb pontosságú „száraz” ion-marásos technológiák, a helyenként 1 mikrométer méretű alakzatokat tartalmazó fotosablonok előállítását fény helyett elektron-sugárral végző elektronlitográfia.

Az évtized termékújításai között említendők a fenntartó feszültséget nem igénylő elektromosan átprogramozható tartós memóriák (EAROM, EEPROM), a töltéstovábbításon alapuló soros tárolók, képfellevők (CCD), a hengeres mágneses domének tulajdonságait felhasználó „buborék”-memóriák, az akusztikus és elektromos energia kölcsönös átalakítását létrehozó felületi akusztikus hullámú eszközök és a hetero-átmeneteken alapuló félvezető lézerek (5–10).

A nyolevanes évek

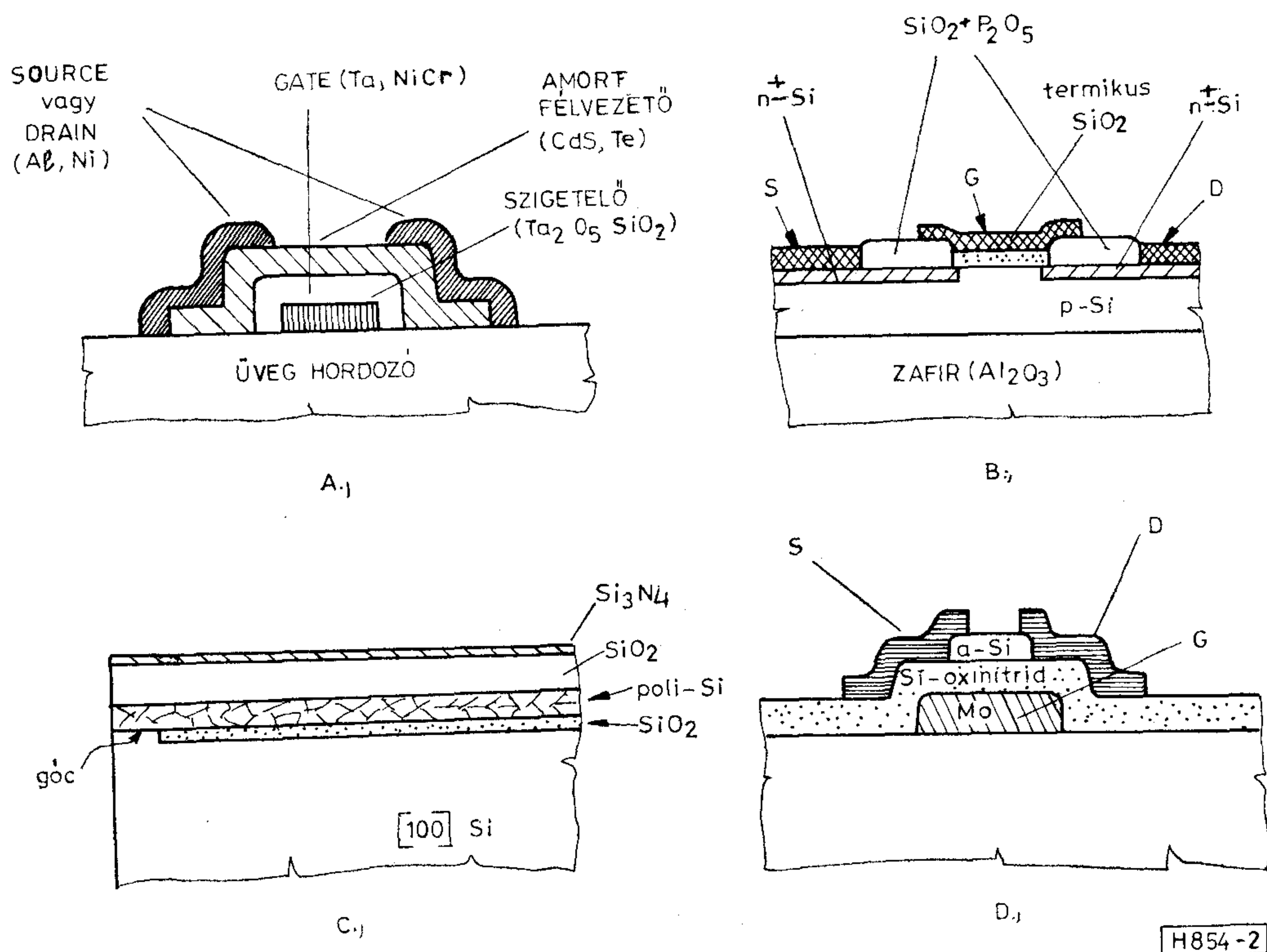
1980-ban a világ elektronikai célokat szolgáló félvezetőtermék-forgalma elérte a 20 milliárd dollárt. Ennek hetven százaléka mikroelektronikai alkatrész volt. Napjainkban is folytatódik az integráció fokának növekedése: egy 5×6 mm-es szilíciumdarabon 100 000 integrált elem nem számít rekordnak, az információtárolást szolgáló memória-áramkörök rendezetten ismétlődő elemei hasonló méretű szilíciumkristályon a 100 000 bitet meghaladó tárolókapacitás felé tartanak és 0,2 μ m-es csíkméreték mellett az 1 millió bit sem látszik elérhetetlennek. A mikroprocesszor sikerét folytatva már itt vannak az egyetlen kristálydarabon integrált mikroszámítógépek! A gondok azonban sűrűsödnek. A korábban vázolt gazdasági korlátok mellett a technológia korlátai is kezdenek jelentkezni. Kellemetlen kérdések hang-

zának el: meddig érdemes vagy lehet egy szilícium-szelet átmérőjét növelni? Kiszámították, hogy 5×6 mm-es kristálméretnél a szeleten a kihozatalt le-
rontó hibák száma nem lehet több mint $5/\text{cm}^2$, ha a kihozatalt a még elfogadható 10% fölött akarjuk tartani. Ez felfelé korlátozza az áramkörök kristály-méretét, lefelé pedig a legkisebb alakzatméretet. De hát ki a felelős a kristályhibákért? Az anyagtudomány derítette ki, hogy gyakorlatilag mindenki, aki a szilíciumkristállyal kapcsolatba kerül. A kristály gyártójáról kiderült, hogy még oly gondos munkája esetén is tökéletesnek hitt egykristályába főleg oldott oxigén alakjában nagy mennyiségű lappangó hibaforrást épít be, amely a technológiai folyamatok hőhatásai által „hívódik” elő és okoz selejtet a kész termékben. Ha viszont az oxigénszint egy meghatározott érték alá csökken, a nagy méretű szilícium-szeletek a hőkezelések során deformálódnak és feldolgozásra alkalmatlanná válnak. A szelettechnológia nagy számú lépése sem ártatlan további selejt-okok előidézésében; gondoljunk csak a fotó-leképezés vagy a kémiai marás szórása által előidézett hibákra.

Az integrált áramkörök funkcionális sűrűségének növekedésével újabb korlátként jelentkezik a meghajtó teljesítmény, amely léghűtés esetén legfeljebb $1 \text{ W}/\text{cm}^2$ lehet. Ha eltekintünk a kényszerhűtéstől mint kényelmetlen megoldástól, ez meghatározza az elektronikus készülék minimális méretét is, amit pl. a nagy teljesítményű számítógépek konstrukciós méretezésénél figyelembe kell venni. Ugyancsak korlátozzák az alkalmazható teljesítményt a vékony párologtatott vezetékek, amelyekben a megengedett-

nél nagyobb áramok hatására anyagvándorlás lép fel és ez egy idő múlva szakadáshoz vezethet.

A napjainkra kialakult planáris szilíciumeszközök konstrukciója eléggé felemás képet mutat, ha meg-gondoljuk, hogy a szilícium-szelet felületén elrende-zett átlagosan 10 mikrométer átmérőjű tranzisztor-vagy dióda-elemek mélységben sem igényelnek töb-bet 10 mikrométernél, azaz a szilícium-szelet teljes vastagságának 5%-ánál is kevesebbet. A szilícium-szelet tehát lényegében mechanikai hordozó szerepét tölti be, aktív funkciót csupán egy vékony felületi réteg visel, amelynek anyagi tulajdonságai ráadásul lényegesen eltérnek a tömbi tulajdonságoktól. Fi-gyelembe véve azt a tényt, hogy egy szokásos, 350–400 mikrométer vastag szilícium-szelet előállításakor hasonló vastagságú kristályanyag megy kárba a vá-gási, csiszolási, polírozási műveletek során, újra és újra jelentkezett az a törekvés, hogy a szilíciumot valamilyen semleges hordozón eleve vékony réteg formájában állítsák elő. A hatvanas években páro-logtatott félvezetőkkel (*CdS*, *tellúr*) vékony-réteges tranzisztor (*TFT = thin-film-transistor*) előállítására végzett kísérletek a planáris szilíciumeszközök mellett nem számíthattak sikerre (11). (2. ábra, A) A **MOS** eszközök fontosságának felismerésével azonban újra felbukkant a vékony félvezető réteg gondolata, még-pedig szilíciumból, a hőtágulási eltérés kiiktatása miatt egykristályos zafirlemezzen, mint hordozón (*SOS*) (12). (2. ábra, B) A szilícium leválasztása illékony vegyületének termikus vagy redukáló bon-tásával történt. Az ilyen rétegből előállított **MOS** áramkörök sok szempontból előnyösebbek voltak



2. ábra. A vékonyréteges tranzisztor újjászületései

A) Weimer *TFT*-ja (1962); B) A *SOS*-tranzisztor (1965); C) *SOI*-szerkezet (silicon-on-insulator) oldalirányú rekristallizációhoz (1981); D) *FET* amorf szilíciumból (1982)

monolit megfelelőinél, a zafírhordozó magas ára azonban mindmáig csak speciális alkalmazásokra korlátozta szerepüket.

A gőzfázisból leválasztott szilíciumrétegek félvezető-fizikai tulajdonságai elmaradtak a tömbi anyag tulajdonságaitól, elsősorban rendezetlen (amorf) kristályszerkezetük miatt. Emiatt nem bizonyultak alkalmasnak pl. bipoláris eszközök céljaira. Ennek javítására különböző átkristályosítási eljárásokkal próbálkoztak. A napjainkban is folyó vizsgálatok kiderítették, hogy hőimpulzusokkal pásztázva rendkívül kedvezően befolyásolható a réteg kristályszerkezete. Erre a célra leggyakrabban fókuszált lézertényt alkalmaznak, de fókuszált nagy teljesítményű fényforrásokkal is értek el jó eredményeket. Váratlan fordulatot vett a szubsztrát-probléma is. Kiderült, hogy oxidált szilíciumlemezt használva hordozóul ennek felületére gond nélkül rávihető egy vékony szilíciumréteg, melynek átkristályosítása a fent említett módon elvégezhető. Ha a réteg kis helyen érintkezik az egykristályos szilícium felületével, a hőkezelés hatására a szilíciumréteg rendezett egykristállyá alakul át (2. ábra, C). Hozzávéve az ionimplantáció és az ionsugaras megmunkálási technológiák kínálta lehetőségeket nem látszik túlzásnak az az állítás, hogy a technológiai fejlődés új szakaszába érteztünk, amikor kiiktatható a költséges egykristály-hordozó, nélkülözhetővé válik a fotolitográfia, a nedves kémiai műveletek. Helyettük polikristályos szilíciumlemezre plazma-oxidációval oxidréteget visznek, ezen szilíciumréteget alakítanak ki, vezérelt ionsugárral helyileg építik be a megfelelő adalékokat, elektronsugárral elvégzik a helyi rekrisztallizációt, fémgőzsugárral ráválasztják a vezető hálózatot, majd az egész felületet védő szigetelőréteggel bevonják. Mindez egyetlen, számítógéppel vezérelt berendezésben elvégezhető — *lesz*.

Polikristályos szilíciumlemezek gazdaságos előállítására egyébként a napelem-kutatások során dolgoztak ki eljárásokat. Az amorf szilíciumrétegen tervezérelt tranzisztor hálózatok is egyszerű technológiával készíthetők (2. ábra, D).

Jellemző, hogy a vékonyréteges szilícium-struktúrák egy régi, annak idején kiforratlan gondolat ismételt visszatérését jelentik. A félvezető-technológia számos más példát is ismer a korukat megelőző elképzelések bukására, feltámadására és visszatérésére egy olyan korban, amikor a feltételek már megérték számukra. Tipikus eset a galliumarzenid váltakozó karrierje 1952-től napjainkig, amelyről egy korábbi közleményben volt részletesen szó (13) vagy a tervezérelt MOS-tranzisztor gondolatának felbukkanása 1932-ben (14).

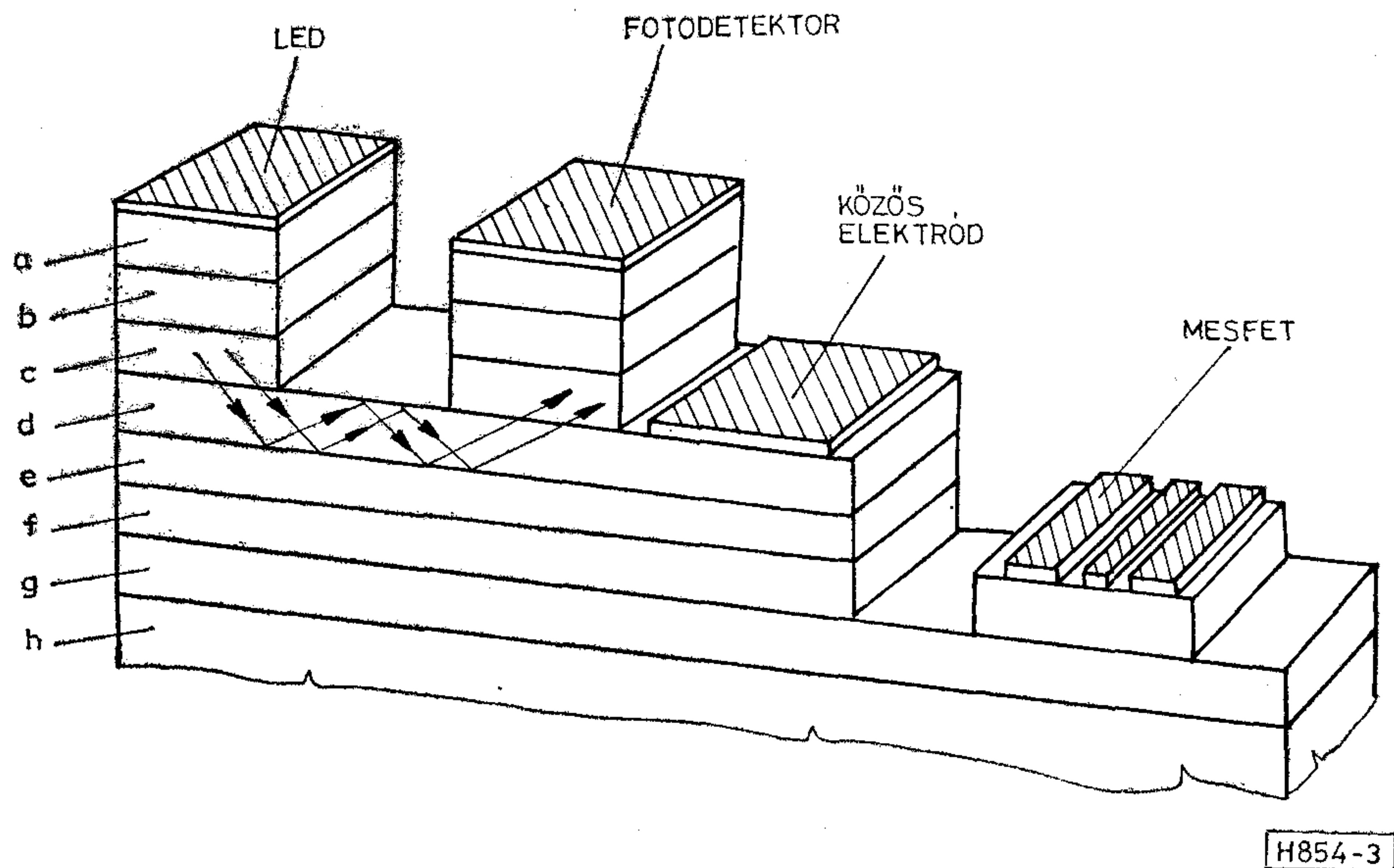
Pillantás a jövőbe

A jövő szilícium-technológiájára vonatkozó fenti elképzelés nagyjából valószínűség, hiszen technikai eszközei már léteznek. Hogy gazdaságilag mikor érkezik el az ideje, erről nem sok értelme volna találgatásokba bocsátkozni. Feltehetően a klencvenes évek táján a számítógéppel vezérelt automata elektronikai gyárak korszakában.

De nézzünk most más irányokba, olyanokba, amelyek más koncepciók hordozói. Láttuk az optoelektronika kezdeteit. Napjainkban már messze nem arról van szó, hogy bizonyos félvezető anyagokból nem hősugárzáson, hanem az elektro-lumineszcencia jelenségén alapuló miniatűr színes fényforrásokat lehet készíteni. Közben a kutatók felfedezték, hogyan lehet a kibocsátott fény hullámhosszát az összetétel függvényében változtatni a látható és az infravörös tartományban, milyen struktúrával lehet stimulált koherens sugárzást létrehozni, hogyan lehet a fényt az anyag belsejében irányítani, amplitúdóját modulálni. Mindezzel adva voltak a feltételek az optikai szálak segítségével történő fénytávoközlési rendszerek megszületéséhez. Ezekben a rendszerekben, amelyek 2000-ig a hírközlés és adatátvitel feladatainak túlnyomó részét átveszik a jelenlegi elégtelen teljesítő-képességű távközlési rendszerektől, az optoelektronikai adó és vevő elemek elképzelhetetlenek az előbb említett félvezető anyagok nélkül. Szemünk előtt alakul az integrált optoelektronikai elemek új generációja (15), ahol ugyanazon félvezető szerkezet egyik részében a lézertiódában gerjesztett sugárzást a MESFET-re adott jellel modulálva hullámvezető rétegben fotodetektorra irányítják, vagy a detektált jelet erősítik fel és a lézertiódát gerjesztve a sugárzást optikai kábelbe csatolják ki. Az ilyen elrendezés vevő és ismétlő erősítő célokra egyaránt alkalmas (3. ábra).

Az ilyen eszközök sok rétegből álló struktúrák létrehozását igénylik, amire a jelenleg használt, fémoldatból történő epitaxiális kristályosítás módszere kevésbé látszik gazdaságosnak. Az ultranagy vákuumban a komponensek kollimált gőzsugárból szintetizált (MBE-„molekula-sugaras epitaxia”) vegyületfélvezető rétegek akár 10 nm-ként változó összetétellel is előállíthatók. A szükséges komponensekből pl. galliumból, arzénből és alumíniumból váltakozva galliumarzenidből és gallium-alumínium-arzenidből álló 100–120 réteges „szuperrács” készíthető, amely argon-ion lézerral megvilágítva koherens vörös sugárzást bocsát ki. Ezzel a megoldással tehát félvezető anyagból a látható tartományban sugárzó lézer állítható elő. Az MBE technológiánál egyszerűbbnek látszik a fém-organikus származékok hőbontásával történő rétegleválasztás. Ezek a gőz alakjában jelenlevő vegyületek már néhány száz fokon elbomlanak és elegyarányuktól függő összetételben komponenseik a szilárd hordozóra kiválnak. A rétegek ilyen hőmérsékleten gyakorlatilag nincsenek kitéve diffúziós keveredésnek, a köztük levő összetételi határok élesek. Ugyanez a technológia alkalmasnak látszik vékony vegyületfélvezető rétegeknek nagy felületű semleges hordozókra történő leválasztására is, hasonlóan a szilíciumnál ismertetett eljáráshoz. A vegyület-félvezető egykristályok jelenlegi magas ára mellett ez a módszer elősegítheti alkalmazásuk terjedését pl. a galliumarzenid esetében a szilíciumnál kétszer nagyobb hatásfokú napelemcellák előállítására.

Az optoelektronika az a terület, ahol ezek az új félvezető anyagok egyszerűen nélkülözhetetlenek. Van azonban más területek is, ahol előnyös tulajdonságaik érvényesülnek. Ismét a galliumarzenid az, amelynek e tulajdonságait ismerjük és hasznosítani



3. ábra. Integrált optoelektronikai áramkör elvi vázlata

Rétegek összetétele: a) p-GaAs, b) p-Ga_{0,7}Al_{0,3}As c) n-GaAs, d) n-Ga_{0,75}Al_{0,25}As, e) n-Ga_{0,5}Al_{0,5}As f) n-GaAs, g) félszigetelő GaAs, h) GaAs hordozó

tudjuk. A már említett Gunn-diódákon kívül a Schottky-záróréteggel vezérelt unipoláris tranzisztoroknak (MESFET) van a jövő szempontjából jelentősége. A galliumarzenidben az elektronok mozgékonyasága hatszorosa a szilíciuménak, ami közel ilyen javulást jelent minden olyan elektromos paraméterben, amely az elektronmozgékonyasággal áll kapcsolatban. A galliumarzenid MESFET-ek működési frekvenciája jelenlegi technikával megoldható geometriai méretekkel 10–35 GHz körül állítható be, néhány mW-től néhány wattig terjedő teljesítményszint mellett. Ezek az újfajta tranzisztorok a mikrohullámú erősítők és oszcillátorok új generációját alapozzák meg. A szilíciumeszközök technológiájában alkalmazott eljárások megfelelő módosításával galliumarzenid MESFET-ekkel mind digitális, mind analóg integrált áramkörök készíthetők. Ezekre az űrtávközlésben és a fénytávközlésben is nagy szükség lesz. Bár elemsűrűségük még nem érte el a szilícium-áramkörökét, ennek elvi akadályai nincsenek. A nagyobb elektronmozgékonyaság kínálta előny itt a jelátviteli sebesség megnövekedésében, a megengedhető magasabb üzemi hőmérséklet pedig a nagyobb terhelhetőségben nyilvánul meg. Ennek következtében elvben galliumarzenid alapú integrált áramkörökből sokkal gyorsabb és sokkal kompaktabb, azonos térfogat mellett háromszor-négyszer nagyobb teljesítőképességű gépeket lehet majd készíteni a szilícium-alapú integrált áramkörökből készült számítógépekhez képest.

A működési sebesség további növelésére nyújt lehetőséget egy, a galliumarzenid-alapú hetero-rétegek tulajdonságainak vizsgálata során a közelmúltban tett felfedezés (16). A galliumarzenidre növesztett megfelelő összetételű gallium-alumínium-arzenid réteg hatására a galliumarzenid határán potenciálvölgy alakul ki, amelyben elektronakkumuláció lép fel (4. ábra). FET struktúrában a gate-vezérlés hatására az elektronok a vékony akkumulációs

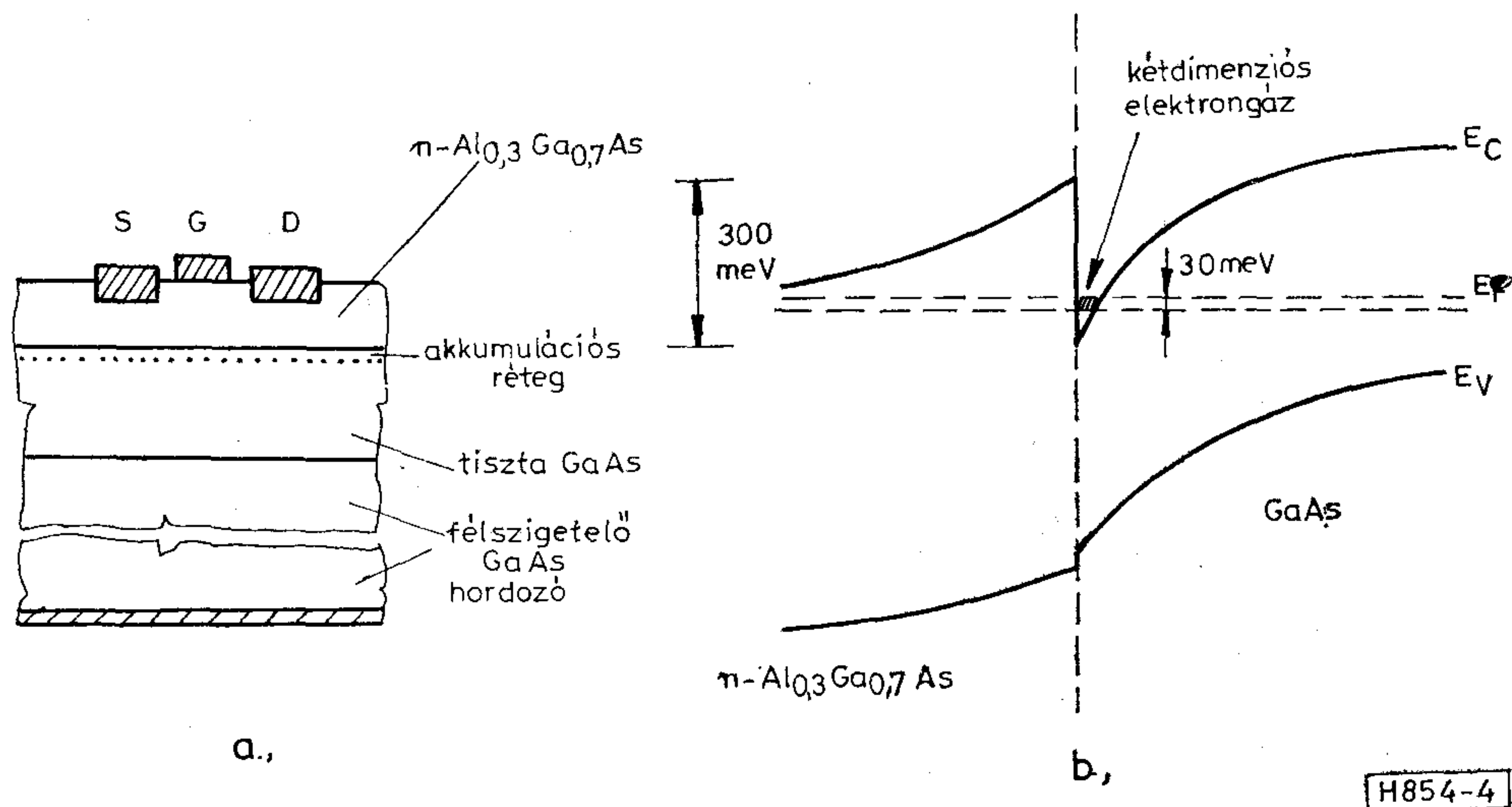
rétegben „két-dimenziós gáz” módjára viselkednek, sebességük 30–40%-kal nagyobb a normálisnál, a folyékony nitrogén hőmérsékletén pedig a tömbi érték 3-szorosát is eléri. Japán kutatók az ilyen struktúrákból készített 27-fokozatú gyűrűs oszcillátorban 20 ps-nél kisebb késleltetési időt mértek, ami közel esik a jelenleg ismert leggyorsabb működésű, de csak 4 K-en üzemképes szupravezető Josephson-átmenetes áramkörök késleltetési idejéhez.

Következtetések

1. A gazdasági tényezőket figyelembe véve az integrált áramkör technológiájában 2000-ig valószínűleg általános lesz az 1 μm-es elemméretek használata. Ehhez azonban olyan áramkörrendszerek kialakítása szükséges, amelyek tagjai egy-egy szilíciumszeleten preformált állapotban vannak jelen és kis ráfordítással egymásba átalakíthatók. További feltétel a standard elemek segítségével történő számítógépes áramkörtervezés és áramkörgyártás elterjedése.

2. Gazdaságilag nem látszik indokoltnak 100 mm-nél nagyobb átmérőjű szilíciumszeletek feldolgozása. A nagyobb termelékenység előnyei a megszoruló minőségi problémák miatt csak látszólagosak.

3. Talán vékony szilíciumrétegeknek semleges hordozóra — lehet oxiddal bevont szilíciumlemez, esetleg kerámia is — történő leválasztása fogja szolgáltatni azt az univerzális kiinduló struktúrát, melyen ion-implantálással és lézeres vagy elektronsugaras hőkezeléssel, majd szigetelővel fedett területek és fémbevonatból álló összekötő hálózatok segítségével néhány funkcionális alapelemből olyan általános mátrix állítható elő, amelyből számítógéppel vezérelt gyártásban a szükséges variációkkal megfelelő VLSI áramkörök készíthetők. E technológia egyes elemei



4. ábra. Heteroátmenetes GaAs-FET kétdimenziós elektrongázzal (TEGFET)
a) sematikus metszet b) az átmenet energiasáv-szerkezete

már itt vannak, másokra (pl. kerámiahordozó anyaga és felületi kikészítésének módja) még várni kell.

4. A vékonyréteges struktúrák igazi területét az $A^{III}B^V$ alapú eszközök fogják jelenteni (heteroátmenetes lézerek, detektorok, integrált optikai áramkörök). A fémorganikus vegyületek hőbontásán alapuló technológia az első helyezett, a molekula-sugaras rétegnövesztési eljárás speciális célokra marad. Itt a hordozó mibenléte egyelőre ismeretlen; lehet, hogy erre is az oxiddal bevont szilíciumot fogják használni.

5. Az ultranagyfrekvenciás mikroelektronika elterjedéséhez az egykristályos $A^{III}B^V$ félvezetők minőségének javítására és árának csökkentésére van szükség. Különböző összetételű félvezető-vegyületekből felépített szuperrács-struktúrák, integrált optoelektronikai egységek, kvantált tértöltés-rétegek és átmenetek, tárolt és vándoroltatott töltések, mágneses és elektromos domének tulajdonságaira épülő új mikroelektronikai korszaknak nézünk elébe, ahol nem Kirchoff-féle hálózatokban kell gondolkodnunk, hanem a fizikai tulajdonságok ismerete alapján tudatosan létrehozott, az anyagba beépített elektronikai funkciókban.

6. Az elektronikai készülékek konstruktőrei számára természetes lesz, hogy konstrukciós terveiket először gépi szimulációval ellenőrizzék, majd a rendelkezésükre álló programcsomagok segítségével megtervezik és le is gyártják a készülékükhöz szükséges integrált funkcionális egységeket. A fiókos szekrényben tárolt katalógus-alkatrészek és az ezekből készített deszkamodellek kora lejárt (17)!

I R O D A L O M

[1] T. A. Prugh, J. R. Nall, N. J. Doctor: The DOFL. Microelectronics Program, Proc. IRE 47, 882 (1959).

[2] S. F. Danko, W. L. Doxey, J. P. McNaul: The Micro-Module: A Logical Approach to Micro-miniaturization, Proc. IRE 47, 894 (1959).
 [3] R. N. Noyce, US. Pat. 2 981 877 (1961). E. Keonjian (ed.), Microelectronics, McGraw-Hill Book Co. New York (1963).
 [4] J. B. Gunn, The Discovery of Microwave Oscillation in Gallium Arsenide. IEEE Trans. Electron Devices ED-23, 705 (1976).
 [5] Szép I. – Forgács G.: Töltéstárolás és töltéstovábbítás szigetelő-félvezető rétegszerkezetekben. Akadémiai Kiadó Budapest, 1980. (A szilárdtest-kutatás újabb eredményei 10. k.)
 [6] D. Frohman – Bentchkowsky: FAMOS – A new semiconductor charge storage device. Solid State Electronics 17, 317 (1974).
 [7] W. S. Boyle, G. E. Smith, Bell Syst. Techn. J. 49, 487 (1970); C. H. Sequin, M. F. Tompsett, „Charge transfer devices”, Academic Press, New York (1975).
 [8] A. H. Bobeck, P. Bonyhard, J. E. Geusic, Magnetic bubbles – an emerging new memory technology Proc. IEEE, 63, No 8, 1176 (1975).
 [9] H. Sabine, P. H. Cole, Acoustic Surface Wave Devices: A survey. Proc. IREE Australia, December, 1971, p. 445.
 [10] H. C. Casey, M. B. Panish, „Heterostructure Lasers”, Academic Press, New York (1978).
 [11] P. K. Weimer, The TFT – A New Thin Film Transistor. Proc. Ire 50 1462 (1962).
 [12] R. S. Ronen, F. B. Micheletti, Recent SOS Technology; Advances and Applications. Solid State Technol. 18. (8), 39 (1975).
 [13] Szép I., A galliumarzenid alapú mikroelektronika perspektívái. Híradástechnika XXXI., 5. szám, 161 (1980).
 [14] R. S. C. Cobbold, Theory and Application of Field-Effect Transistors, Wiley-Interscience, New York (1970), p. 2.
 [15] A. C. Carter et al, Monolithic Integration of Optoelectronic, Electronic and Passive Components in GaAlAs/GaAs multilayers, Electronic Letters, 18, No. 2, p. 72.
 [16] T. Mimura et al, A new field-effect transistor with selectively doped GaAs/n- $Al_xGa_{1-x}As$ heterojunctions, Japan J. A. P. 19, L225 (1980).
 [17] C. A. Mead, G. Lewicki, Electronics, Vol. 55, No. 16, p. 107 (1982. aug. 11).

MOS LSI áramkörök építőelemeinek dinamikus leírása

NEMES MIHÁLY
(BME HEI)

Bevezetés

Az alábbiakban egy leírási módot ismertetünk, amellyel MOS LSI áramkörök elemei jellemezhetők dinamikus szempontból. A módszernek az az előnye, hogy a jellemzett áramköri blokkok tetszőleges módon való összekapcsolásával kapott bonyolult rendszer dinamikus viselkedése egyszerű kézi számítással végigkövethető, továbbá a logikai szimulációs programok használatához is jól illeszkedik.

1. Miért lehet hasznos egy ilyen leírási mód?

Ez a kérdés biztosan minden olvasó fejében megfordul, aki az IC-tervezés folyamatát ismeri, hiszen köztudott, hogy jól működő számítógépes áramkör-analízis programok léteznek (pl. a TRANZ—TRAN és az ANAL—20), amelyek alkalmasak többek között integrált áramkörök tranzienseinek vizsgálatára is. A következőkben felsorolunk néhány szempontot, amik azt igazolják, hogy az ismertetendő leírási módszer hasznosan kiegészíti az analízis-programok által nyújtott lehetőségeket.

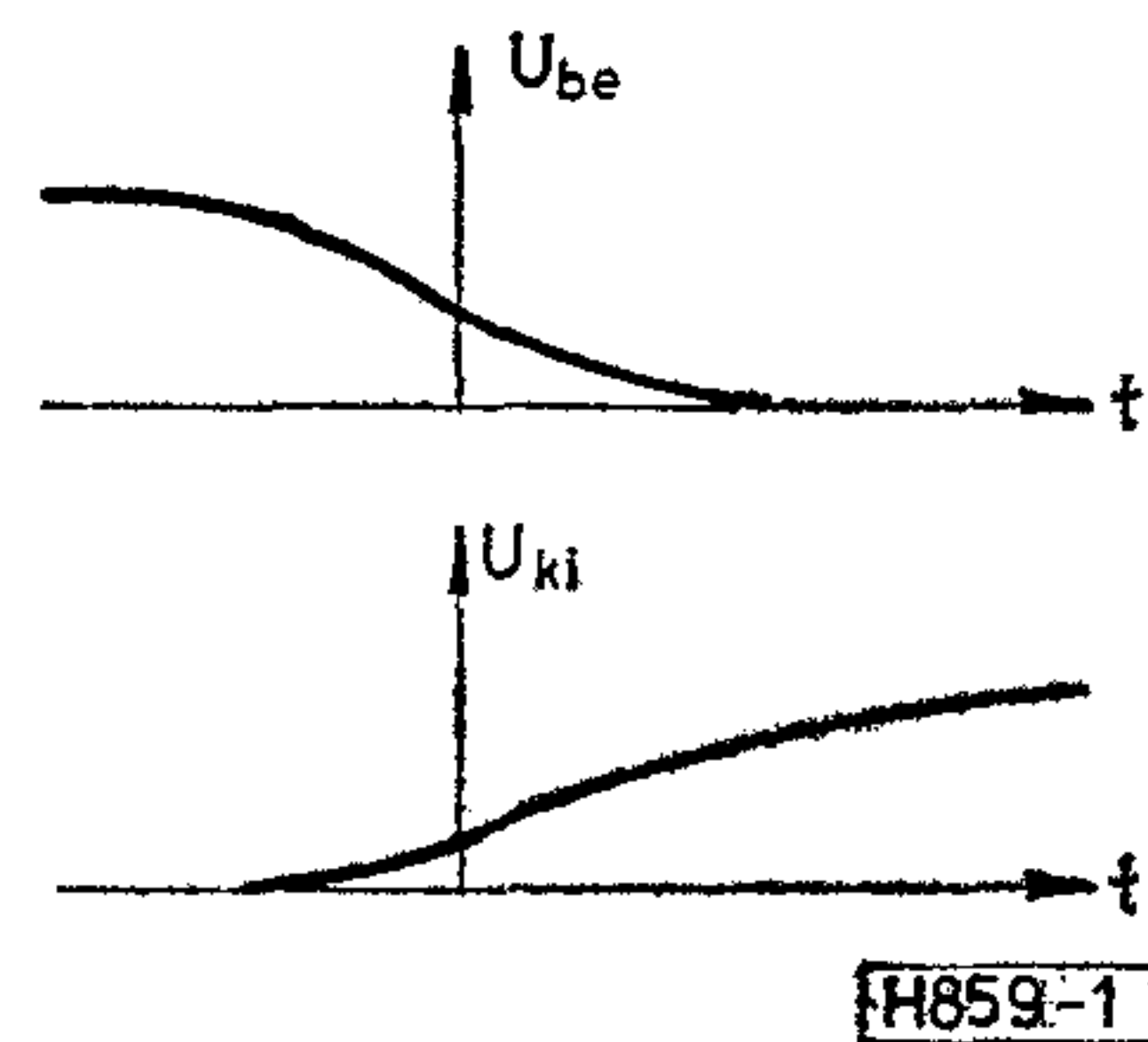
- Az analízis-programok mindig csak egy konkrét esetről nyújtanak numerikus információt.
- A programokkal egyszerre csak egy viszonylag kis része vizsgálható az áramkörnek. Egy nagyobb részlet esetében a tranziens vizsgálat nehéz, munkaigényes feladatot jelenthet. Az elkészült áramkör belsejében nem tudunk méréseket végezni, ezért a hazardok lehetőségét már a tervezés fázisában ki kell szűrni. Ehhez pedig ismerni kell az áramköri egységek késleltetését.
- A Mikroelektronikai Program egyik célkitűzése, hogy berendezésorientált integrált áramkörök gyártása meginduljon Magyarországon. Ez a folyamat szükségszerűen magával hozza a külső munkatársak részvételét a tervezési munkában, akik kiválasztják az általuk gyártott berendezésnek azt a részletét, amely alkalmas BOÁK megvalósításra és részt vesznek a tervezés egyes fázisaiban is. A leendő külső munkatársak egy részének feltehetőleg nem fog rendelkezésére állni analízis-program megfelelő közelségben és gyakorisággal.

- A külső munkatársaknak meg kell szerezniük a tervezési alapismereteket, ki kell alakítaniuk a megfelelő szemléletet és meg kell ismerniük azt a konkrét gate-array-t vagy ULA-t is, amelyen az áramkört meg fogják valósítani. Enélkül nem képzelhető el, hogy bárki is vállalkozzon a tervezés bármelyik fázisának (akár csak a berendezésrészlet kiválasztásának) elvégzésére. Nyilvánvalóan nem járható az az út, hogy minden külső munkatárs mindaddig futtasson analízis-programokat, míg a szükséges ismereteket el nem sajátítja; a mérnökök számára legvonzóbb módszer: a mérések, kísérletek végzése pedig egyenesen lehetetlen. Ha olyan táblázatokat, diagramokat tudunk a külső tervezők kezébe adni, amelyek segítségével bonyolultabb áramkörök működése is kézi számítások útján vizsgálható, akkor segítséget nyújtunk nekik a tervezési szemlélet kialakításában.

2. A dinamikus működés jellemzésének nehézségei

A diszkrét alkatrészekkel és SSI tokokkal felépített áramkörökhöz képest az IC belsejében elhelyezkedő blokkok tulajdonságai néhány vonatkozásban eltérőek, megfelelően pontos, egyértelmű leírásuk valamivel nagyobb körütekintést igényel. A lényeges eltérések a következők:

- A logikai kapuk — ellentétben az SSI áramkörökkel — egyetlen fokozatból állnak, a tranziens jellege az 1. ábra szerinti. Itt nem az tör-



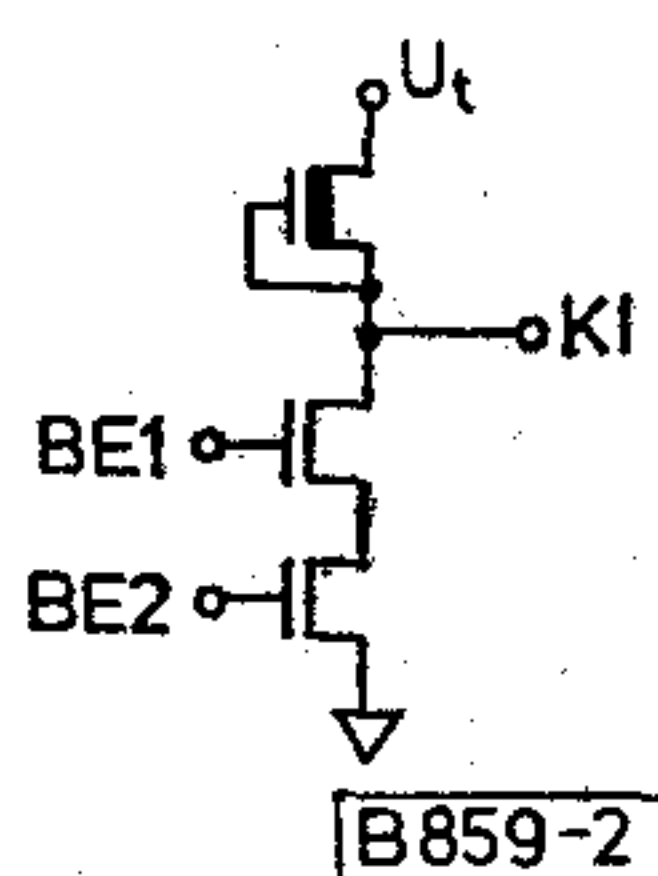
1. ábra

ténik, hogy egy határozottan elkülöníthető késleltetési idő elteltéig a kimeneten semmilyen változás nem tapasztalható, majd a kimenet gyorsan állapotot vált, hanem a fel- vagy lefutás azonnal megkezdődik. Ha több fokozat kapcsolódik kaszkádba, akkor az egyes pontokon létrejövő fel- és lefutási tranziensek átlapolódnak. A késleltetési idő definícióját alaposan végig kell gondolni.

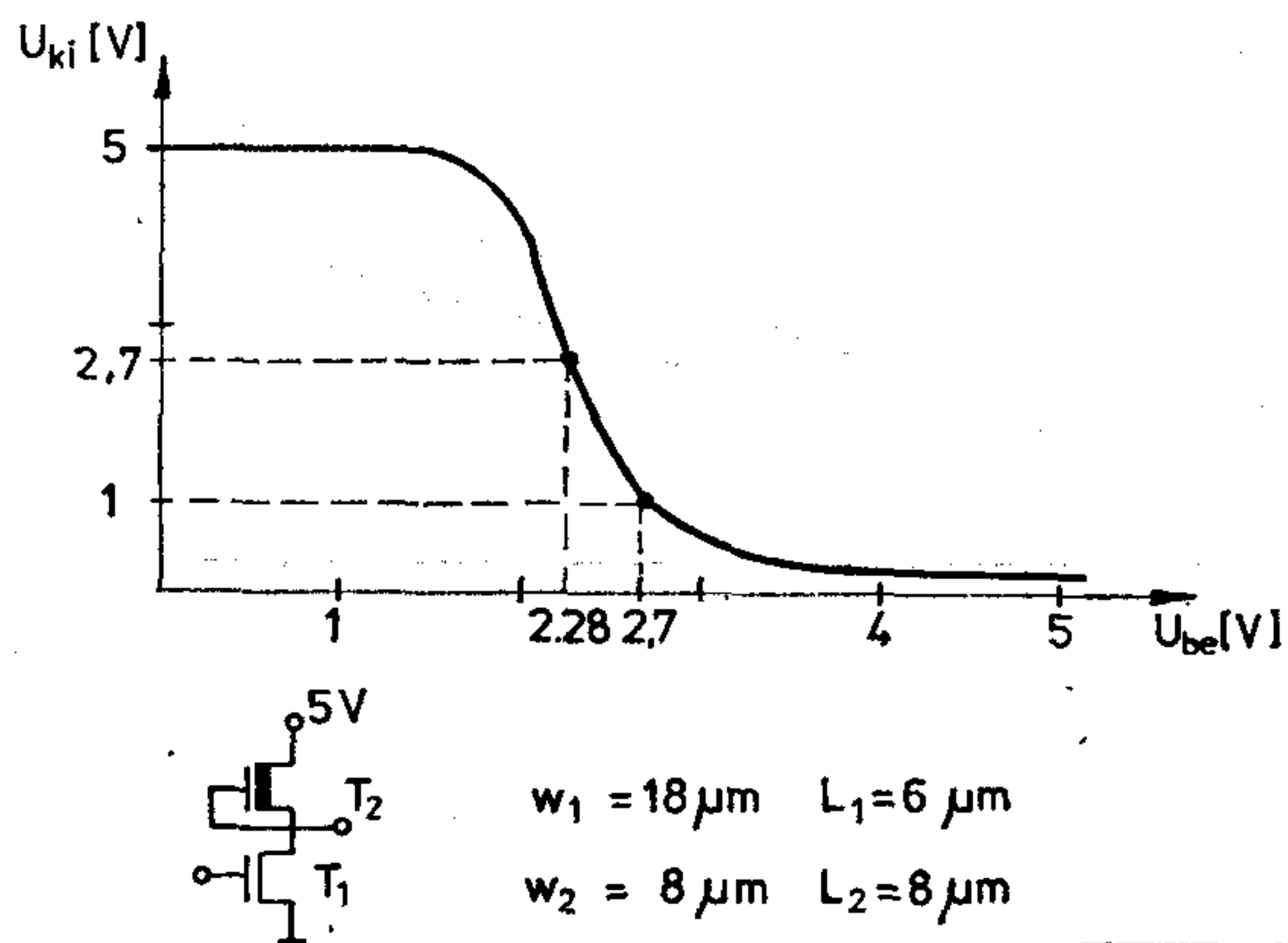
- b) A késleltetési idő rendkívül széles határok között változik az áramkör különböző pontjain (különösen gate-array-ekben). Ennek az az oka, hogy a késleltetést a fokozat árama és a terhelő kapacitás határozzák meg, ez utóbbinak pedig nagy hányadát képviselik az összeköttetések kapacitásai. Az összekötő vezeték hossza különösen gate-array-en, ULA-n lehet nagy a kötött struktúra miatt.
- c) A felfutás a kapuk kimenetén általában sokkal lassúbb a lefutásnál, tehát eleve kétféle tranzienszt kell vizsgálni.
- d) A NAND-kapuk kimenetén a felfutás annál lassúbb, a kimenettől minél távolabbi bemenetet vezérlünk. (A 2. ábrán látható kapu esetében tehát nagyobb a késleltetés a 2. bemenet lefutása és a kimenet felfutása között, mint az 1. bemenet lefutása és a kimenet felfutása között.) Ezeket az eseteket is külön vizsgálni kell.
- e) A kapuk terhelése különböző fizikai tulajdonságokkal rendelkező elemekből áll:
- fémvezeték (gyakorlatilag: koncentrált kapacitás);
 - kapubemenetek;
 - poliszilícium vezeték (ezen a terjedési idő összemérhető a kapu kimenetén létrejövő feszültségváltozás idejével, ezért terhelő hatása nem írható le egy koncentrált kapacitással);
 - diffúziós vezeték (gate-array-en nem fordul elő ilyen vezeték az egységek között, ezért a továbbiakban nem foglalkozunk vele).

Mindegyik elem hatását és együttes hatásukat is vizsgálni kell.

- f) A poliszilícium vezetéknek nemcsak a terhelő hatását, hanem a két vége közötti terjedési késleltetést is figyelembe kell venni, ami természetesen függ a vezeték végére kapcsolódó terhelés nagyságától és a vezeték hosszától.



2. ábra



3. ábra

3. A késleltetési idő definíciója

A szakirodalomban nem terjedt el teljesen egységes meghatározás. Jól használható az alábbi definíció:

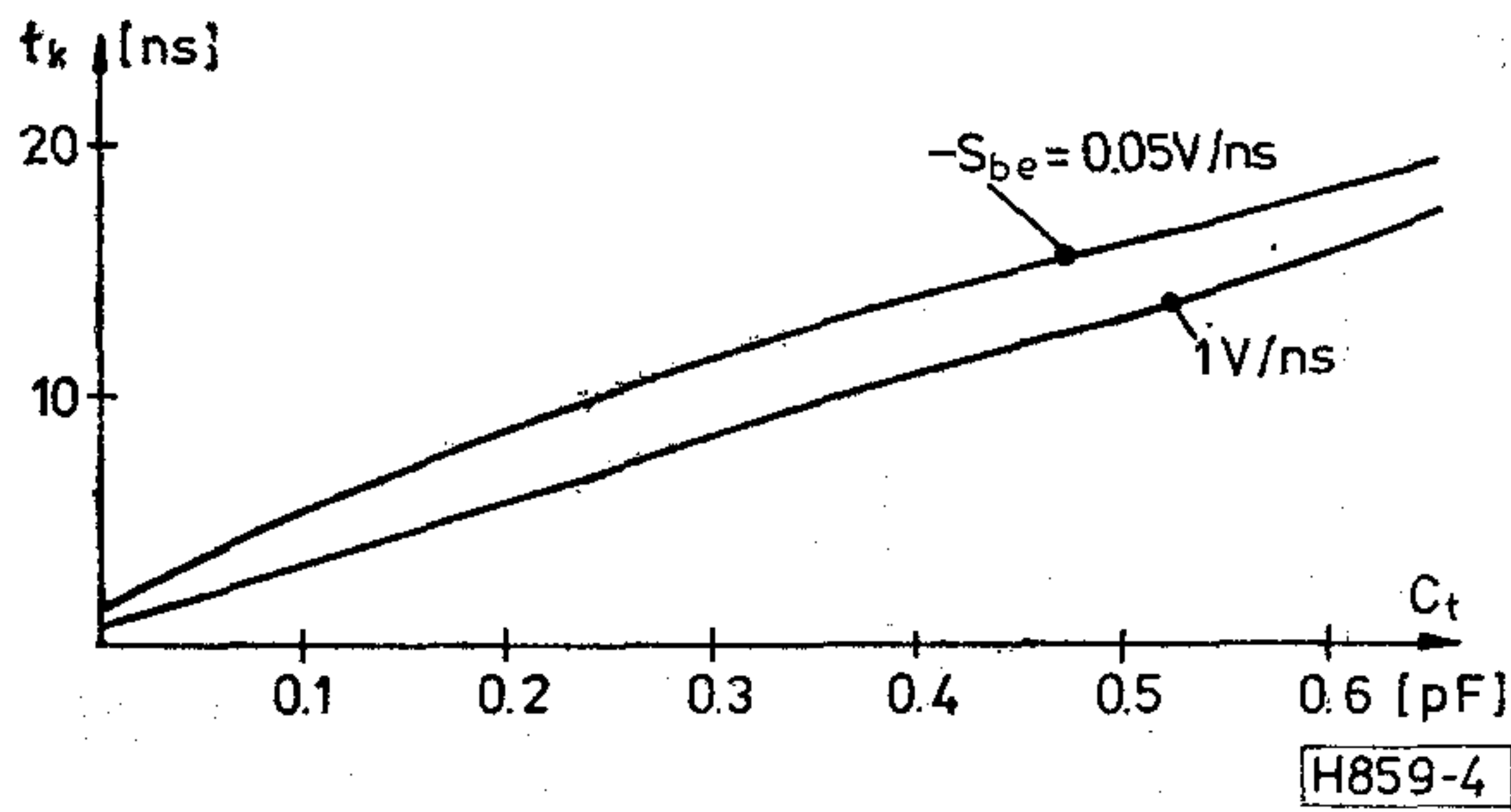
A kapu transzfer karakterisztikáján kiválasztjuk azt a pontot, ahol a kimenő és bemenő feszültség egyenlő. A késleltetés azon időpontok különbsége, amikor a kimenet, illetve a bemenet eléri ezt az értéket.

4. Milyen paramétereiktől függ a késleltetés?

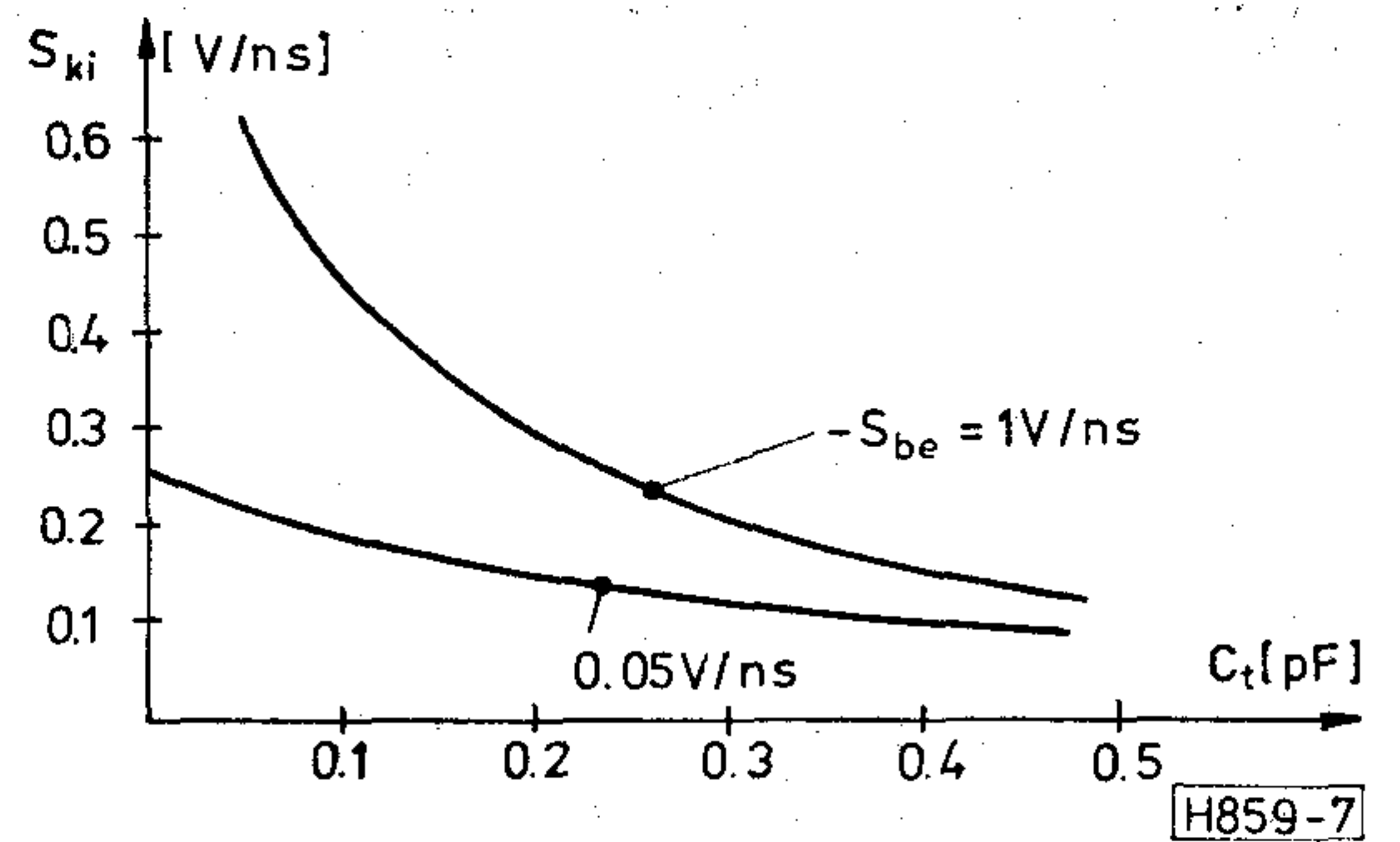
A leírást nagyon megkönnyíti, hogy a bemenő feszültségnek az a tartománya, amely érdemben befolyásolja a kimenetet, igen keskeny. Tekintsük példaként a 3. ábrán megadott karakterisztikát. A levezető tranzisztor nyitófeszültsége 1 V. $U_{be} = 2,7$ V-nál U_{ki} eléri a nyitófeszültséget, tehát hatása a következő fokozatra megszűnik. $U_{be} = 2,28$ V-nál $U_{ki} = 2,7$ V, tehát a következő fokozat kimenete eléri az 1 V-os értéket. Ez azt jelenti, hogy az időfüggvényeknek ezen két érték közötti szakasza gyakorol domináns befolyást a következő kapu átkapcsolására. Mivel ez a tartomány igen keskeny, az időfüggvény egyenestől való eltérése nagyon kicsi, azaz a jelet a gyakorlat számára messzemenően kielégítő pontossággal leírhatjuk egyetlen paraméterrel, az idő szerinti deriváltjával. A késleltetést tehát két paraméter függvényében kell vizsgálni, ezek: a bemeneti jelmeredekség és a terhelés nagysága.

Így lehetővé válik, hogy néhány táblázat birtokában tetszőleges számú kaszkádba kapcsolt fokozat dinamikus viselkedését egyszerű kézi számítással végigkövessük. A táblázatoknak a késleltetési időt és a kimeneti jelmeredekséget kell megadniuk a terhelés és a bemeneti jelmeredekség függvényében. Amikor egy fokozat kimenetén ismerjük a jelváltozási sebességet, meg tudjuk határozni a következő fokozat késleltetését és kimeneti jelmeredekségét.

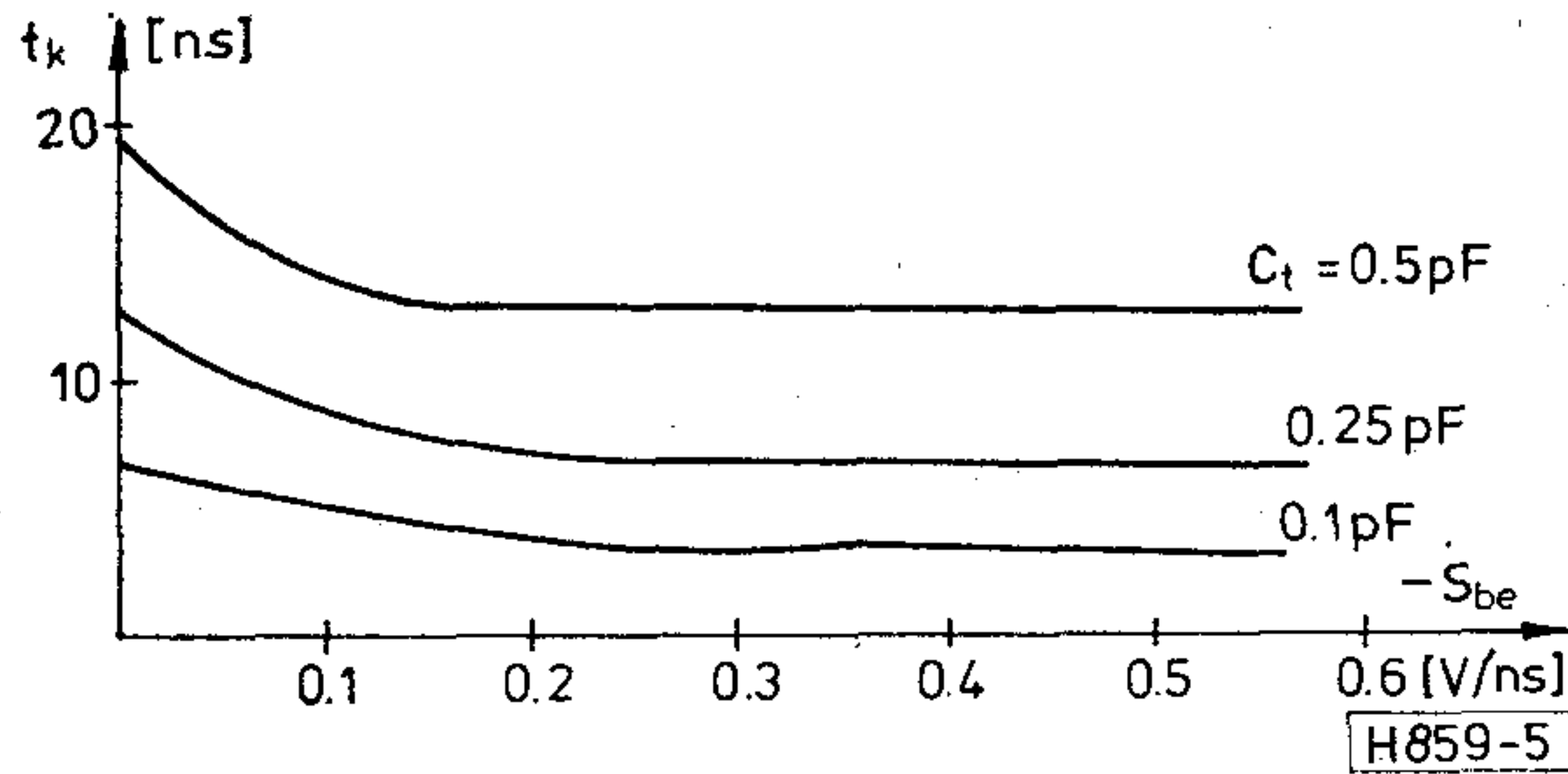
Természetesen az adatok használatát nagyon megkönnyíti, ha a táblázatos forma mellett grafikusán is megadjuk azokat: A késleltetést a bemeneti jel-



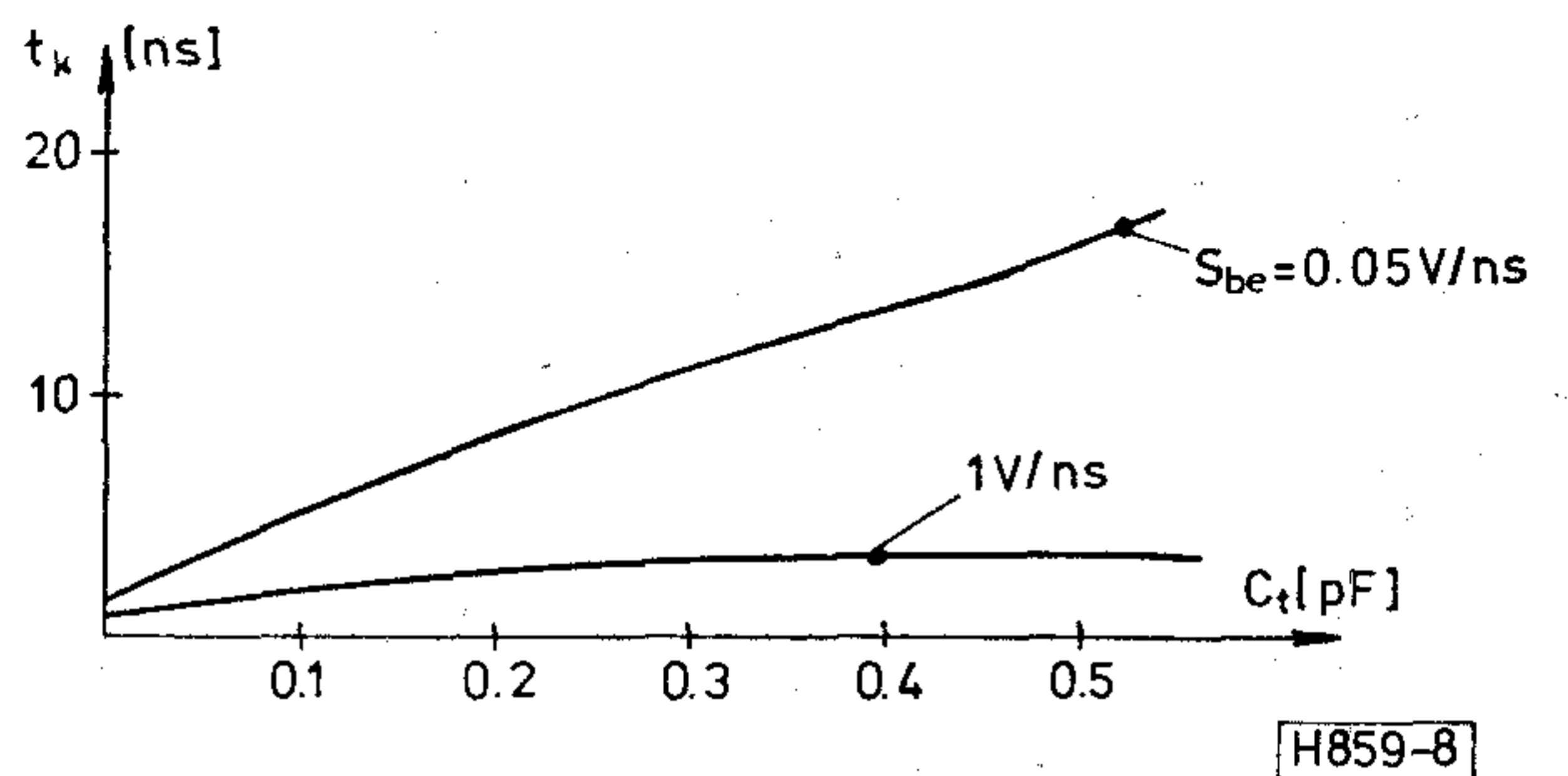
4. ábra



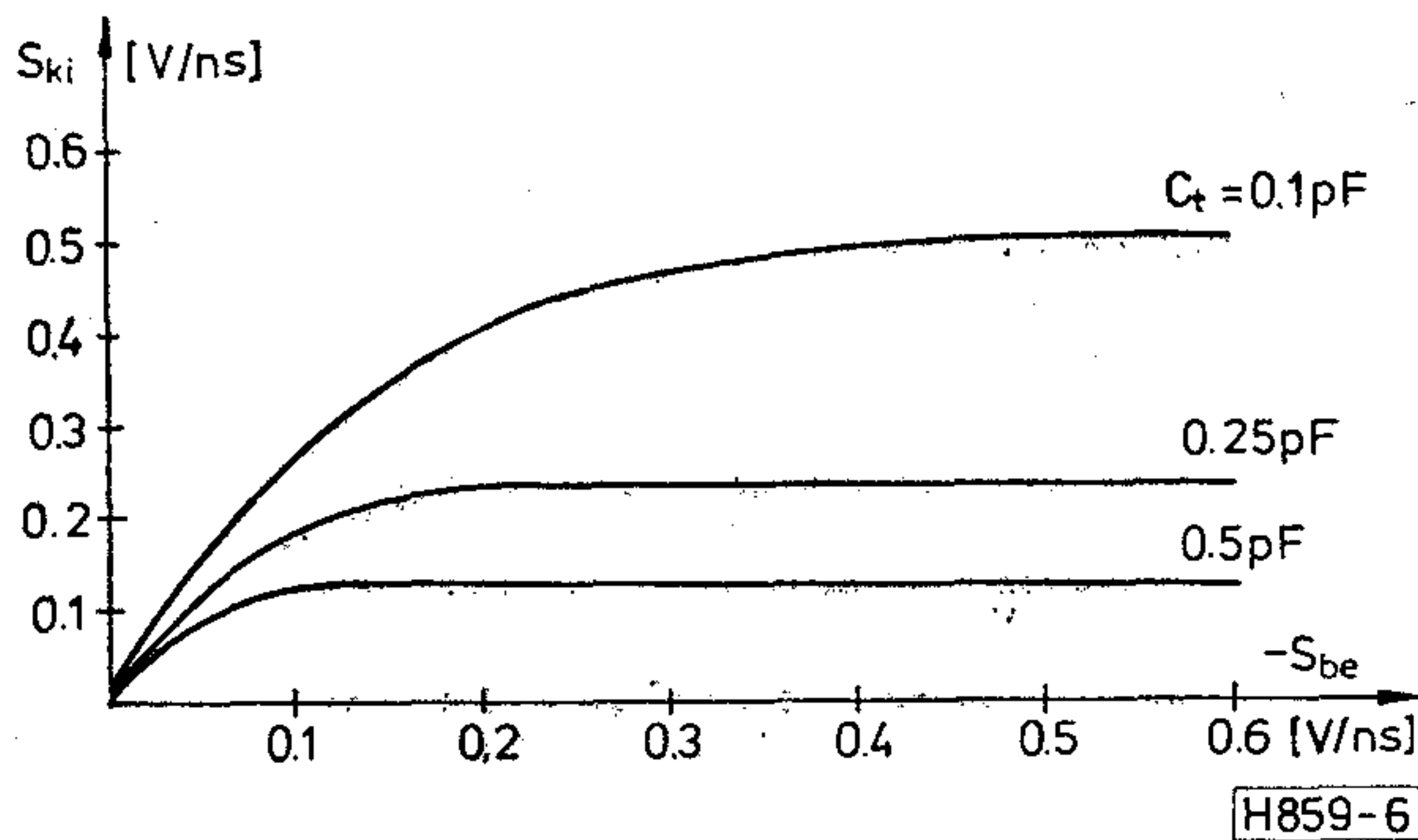
7. ábra



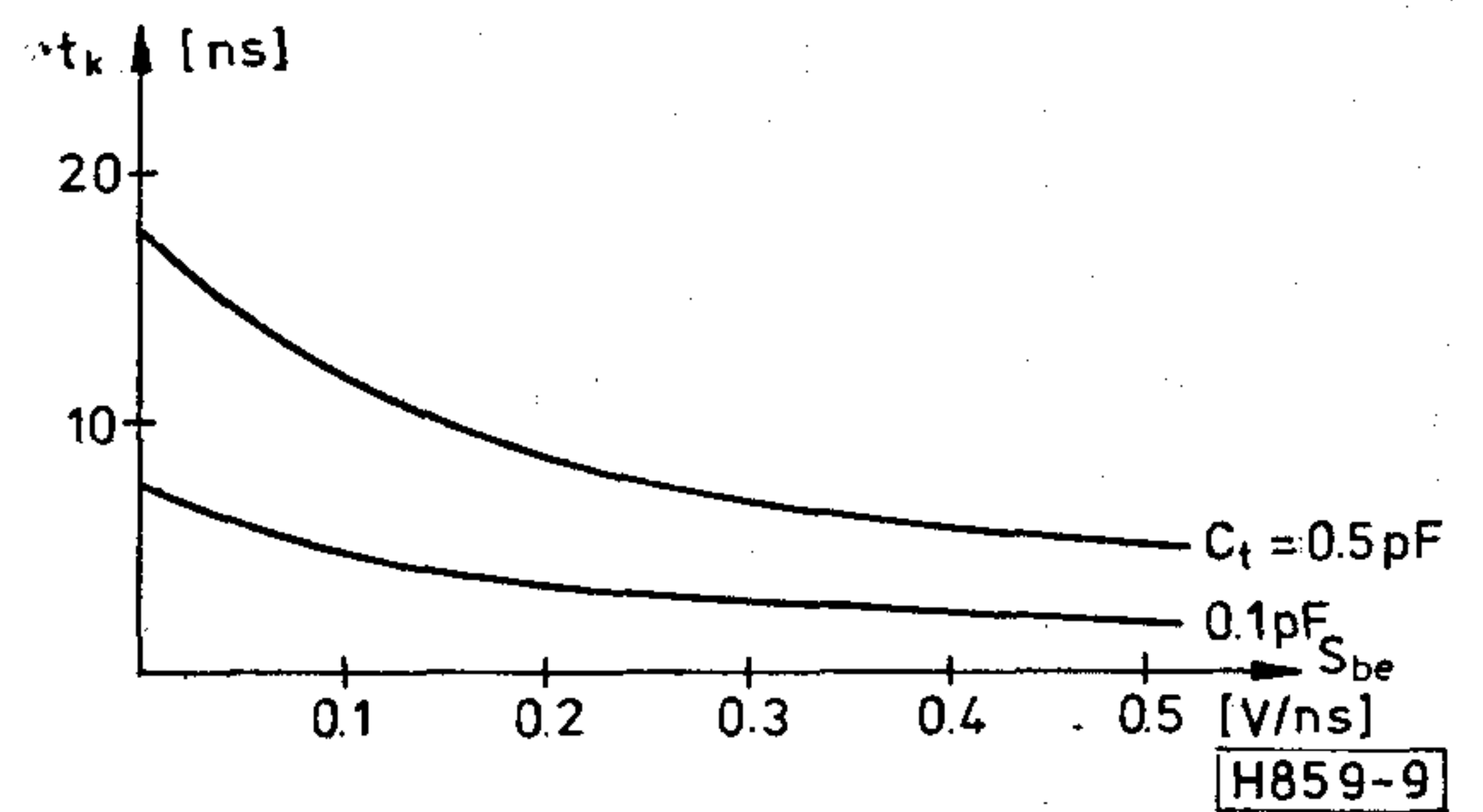
5. ábra



8. ábra



6. ábra



9. ábra

meredekség függvényében a terheléssel paraméterezve és fordítva, továbbá a kimeneti jelmeredekséget a bemeneti jelmeredekség függvényében a terheléssel paraméterezve és fordítva. A fel- és lefutási tranzienszt egyaránt jellemezni kell.

A 4–11. ábrákon láthatjuk a 3. ábrán bemutatott inverter tranzienseit leíró görbéket koncentrált terhelő kapacitásnál. (A számítások az ANAL-20 program segítségével készültek.) Megfigyelhetjük, hogy általában a lefutás gyorsabb, kivéve a nagyon lassan változó bemenő jelek tartományát. Itt azért lassúbb a lefutás, mert az $U_{ki} = U_{be}$ pont $-2,34\text{ V}$ távolabb van a karakterisztika „aktív” szakaszának felső határától ($2,7\text{ V}$), mint az alsótól ($2,28\text{ V}$). Látható az is, hogy a lefutási tranziensnél mérhető késleltetési idő és kimeneti jelmeredekség érzéke-

nyebb a bemeneti jelmeredekség változására, mint a felfutási tranziens esetében.

5. Különböző transzfer karakterisztikájú fokozatok kaskádba kapcsolása

Különböző transzfer karakterisztikájú kapuknál az $U_{ki} = U_{be}$ pont helyzete más és más. Jelöljük ezt a feszültséget U_k -val és tekintsük az alábbi egyszerű példát (12. ábra). S_{be} -nek, a bemeneti jel meredekségének ismeretében meghatározzuk t_{k1} -et és S_1 -et. t_{k1} azt adja meg, hogy az 1 ponton a jel mikor éri el az U_{k1} értéket. S_1 már rendelkezésünkre áll, tehát ki tudjuk számítani, hogy ugyanitt a jel mikor egyenlő U_{k2} -vel. A második fokozat késleltetését ettől az időponttól kell mérni.

6. Különböző fajta terhelések párhuzamos kapcsolása.

Az ekvivalens bemenő kapacitás

Egy kapu ekvivalens bemenő kapacitását kétféle módon értelmezhetjük:

- Az a koncentrált kapacitás, ami ugyanakkora késleltetést okoz.
- Az a kapacitás, amely ugyanakkora kimeneti jelmeredékséget hoz létre.

Természetes, hogy a két érték nem egyezik meg pontosan, hiszen a MOS tranzisztor kapacitásai feszültségfüggőek, a visszaható kapacitás pedig ráadásul nemlineáris függvény szerint transzformálódik át a bemenetre (Miller-hatás!): a késleltetési időt befolyásolja mindaz a kapacitásérték, amelyet a kapu a meghajtó pont felé mutat, miközben a bemenetén a jel a logikai 0 vagy 1 szint és az $U_{ki} = U_{be}$ pont között változik, míg a jelmeredékséget csak az $U_{ki} = U_{be}$ pont körül képviselt bemenő kapacitás határozza meg.

Szerencsére a két érték eltérése kicsi, gyakorlati szempontból a kapu terhelő hatása egyetlen kapacitással leírható. Tekintsünk egy konkrét esetet! A 3. ábrán látható inverter kimenetére ugyanilyen kapukat kötve azt láthatjuk, hogy lefutási tranziensnél mintegy 0,05 pF az ekvivalens érték mindkét szempontból, lefutásnál a késleltetés szempontjából 0,04 pF, a jelmeredékség szempontjából 0,05 pF az ekvivalens kapacitás. A különbség elhanyagolható, mert:

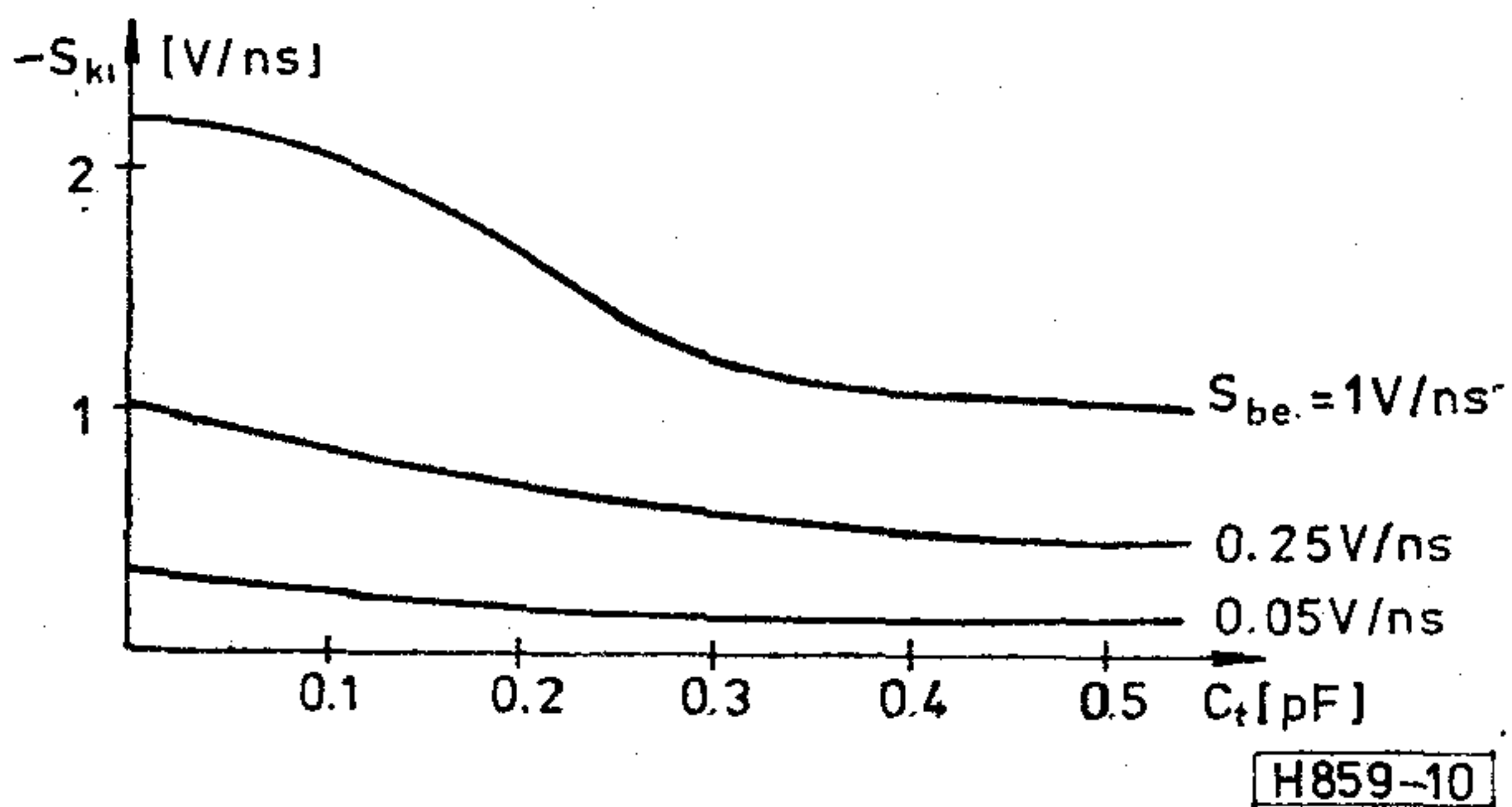
- Az összeköttetések kapacitása a kapuk által képviselt kapacitásnál nagyobb.
- A jelmeredékség befolyása a következő fokozat késleltetésére nem nagy.

Az összeköttetések kapacitásának nagyságát érdemes egy számpéldával szemléltetni. A 13. ábrán

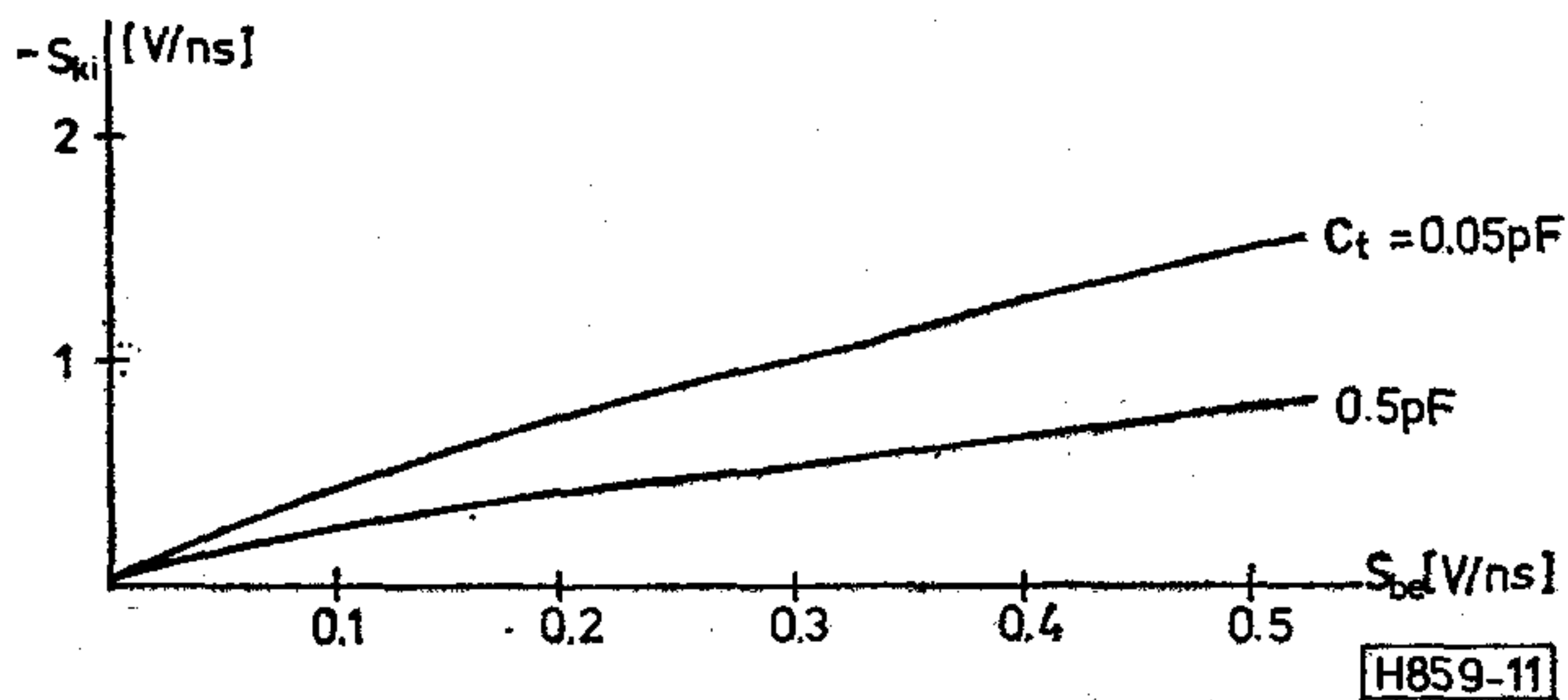
láthatjuk a MEV GA-800 gate-array-ének egy kis részletét. Ha egy kapu kimenetét a legközelebbi bemenetre kapcsoljuk, akkor az összekötő vezeték kapacitása ugyan elhanyagolható, de mivel minden kontaktushoz kapcsolódik egy poliszilícium csík (ezek biztosítják a jel elvezetését a fém vezetékek alatt szükség esetén), két ilyen vezetékdarab beiktatását az áramkörbe nem tudjuk elkerülni. Ezeknek együttesen 0,06 pF a kapacitásuk. Tehát a lefutási késleltetés számításánál $0,04 + 0,06 = 0,1$ pF eredő kapacitást kell figyelembe vennünk. A kétféle módon értelmezett bemenő kapacitás közötti 0,01 pF-nyi eltérés ennek csak 10%-a. 10% változás a jelmeredékségben csak kb. 1%-kal befolyásolja a következő kapu késleltetését.

Érdeemes megjegyezni, hogy a lehúzó tranzisztor gate-jének oxidkapacitása csak 0,03 pF; a lefutásnál mutatott ekvivalens kapacitás ennél 33%-kal, a lefutásnál képviselt érték pedig 66%-kal nagyobb (a visszaható kapacitás és a Miller-hatás miatt). Ennek gate-array esetében nincs nagy jelentősége a vezetékek relatív nagy terhelő hatása miatt, de katalógus- és full custom áramkörök tervezésénél előállhat olyan eset, hogy egy pontra sok kapubemenet csatlakozik rövid vezetékekkel. Ilyenkor az az általánosan használt becslési mód, hogy egy bemenetet a lehúzó tranzisztor gate-jének oxidkapacitásával helyettesítsünk, esetleg túlságosan durva közelítésnek bizonyulhat.

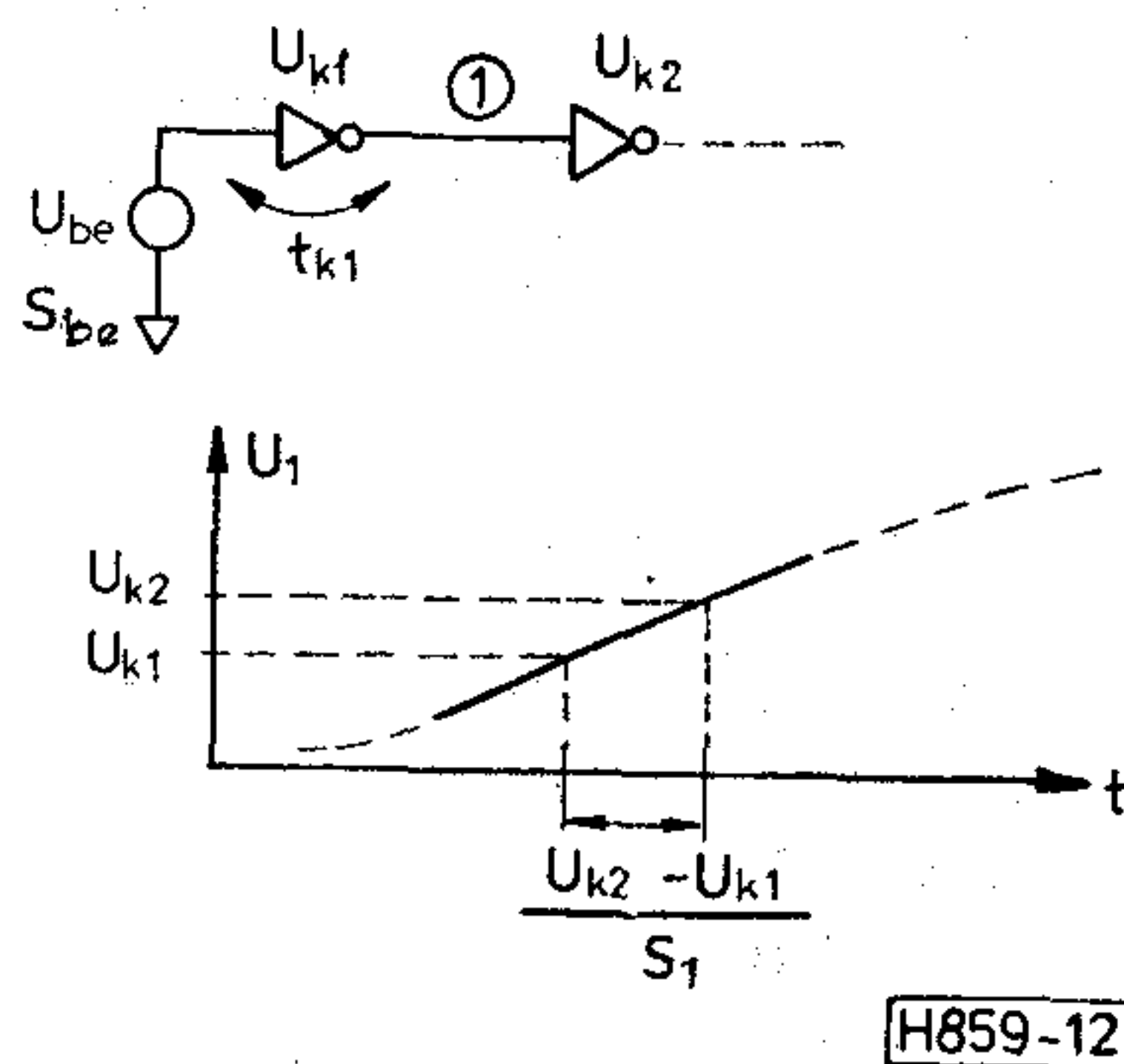
Egy poliszilícium vezeték bemenete nem írható le egyetlen koncentrált kapacitással, mert a késleltetés szempontjából ekvivalens érték erősen eltér a jelmeredékség szempontjából ekvivalens értéktől. Ez azt jelenti, hogy a koncentrált kapacitásra vonatkozó adatokból és a poli vezeték leíró adatokból nem tudjuk meghatározni a kétféle elem párhuzamos kapcsolásánál fellépő jel paramétereit. Külön táblázatot, illetve diagramokat kell készíteni, amelyek leírják



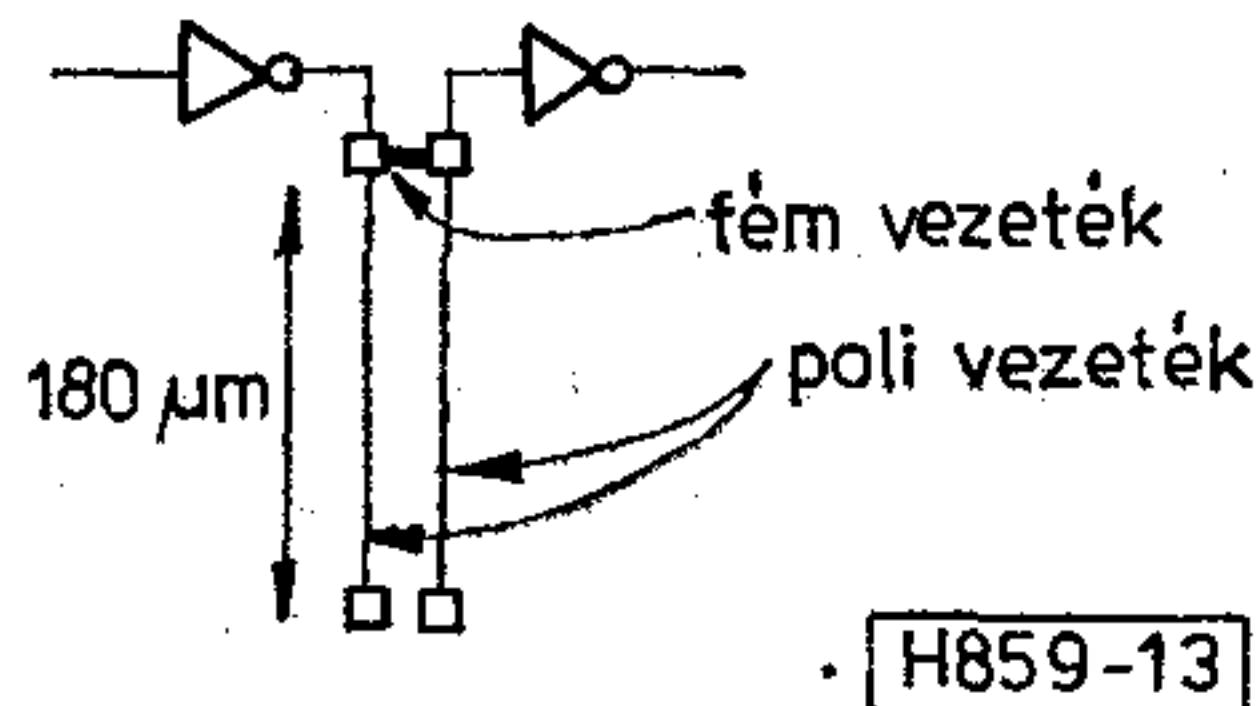
10. ábra



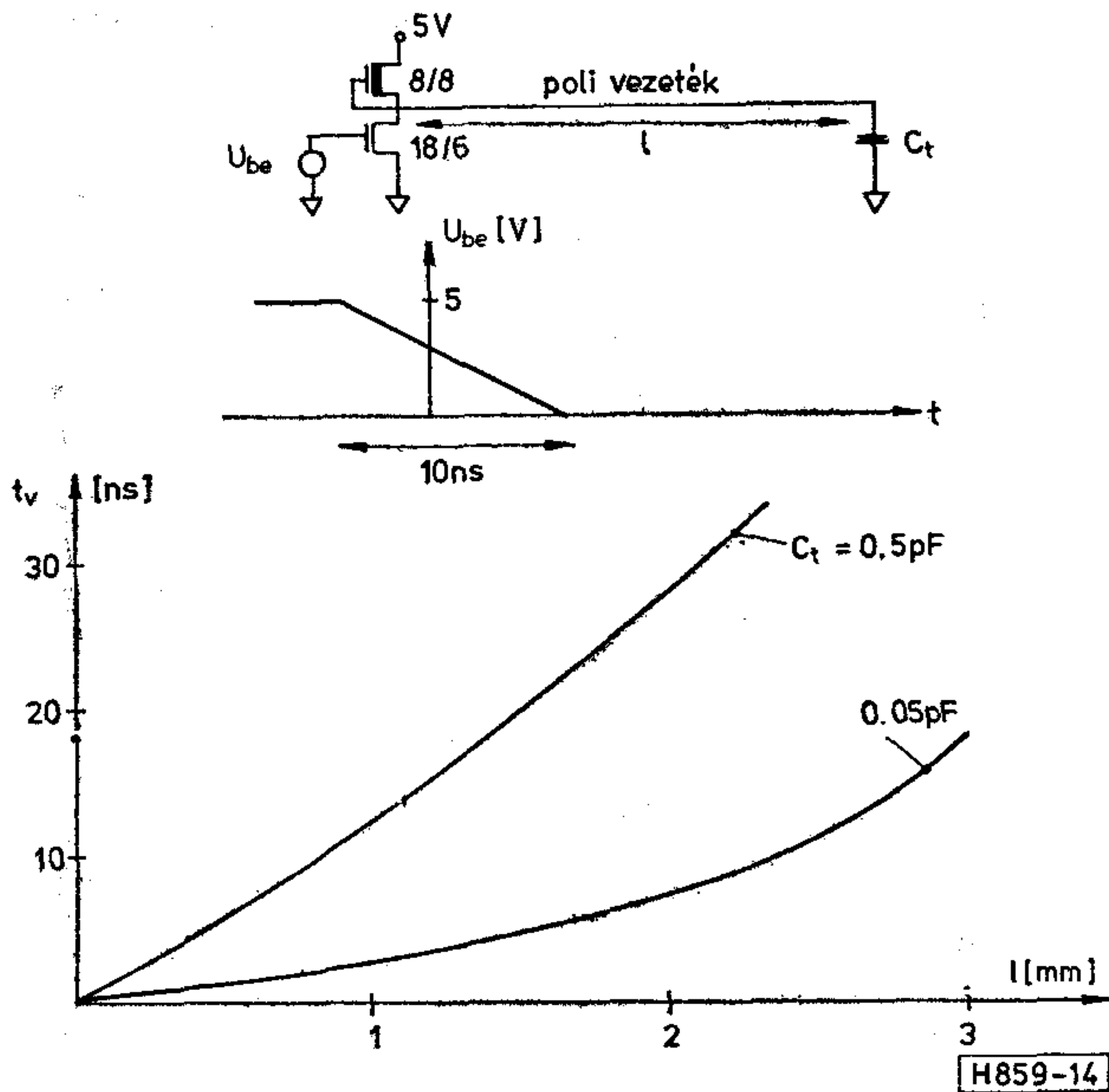
11. ábra



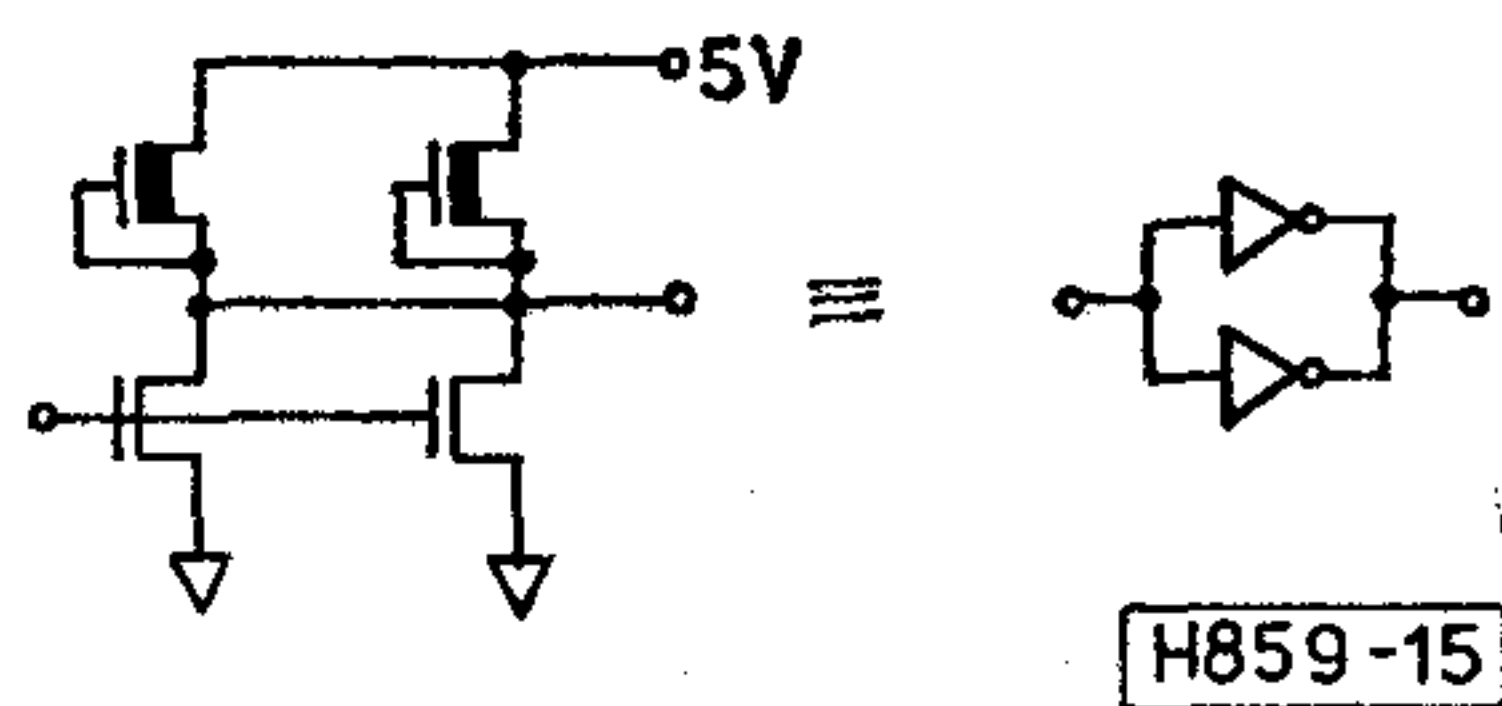
12. ábra



13. ábra



14. ábra



15. ábra

a poli vezeték és a koncentrált kapacitás párhuzamos kapcsolását.

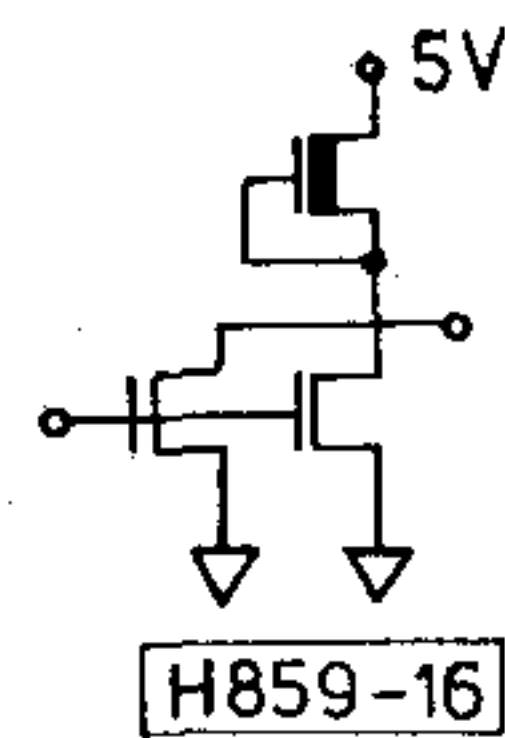
A 14. ábráról leolvashatjuk, hogy a poliszilícium vezetéken a terjedési idő a kapuk késleltetési idejét már 1–2 mm-es hosszánál jóval meghaladhatja. Az analizált esetben a vezeték paraméterei a következők voltak: 20 ohm/ μm fajlagos ellenállás, $1.6 \cdot 10^{-4}$ pF/ μm fajlagos kapacitás.

7. A leírandó elemkészlet

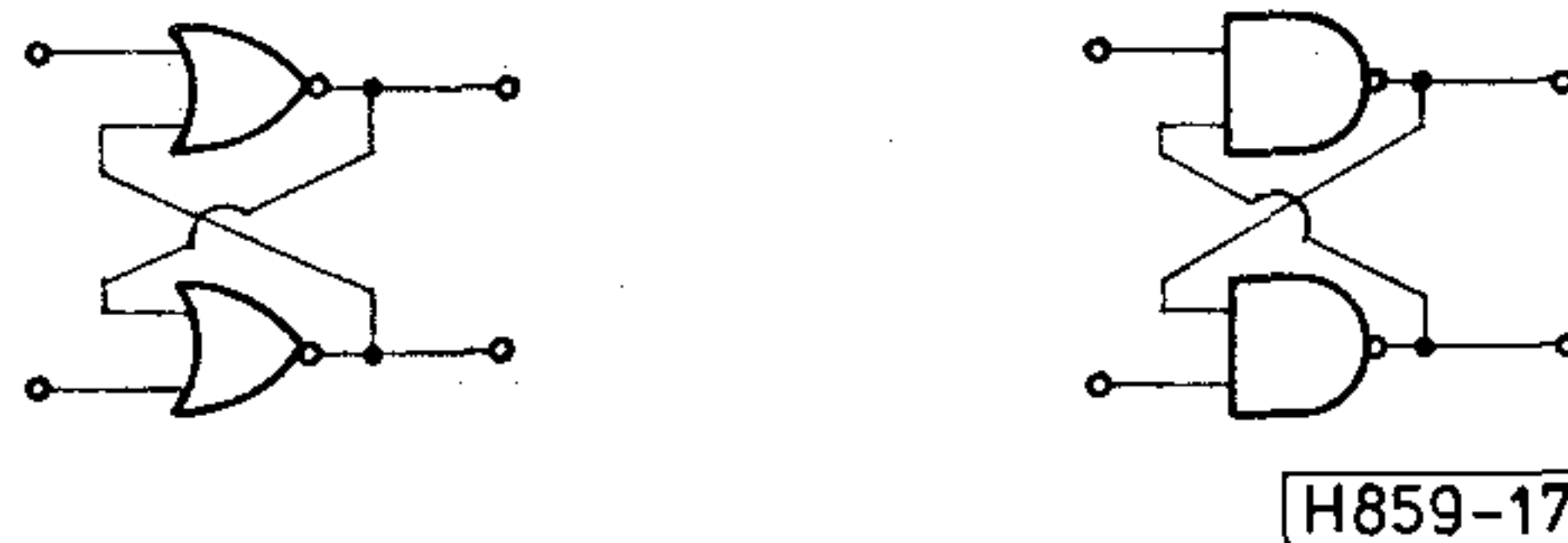
Felmerül a kérdés, hogy a fentiekben bemutatott leírási módszer alkalmazható-e a gyakorlatban, nem kell-e túlságosan sok áramköri variációt vizsgálni. Ez azt jelentené, hogy a diagramok elkészítése is nagyon munkaigényes és használatuk is nehézkessé válik az adatok nagy mennyisége miatt.

Tekintsük át, hogy milyen áramköri blokkokat valósítunk meg egy gate-array-en!

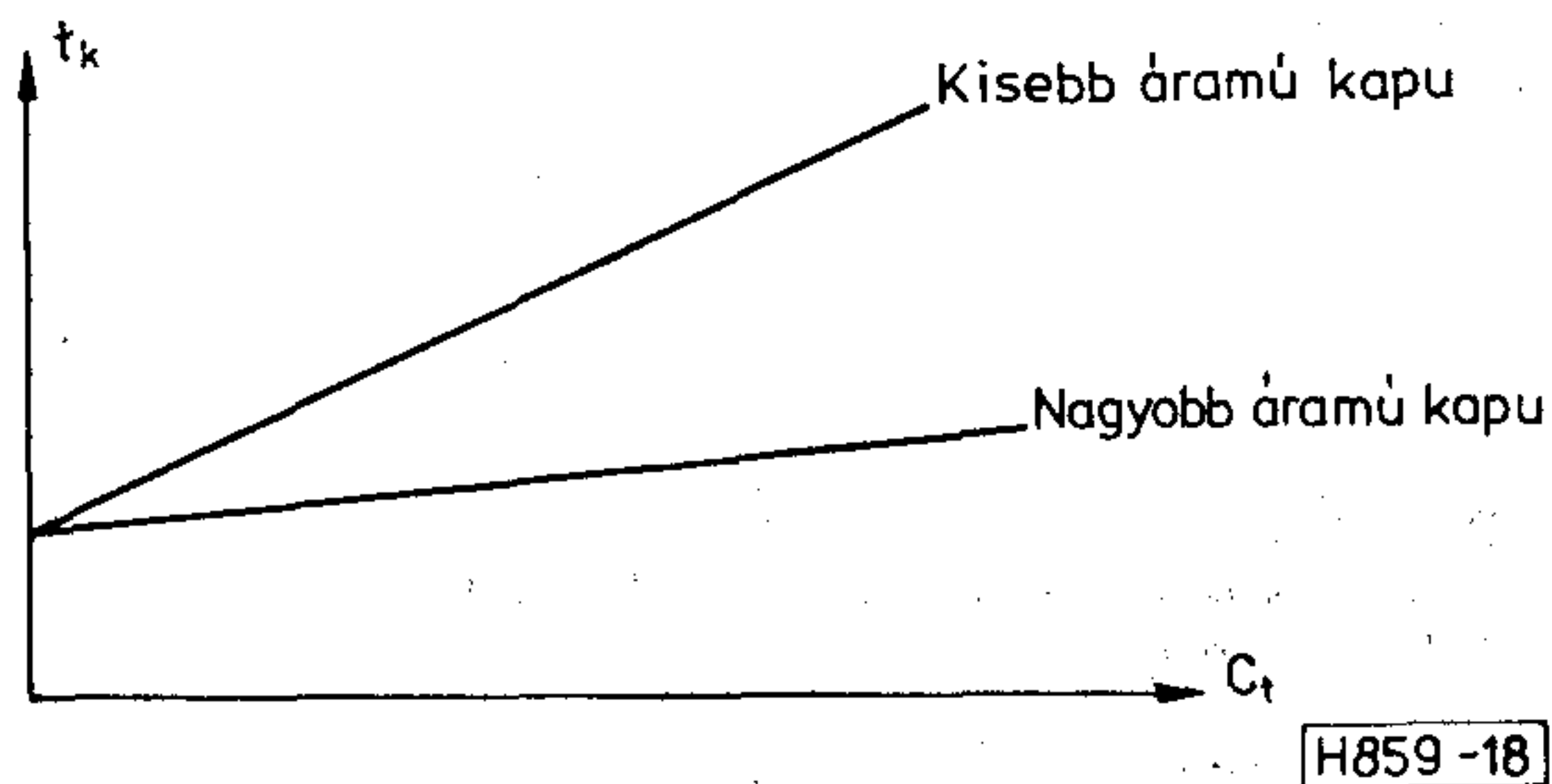
- Rendelkezésre áll egy alap inverter (NOR kapu) típus (pl. a 3. ábrán bemutatott).
- Lehetőség van arra, hogy több lehúzó és terhelő tranzisztor párhuzamos kapcsolásával nagyobb áramú kaput hozunk létre nagy terhelés gyorsabb meghajtásához (15. ábra). A gyakorlat számára elegendő a kétszeres és a há-



16. ábra



17. ábra



18. ábra

romszoros áramú inverterrel foglalkozni. Ezeket a kapukat sem kell külön diagramok segítségével jellemezni, mert az „alap” kapu tulajdonságai egyértelműen leírják ezeket is. Az ábrán példaként egy kétszeres áramú inverter látható. Ez tulajdonképpen két inverter párhuzamos kapcsolásával jön létre, bemenő kapacitása tehát kétszeres. Ha a terhelést is két részre bontva képzeljük el, akkor azonnal láthatóvá válik, hogy C_t terhelő kapacitásnál a késleltetés megegyezik az alap inverter késleltetésével $C_t/2$ terhelő kapacitásnál.

- Lehet meredekebb karakterisztikájú kaput készíteni úgy, hogy csak a lehúzó tranzisztorok számát növeljük (16. ábra). Erre pl. Schmitt-trigger kialakításához lehet szükség. Gyakorlatilag elegendő a 2,3 és 4 lehúzó tranzisztor párhuzamos kapcsolásával kapott esetet vizsgálni.
- Foglalkozni kell természetesen a NAND-kapuk jellemzésével is, ha a chip tartalmaz ilyen.

8. Flip-flop vizsgálata

Az RS flip-flop (17. ábra) visszacsatolást tartalmaz, ami eddigi megfontolásainkban nem szerepelt. A visszacsatolásnak azonban a billenés sebességére csak

akkor van befolyása, ha a bemenő jel nagyon lassú és a kimenetekre kapcsolódó terhelések kicsik. Az esetek többségében a bemenő jel által vezérelt kapu kimenete már elhagyta az „aktív” tartomány határát, mire a visszacsatoláson keresztül a másik bemenetére is megérkezik a jel. Az áramkör tehát úgy kezelhető, mint két, kaszkádba kapcsolt kapu. A nagyon lassú vezérlő jel esete egyrészt ritkán fordul elő, másrészt kerülendő is, mert oszcilláció léphet fel, ha mindkét kapu egyszerre (és hosszú ideig) „aktív” tartományban van. Ennek elkerülésére szükség esetén a flip-flop bemenete elé jelfrissítő fokozatot kell beiktatni.

9. Áramköri variációs lehetőségek gate-array-en történő tervezésnél

A tervező az ismerttetett leírási módszert és az analízis-programokat a következőkre tudja felhasználni:

- A kapcsolási vázlat alapján előre látható, hogy egyes pontokon nagy a terhelés. El kell dönteni, hogy érdemes-e ezeken a helyeken nagyobb áramú kaput használni.
- A layout tervezése közben előfordulhat, hogy a vezeték hossza egyes pontok között lényegesen meghaladja a várt értéket. Ekkor nyilvánvalóan érdemes félbeszakítani a tervezést és eldönteni, van-e szükség módosításra.
- A tervezés befejezése után a konkrét vezeték-hosszak ismeretében újra analizálni kell a kapcsolást a házardok kiszűrése érdekében.

Tekintsük át röviden, hogy a problémák megoldására általában milyen áramköri lehetőségek állnak rendelkezésére a gate-array-en a tervezőnek!

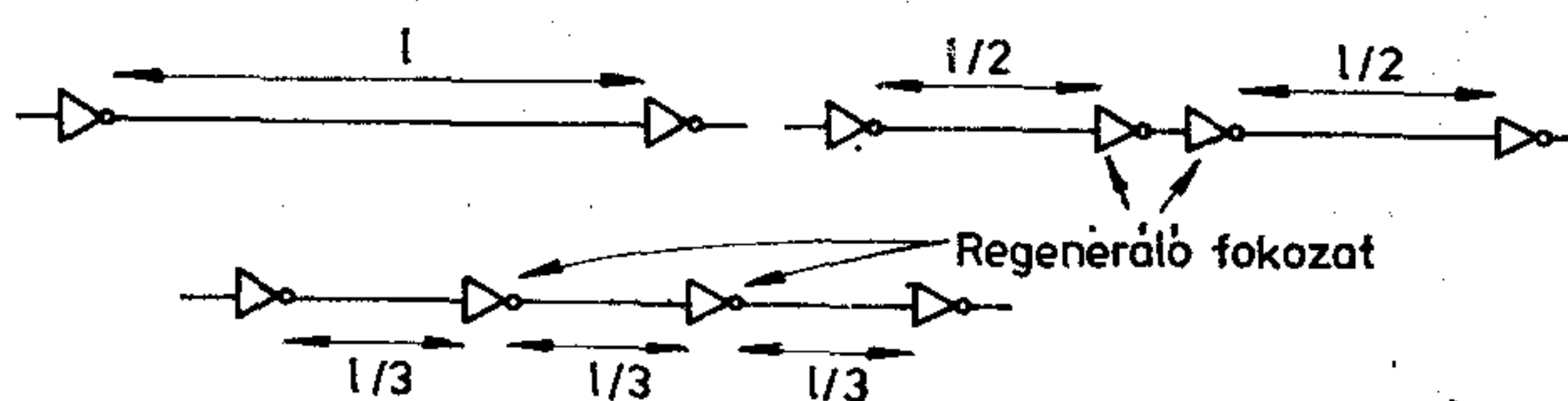
- Nagy terhelés meghajtásához nagyobb áramú kapu hozható létre. Nagyobb áramú kaput nemcsak akkor érdemes alkalmazni, ha a terhelés nagy; ennek más előnye is van: a késleltetés kevésbé függ a terhelés nagyságától (18. ábra). Ha az előzetes becslésnél figyelembe vett vezeték-hosszak eltérnek a ténylegesen megvalósítottaktól, akkor nagyobb áramú kapunál kisebb lesz a késleltetés változása.
- Hosszú poliszilícium vezetékbe jelfrissítő fokozatok iktathatók be. Ezek elhelyezkedése a vezeték mentén többféleképpen képzelhető el (19. ábra).
- Hosszú fémvezetékbe is beiktatható frissítő fokozat. Fémvezetéknel az okozott késleltetés csak a terhelő hatásból származik és a terhelő kapacitásnak gyakorlatilag lineáris függvénye. A lineáris jelleg miatt a késleltetés regeneráló fokozatokkal nem csökkenthető, de a jelmerekség növelhető. Ez két szempontból lehet célszerű:
 - A vezeték végére kapcsolódó fokozatok késleltetése lecsökken.
 - Visszacsatolt áramkörök vezérlésénél hibás működést okozhat a túlságosan lassú vezérlőjel. Fentebb utaltunk az RS tárolónál fel-lépő oszcilláció lehetőségére; emellett gon-

dolni kell arra is, hogy master-slave tárolók órajelének túlságosan kis merevedése hibás billenést okozhat.

- Több lehúzó tranzisztort párhuzamosan kapcsolva, kisebb küszöb feszültségű és merevedőbb karakterisztikájú kaput tudunk létrehozni.
- Ha arra törekszünk, hogy bizonyos pontok terhelése egyforma (vagy éppen: határozott irányban különböző) legyen, akkor szükség lehet vezeték szakaszok leutánzására. Ez természetesen egyszerűen megtehető megfelelő nagyságú fémfelület, illetve megfelelő hosszúságú poli-meander létrehozásával.
- A terhelések kiegyenlítésének külön figyelmet érdemlő esete, ha a két szóban forgó pontra különböző hosszúságú poli vezeték csatlakozik, különböző terhelésekkel. A vezeték bemeneti terhelő hatása több paramétertől függ: a vezeték tulajdonságaitól és a lezáró kapacitás nagyságától; ezért a kiegyenlítés körülményesebb. Az egyik megoldás az, hogy a lezárásokat és a vezeték-hosszakat is egyformára állítjuk be. A másik lehetőség annak a ténynek a kihasználása, hogy a poli vezetékhez hozzárendelhető egy speciális kapacitásérték. (A végtelen hosszú vezeték bemenő kapacitása, C_∞). Ha ekkora kapacitással zárjuk le a vezeték végét, akkor a bemeneten mutatott terhelő hatása a hosszától függetlenül állandó lesz (20. ábra). Elegendő tehát a kérdéses vezeték lezárásait erre az értékre beállítani.

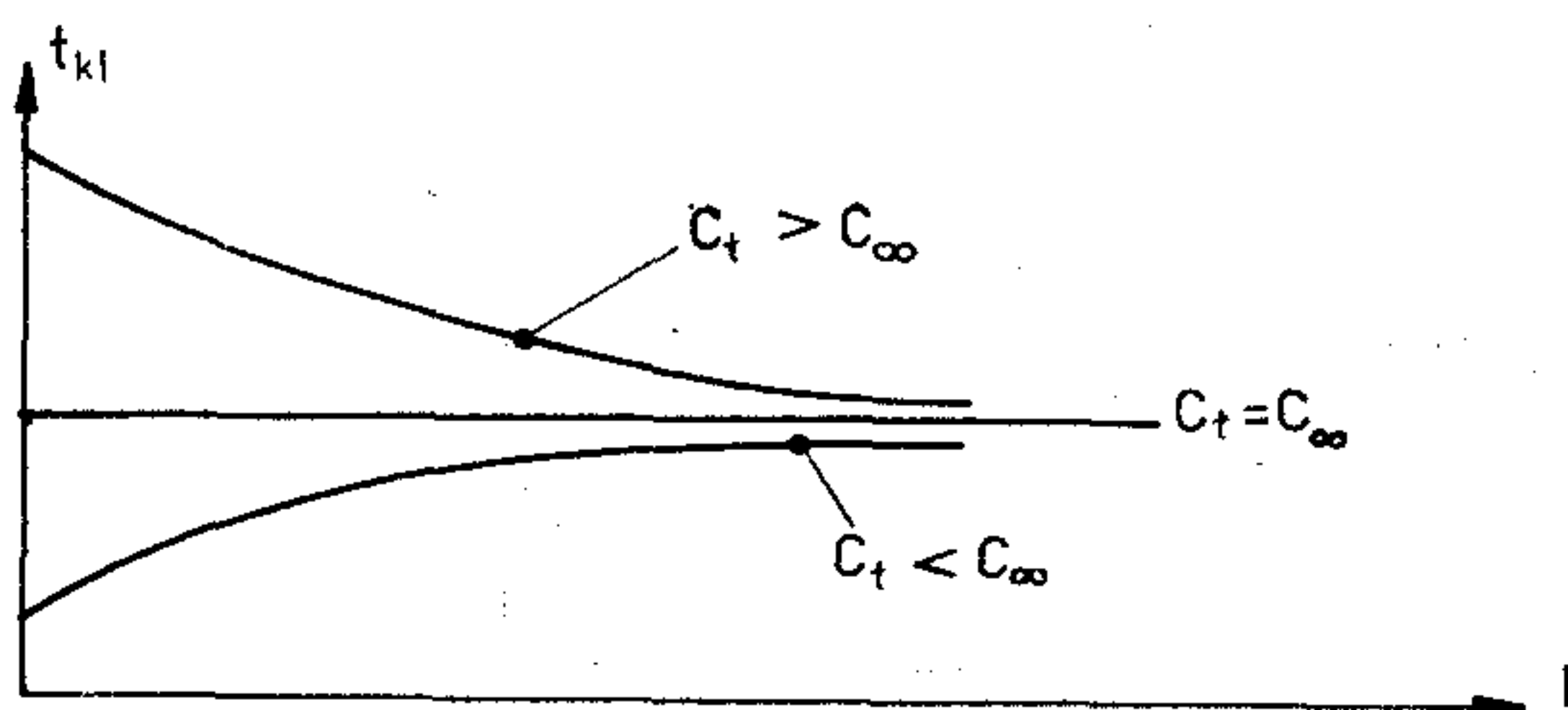
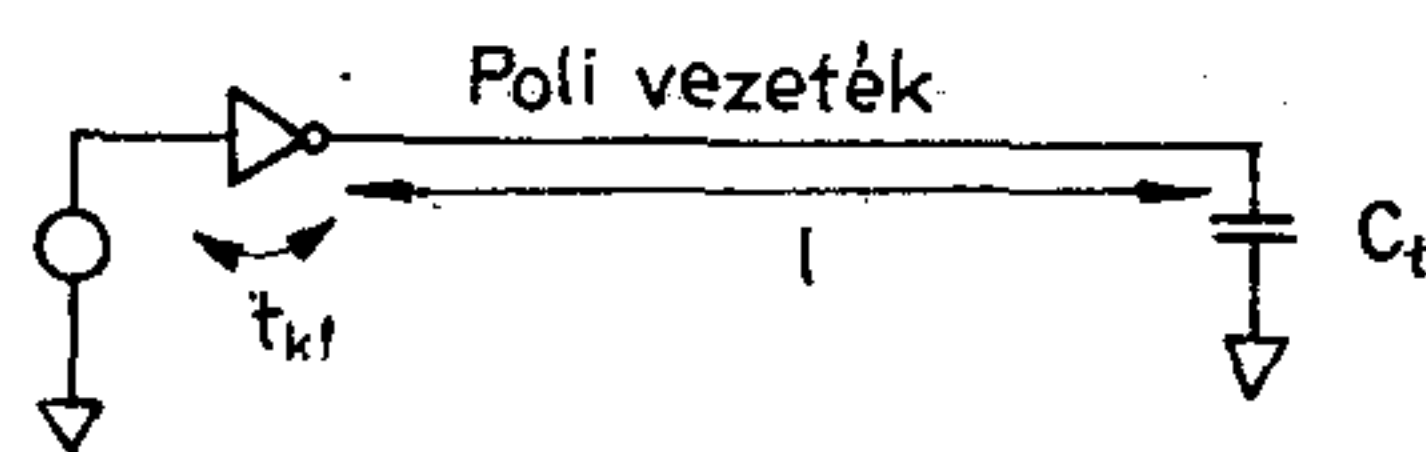
10. A layout-tervezés kritikus pontjai

A belső pontokon való mérési lehetőség hiánya és a késleltetés széles tartományban való ingadozása miatt a layout-tervezés során egyes feladatok megoldására



H859-19

19. ábra



H859-20

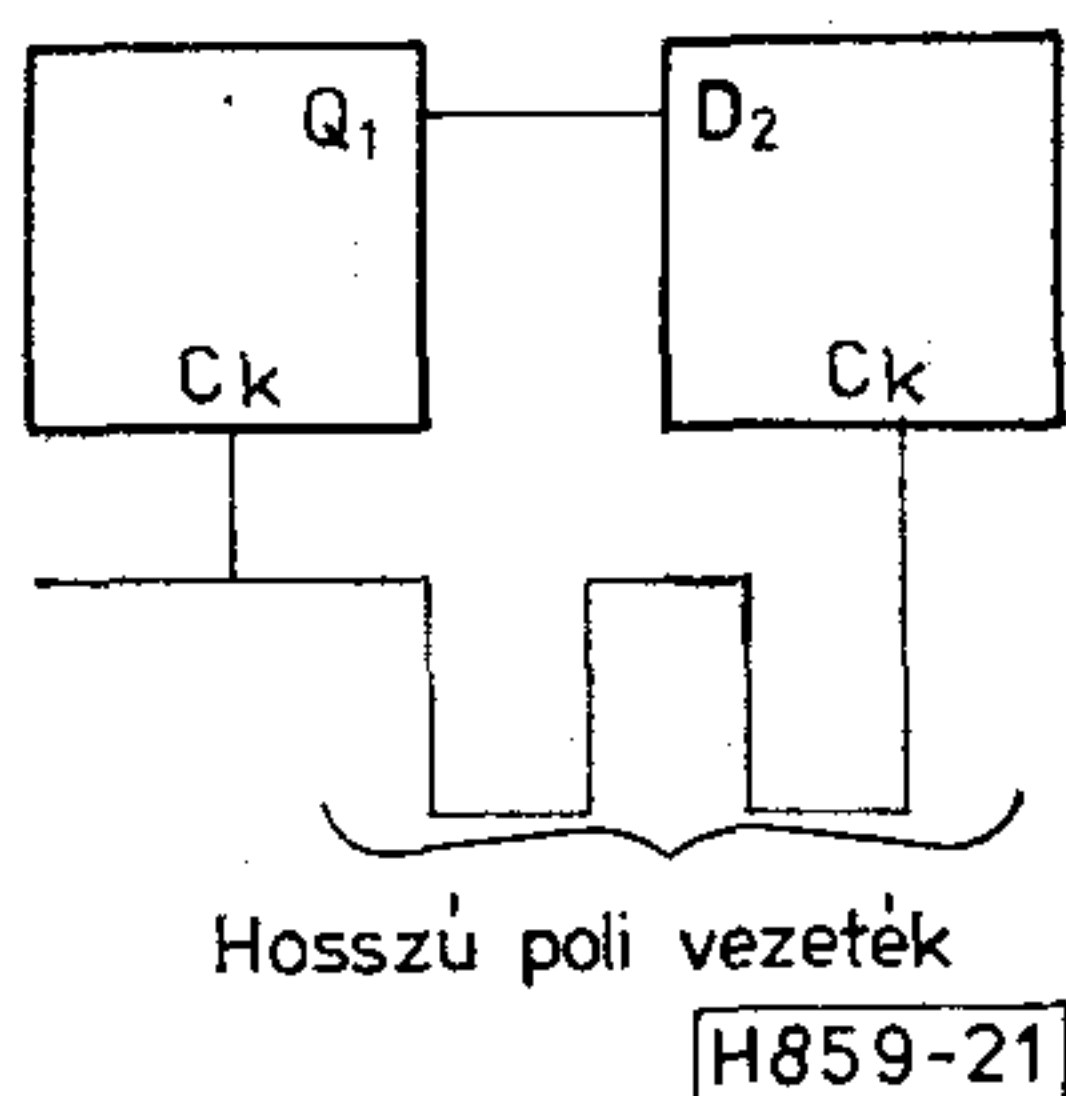
20. ábra

különösen nagy figyelmet kell fordítani. Az ismertett táblázatok, vagy az analízis-programok segítségével végzett ellenőrzés ezeken a pontokon a legfontosabb.

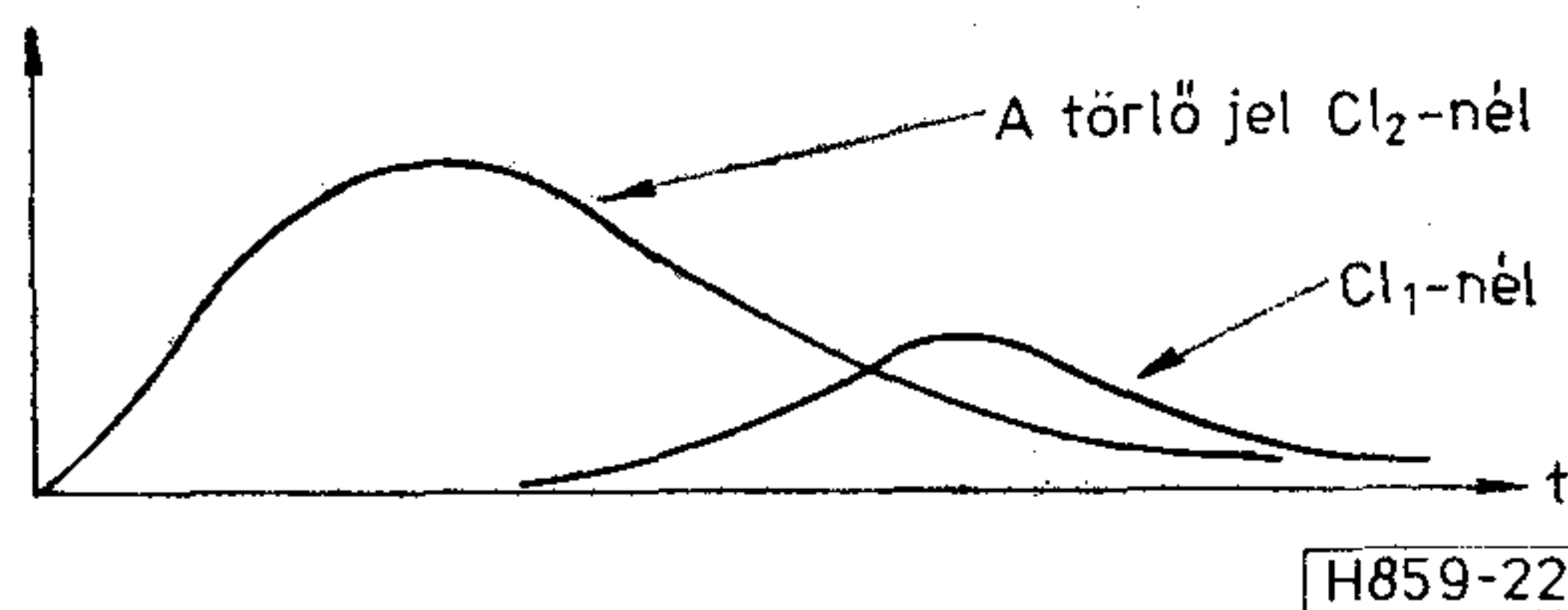
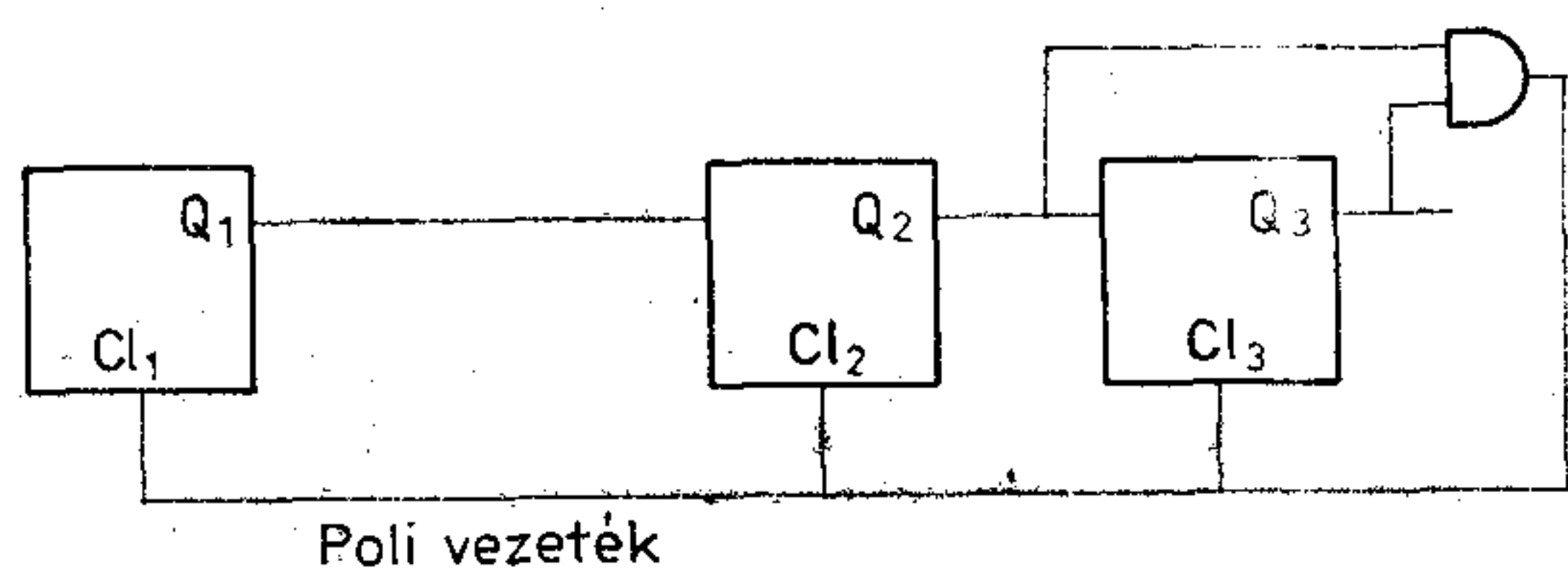
a) Az órajel szétosztása. Ha egy tár kimenete rövid vezetékkel kapcsolódik egy másik tár bemenetére, de az órajelnek a két „Ck” bemenet között hosszú poli vezeték kell végighaladnia (21. ábra), akkor hibás működés léphet fel. A második tár master fokozata Q_1 -nek a már megváltozott értékéből vesz mintát. Ha tehát valahol nem lehet elkerülni a hosszú poli vezeték beiktatását az órajel útjába, akkor a két tár közé egy legalább ilyen hosszú poli vezeték kell elhelyezni.

b) Aszinkron törlés és beírás. A törlő (beíró) pulzus túlságosan korai megszűnését három dolog okozhatja:

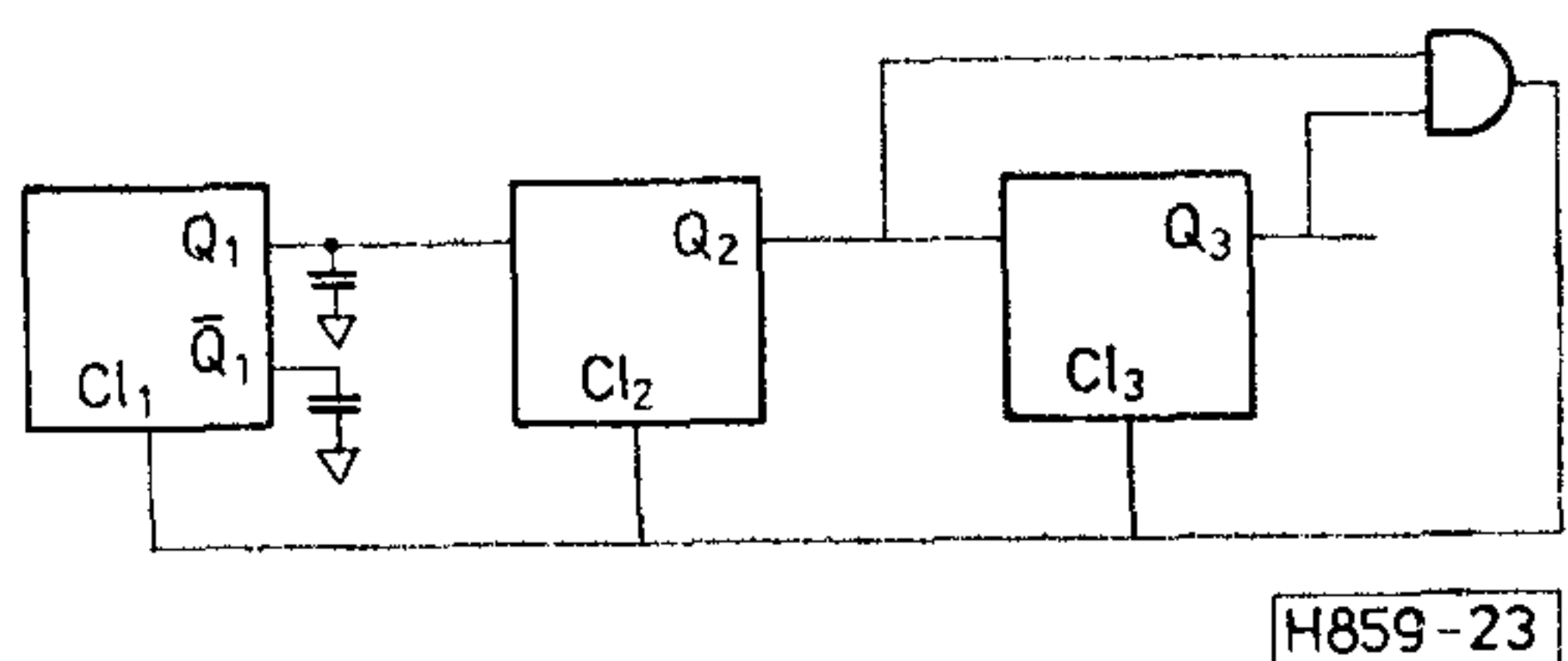
— A pulzusnak egyes tárhoz hosszú poli vezetékkel kell eljutnia (22. ábra). A pulzus fel- és lefutási meredeksége különböző; a két



21. ábra



22. ábra

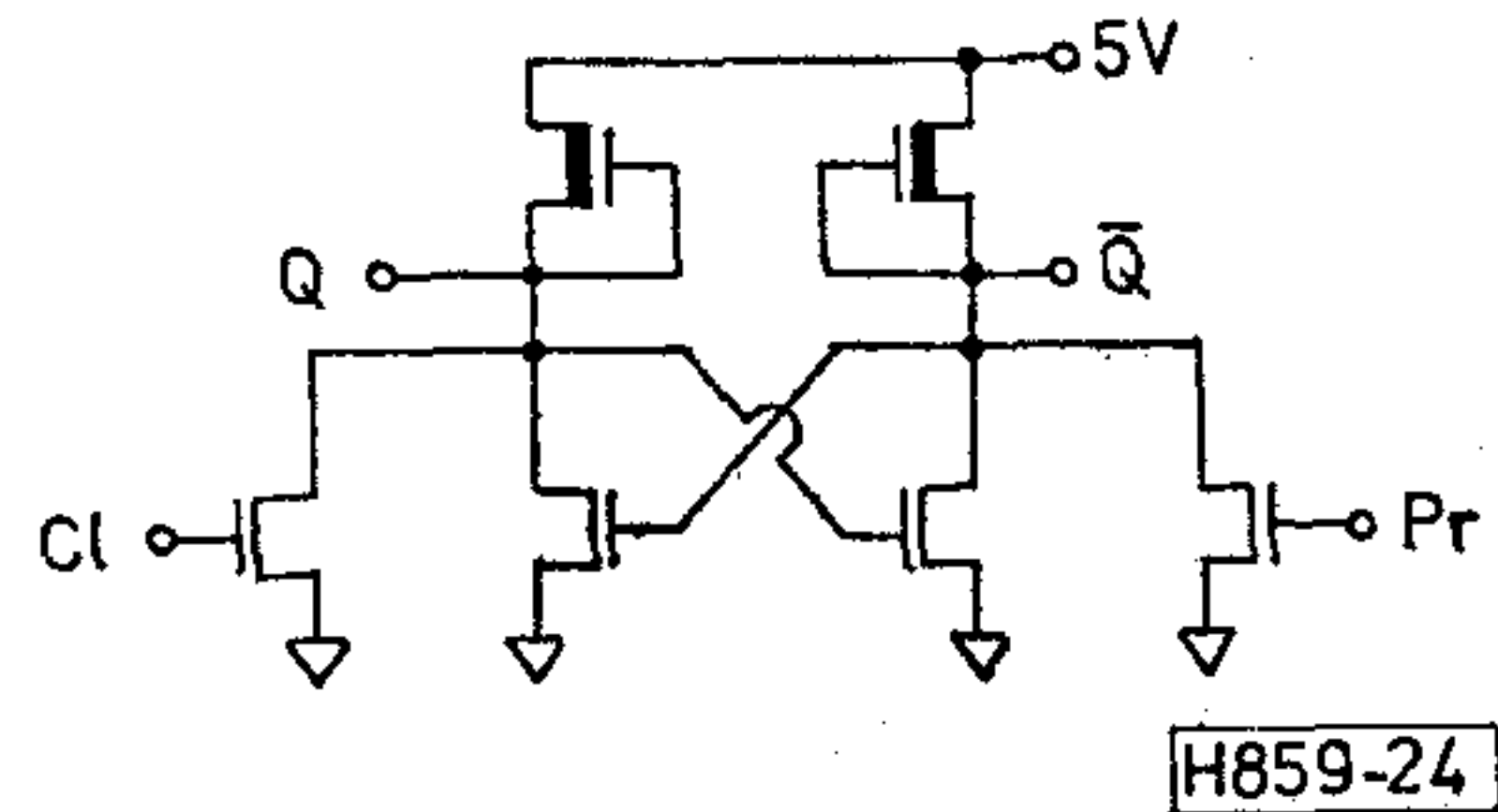


23. ábra

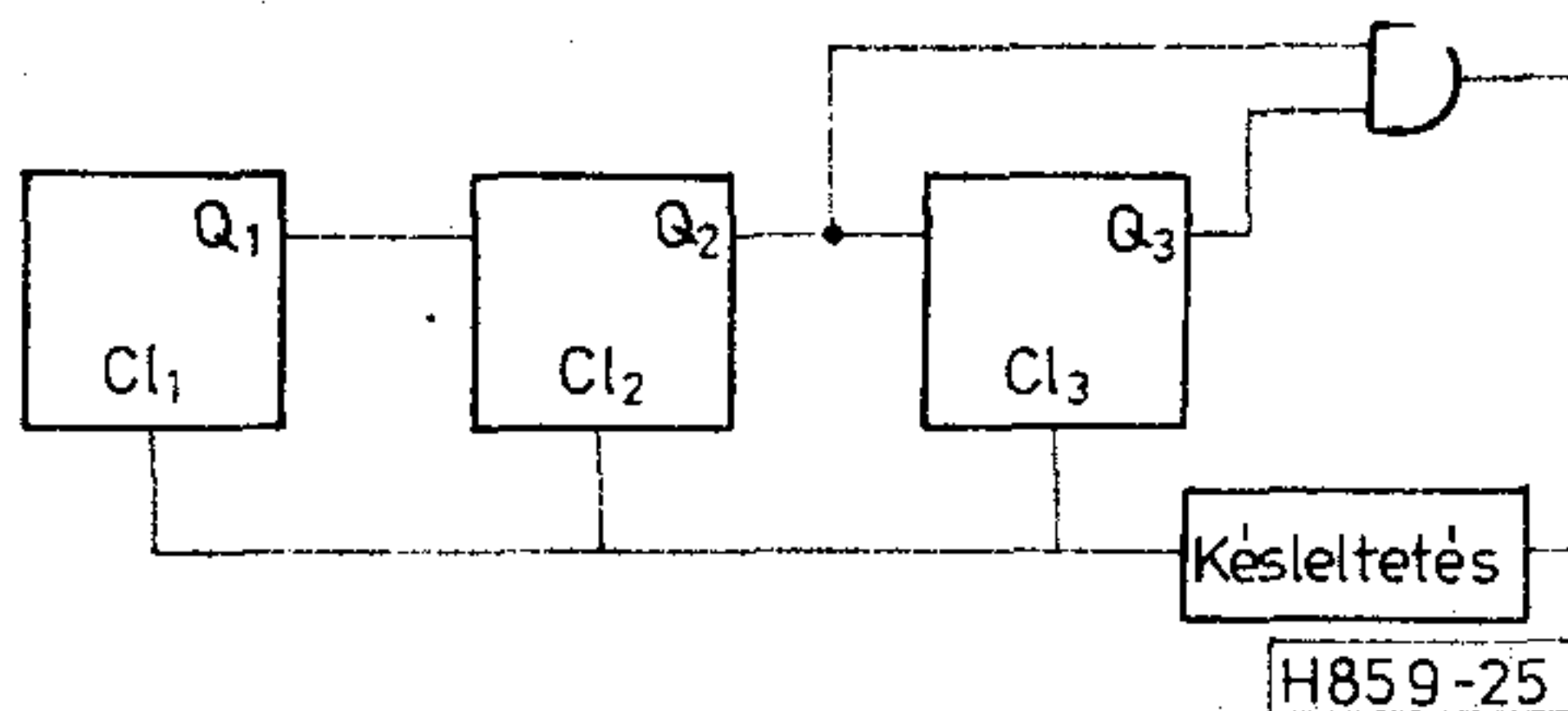
él terjedési késleltetése a vezetéken nem egyforma, a pulzus elkeskenyedhet. Ezt a hibát el lehet kerülni, ha minden tárhoz egyforma hosszúságú vezeték juttatjuk el a jelet.

— A tárok terhelése nem egyforma, a pulzus megszűnéséig nem mindegyik tud átbillenni. Ha pl. a 23. ábrán jelölt terhelések túl nagyok a 2. és 3. tár terheléséhez képest, akkor az 1. tár nem fog törlődni. Ezt a hibát el lehet kerülni, ha egyenletesen leterheljük a tárokat.

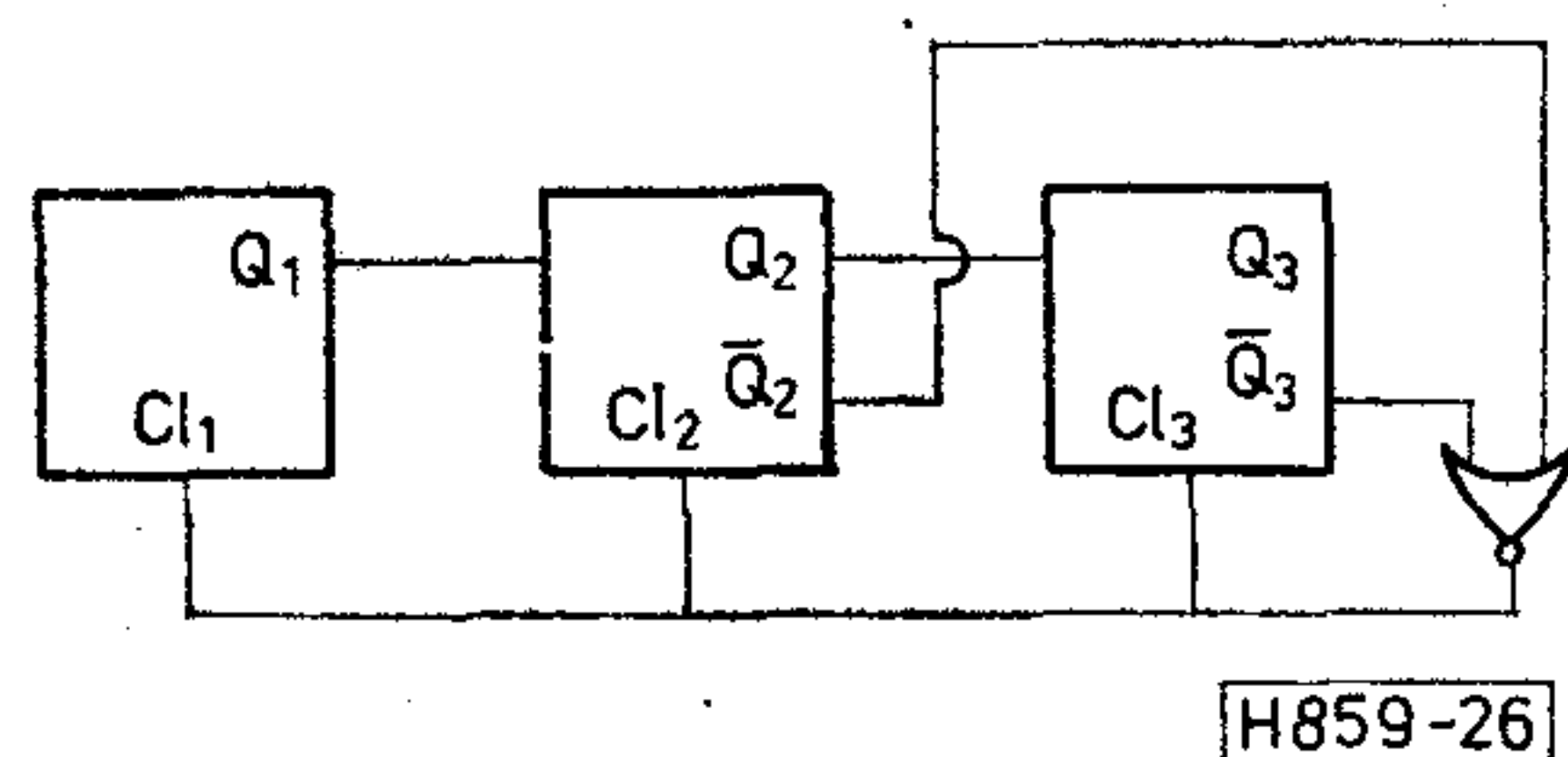
— A pulzust a tárnak abból a kimenő jeléből állítjuk elő, amelyet a törlő (beíró) bemenet közvetlenül vezérel (23., 24. ábra). Amikor az ÉS kapu bemenetén megszűnik a pulzust létrehozó állapot, akkor a pulzus véget ér. Ekkor azonban a tár másik kimenete esetleg még nem érte el a megfelelő logikai szintet, a tár visszabilenhet a pulzus megszűnése után. (Pontosabban: nem lehet tudni, hogy melyik állapotba kerül.) Ezt a hibát kétféle módon lehet elkerülni:



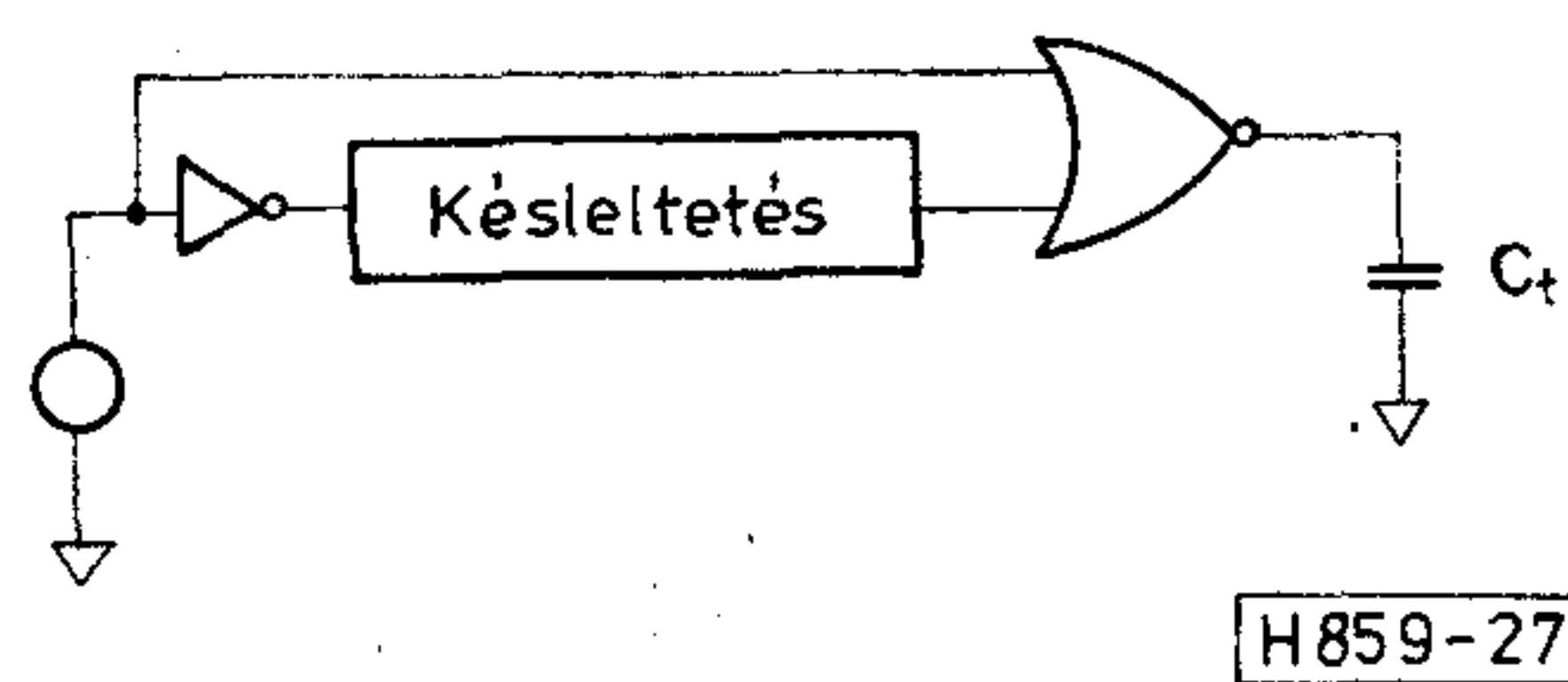
24. ábra



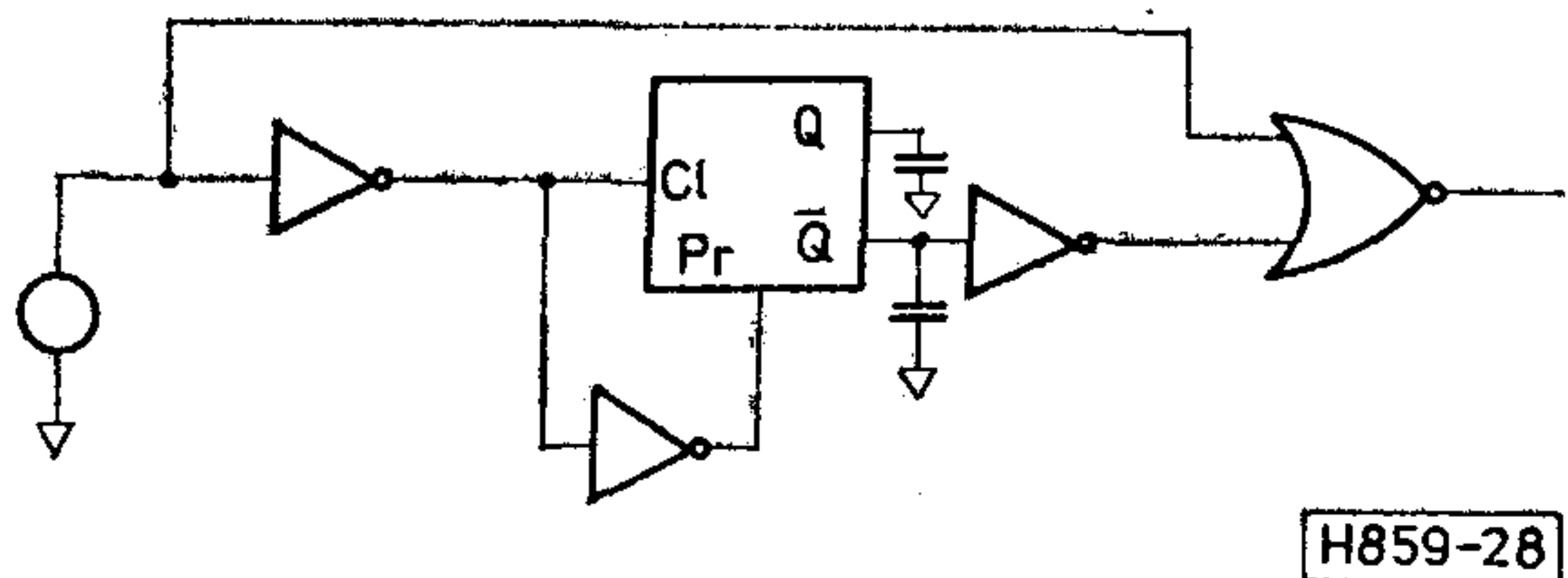
25. ábra



26. ábra



27. ábra



28. ábra

A pulzust megfelelően késleltetjük (25. ábra).

A pulzus előállításához a táraoknak azon kimeneteit használjuk fel, amelyet a törlő (beíró) bemenet nem közvetlenül vezérel (26. ábra).

- c) Egy impulzus előállításánál (monostabil multivibrátor készítésénél) két fontos szempontot kell szem előtt tartani:

- Gondoskodni kell arról, hogy a kimenet a terhelést megfelelő sebességgel meg tudja hajtani (27. ábra). C_i növelésével ebben az esetben a keletkező pulzus elkeskenyedik. (NAND kapuval való megvalósításnál szélesedik.)
- Törekedni kell arra, hogy ugyanolyan elemekkel állítsuk elő a késleltetést, mint amilyeneken egy adott műveletet végre kell hajtani a késleltetési idő alatt. Ha például egy D tárat kell törölni, akkor az ehhez szükséges pulzus előállítására jó a 28. ábra szerinti módszer. A késleltető láncba beiktattunk egy ugyanolyan, vagy nagyobb terheléssel ellátott D tárat, mint amekkorák a törölni kívánt tára kimeneteire kapcsolódnak, ügyelve arra, hogy a törlő bemenet által nem közvetlenül vezérelt kimenetet vezessük tovább.

EGYESÜLETI HÍREK

Ünnepi taggyűlés Kecskeméten

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Bács-Kiskun megyei Szervezete 1983. február 25-én ünnepi taggyűlésen emlékezett meg megalakulásának 10. évfordulójáról.

Rudasi Károly, a szervezet elnöke megnyitójában méltatta a tagcsoport jelentőségét, értékelte az eltelt tíz esztendő munkáját.

Ballagi P. Konrád, a HTE megyei titkára beszámolójában felidézte az egyesületi élet kezdetét. 1973-ban 53 taggal kezdték meg a munkát, az eltelt tíz év alatt sikeresen valósították meg az egyesület egyik fontos célját — az elektronikai szakemberek összefogását. Ennek köszönhető többek között az, hogy a szervezet taglétszáma ma 128 fő, több mint a fele fiatal szakember.

A beszámoló kitért néhány sikeres rendezvényre. Több kiállítást rendeztek, ahol elsősorban a BRG termékeit mutatták be.

Kecskemét adott otthont két alkalommal a KGST tanácskozásnak, három alkalommal pedig az Alkatrész Szeminárium társrendezői voltak.

A beszámolóban köszönetét fejezte ki a BRG, a REMIX és a GELKA gazdasági, párt- és szakszervezeti vezetésének, mert mint mondotta, hathatós erkölcsi és anyagi támogatásuk nélkül az egyesület működése nem lett volna ilyen sikeres.

Mérey Imréné főtitkárhelyettes, a HTE elnökségének köszönetét és jókívánságait tolmácsolta, majd felolvasta Köveskúti Lajos elvtársnak, az ünnepi taggyűléshez írt levelét. A HTE-elnök meleg hangú levelében többek között azt írta:

„Jubilálunk, de egyúttal előre is nézünk. További nagy feladatok várnak Önökre, mindannyiunkra. Műszaki értelmiségünk, fiatal mérnökeink, tudósaink egyre nehezebb követelmények elé kerülnek, melyeket csak odafigyelő, összefogó, egymásra támaszkodó és egymást segítő munkával lehet kielégíteni.”

Ezután a hozzászólók valamennyien az egyesület további teendőiről, az előttük álló feladatokról beszéltek. Az ünnepi taggyűlés záró aktusaként a legaktívabb tagok tárgyjutalomban részesültek.

A jó hangulatú jubileumi ülés tízévi szorgos társadalmi munkáról adott számvetést.

Szimmetrikus táplálású sík archimedesi spirálantenna

KAPOR JÓZSEF
ML

Az 1950-es évek közepén E. M. Turner [1] által bevezetett archimedesi spirálantenna alkalmazása az 500–1200 MHz-es frekvenciatartományban terjedt el (a repülőgépiparban, űrtávközlésben, űrhírközlésben, sugárzásmérőkben stb.). Széles körben való felhasználása ellenére az antenna működésére nem ismeretes analitikusan kidolgozott szigorú elmélet. Fejlesztése empirikus úton történt és az antenna elméletével, működési mechanizmusával foglalkozó irodalom nagy része is kvalitatív megfontolásokra épül [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Az antenna működését spekulatív úton elemzők közül a gyakorlatban B. H. Burdine áramsávelemlete bizonyult leginkább helytállóknak.

B. H. Burdine [9] spirálalakban feltekert egyszerű szalagvonalként fogta fel az antennát és a sugárzás mechanizmusát a spirálgeometriának megfelelően kialakuló sajátos árameloszlásból magyarázta. A kvalitatív alapokon nyugvó áramsávelemlet hiányossága, hogy nem vezet egzakt tervezési egyenletekhez és a sugárzáskarakterisztikát sem adja meg matematikailag egzakt formában, csak jellegét tekintve. W. L. Curtis ugyan megmutatta, hogy a spirálantenna sugárzási tulajdonságai a spirálkarokon haladó áramhullám ismeretében a vektorpotenciál-függvény felírásával analitikus úton is kiszámíthatók [10], de a sugárzáskarakterisztika meghatározásának ez a módja nehézkes, bonyolult integrálegyenletek megoldásán keresztül vezet eredményre.

Ebben a munkában az áramsávelemletet továbbfejlesztve, a spirálantenna pontsugárzó rendszerrel való helyettesítésével a sugárzáskarakterisztika meghatározásának egy másik, szemléletesebb alternatíváját mutatjuk be. Az antenna aktív tartományának geometriai analízise során a gyakorlatban jól használható általános érvényűnek tekinthető tervezési alapegyenletet is megadunk.

Az antenna működése, az aktív tartomány geometriai analízise

Működés

Az áramsávelemletből ismert, hogy valamely „f” frekvencián történő gerjesztés hatására az antenna „apertúrájából” csak egy bizonyos szélességű kör-

gyűrűfelület, pontosabban a felület belsejébe eső menetek sugároznak intenzíven. A frekvencia váltásával az aktuális hullámhosszal arányosan keskenyedő, ill. szélesedő aktív körgyűrűtartomány a belső és külső menetek között vándorol úgy, hogy a legmagasabb működési frekvencián a belső, a legalacsonyabban pedig a külső menetek sugároznak. Az aktív tartomány közepes átmérője (D_k) és a sugárzás iránya a bemeneti kapcsok táplálásától függ. Ellenfázisban való tápláláskor az antenna két oldalán, a tengely mentén jön létre maximális intenzitású sugárzás (axiális mód, $D_k = (2k-1)\lambda/\pi$). Azonos fázisban táplálva a bemeneti kapcsokat a sugárzási diagram az antenna síkjától kb. 40° -ra maximumot, az antenna tengelye mentén pedig abszolút sugárzásminimumot mutat (normális mód, $D_k = 2k\lambda/\pi$). A felharmonikus modulusok ($k=2, 3, 4, \dots$) kialakulásával nem foglalkozunk, alapmodus esetén $k=1$.

Analízis

Az aktív tartomány geometriai analízisét az általánosság megsértése nélkül a legkedvezőbb széles sávú tulajdonságokat mutató önkomplementer struktúrájú [11] antennán végezzük (1. ábra). Az önkomplementer antenna esetében a vezetőszalag (W_c) és a vezetőkarok közötti szigetelő térköz (W_i) szélessége megegyezik ($W_c = W_i = W$). Az analízis során felírt, ill. levezetett összefüggések a

$$W = \frac{W_c + W_i}{2}$$

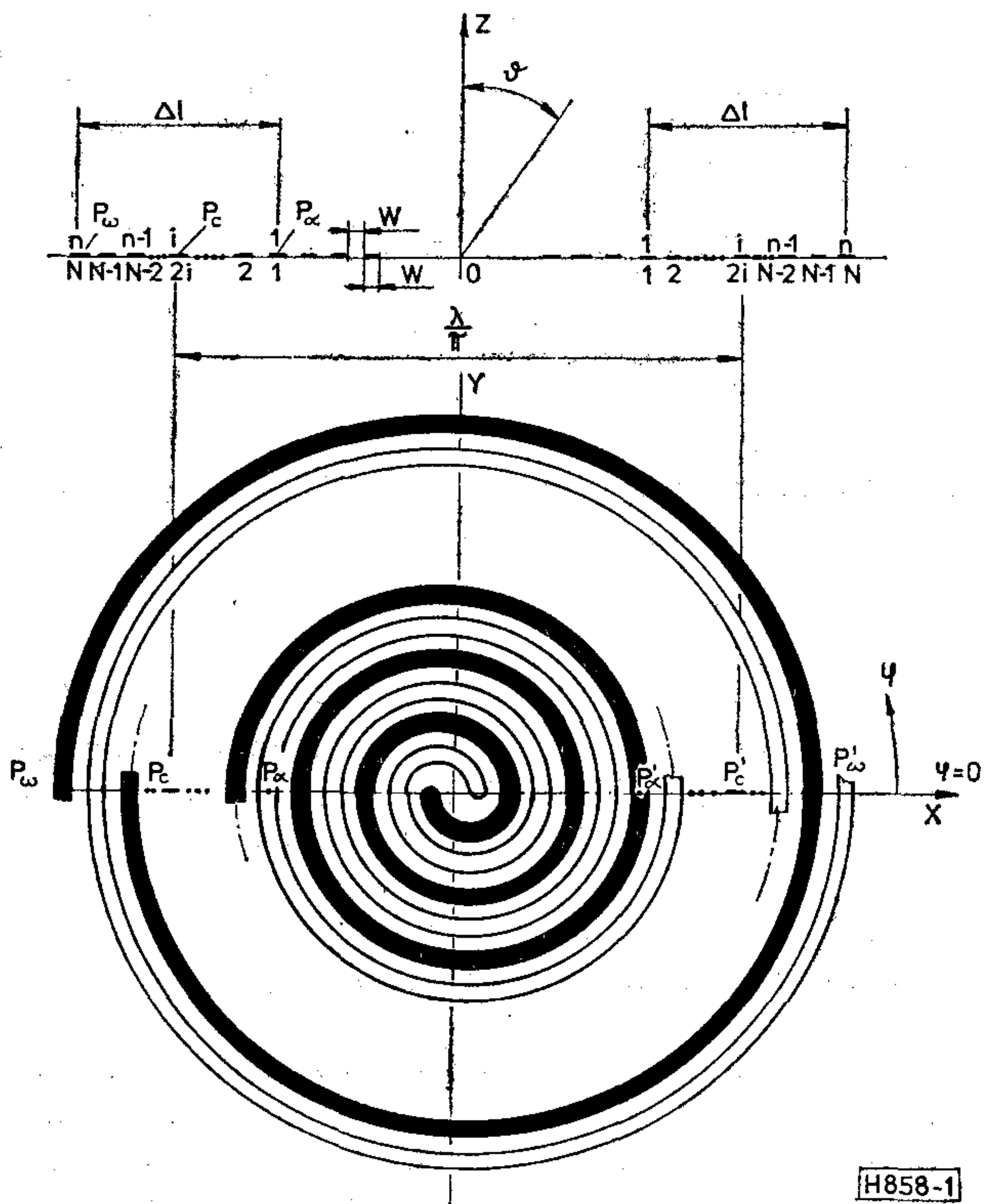
szélességátlag felhasználásával bármely komplementer struktúrájú kétkarú spirálantennára érvényesek maradnak. A nem komplementer felépítésű antennákkal nem foglalkozunk. A spirálkarokon haladó áramhullámokat tételezzük fel, a végeken reflektálódó hullámot elhanyagoljuk. A haladó áramhullám terjedési állandóját a szabad térben terjedő síkhullám terjedési állandójával közelítjük [10].

Az 1. ábrán látható szimmetrikus táplálású kétkarú archimedesi spirálantenna vezetőkarjainak középvonalait megadó síkvektorok egyenlete:

$$\begin{aligned} r_1 &= a\varphi + r_0, \\ r_2 &= a(\varphi - 2\pi) + r_0, \quad \varphi \geq 2\pi, \end{aligned} \quad (1)$$

ahol:

a = a spirálállandó,



1. ábra

φ = a futó pont helyzete radiánban,
 r_0 = a kezdő rádiusz.

Az (1) alapján a menetemelkedés:

$$m = r[(n+1)2\pi] - r[2n\pi] = 2a\pi. \quad (2)$$

Az 1. ábra és (2) felhasználásával a W karszélesség:

$$W = \frac{a\pi}{2}. \quad (3)$$

Az áramsávméletből kiindulva, annak bővítése-
 képpen a sugárzó meneteket tartalmazó aktív aper-
 túra felületet azzal a tartománnyal definiáljuk, me-
 lyet azok a menetek határolnak, amelyeken a tet-
 szőleges irányban meghúzott sugárral kimetszett
 pillanatnyi áramelemek (P_α és P_ω pontok) fázisai
 az előbbi sugárral az aktív tartomány közepét meg-
 adó, λ kerületű meneten kimetszett áramelem (P_c
 pont) fázisától $\pm \frac{\pi}{2}$ radiánnal térnek el (1. ábra).

Az 1. ábra jelölései alapján az aktív tartomány szé-
 lessége:

$$\Delta l = (n-1)4W \approx 2NW, \quad (4)$$

ahol:

n = az aktív tartományba eső egyik spirálkart,
 N = a mindkét spirálgörbére vonatkozó menet-
 számot jelöli.

Ha az aktív tartomány λ kerületű meneten felvett
 P_c pontot abban az időpillanatban vizsgáljuk, amikor
 ott a pillanatnyi áram fázisa zérus, akkor a P_α és
 P_ω pontokkal határolt tartományon belül az 1. áb-
 rán megrajzolt átmérő mentén a szomszédos menet-

elemek áramai azonos irányúak. A P_α és P_ω pon-
 tokban pedig az áramok éppen irányt váltanak.
 Definícióink alapján az 1. ábrán feltüntetett P_c pont-
 ban az áram időfüggvénye:

$$I_{P_c}(t) = I_0 \cos(\omega t - \beta L), \quad (5)$$

ahol L az áramhullámnak a gerjesztési ponttól
 a P_c pontig megtett útja,

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

Ennek megfelelően a P_α és P_ω pontokban az áram:

$$I_{P_{\alpha,\omega}}(t) = I_0 \cos(\omega t - \beta L \pm \delta), \quad (6)$$

$$\delta = \frac{N}{2} \frac{\Delta s}{2} \cdot \beta = \frac{\pi}{2}, \quad (7)$$

ahol a Δs két egymást követő tetszőleges sorszámú
 spirálmenet hosszának a különbsége. A P_α és P_ω
 pontokban a pillanatnyi áramok közötti π fáziseltérés
 a Δs úthosszkülönbségek felhalmozódásának a kö-
 vetkezménye. A Δs értéke jó közelítéssel:

$$\Delta s = \int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} a\varphi d\varphi - \int_{\varphi_0-2\pi}^{\varphi_0} a\varphi d\varphi = a(2\pi)^2. \quad (8)$$

Az n menetszámot figyelembe véve a P_α és P_ω pon-
 tokban az áramok fáziskülönbségére felírható össze-
 függés (7) alapján:

$$2Na\pi^2\beta = \pi. \quad (9)$$

A (3) felhasználásával a (9)-ből a következő összefüg-
 gést kapjuk:

$$4NW\beta = 1. \quad (10)$$

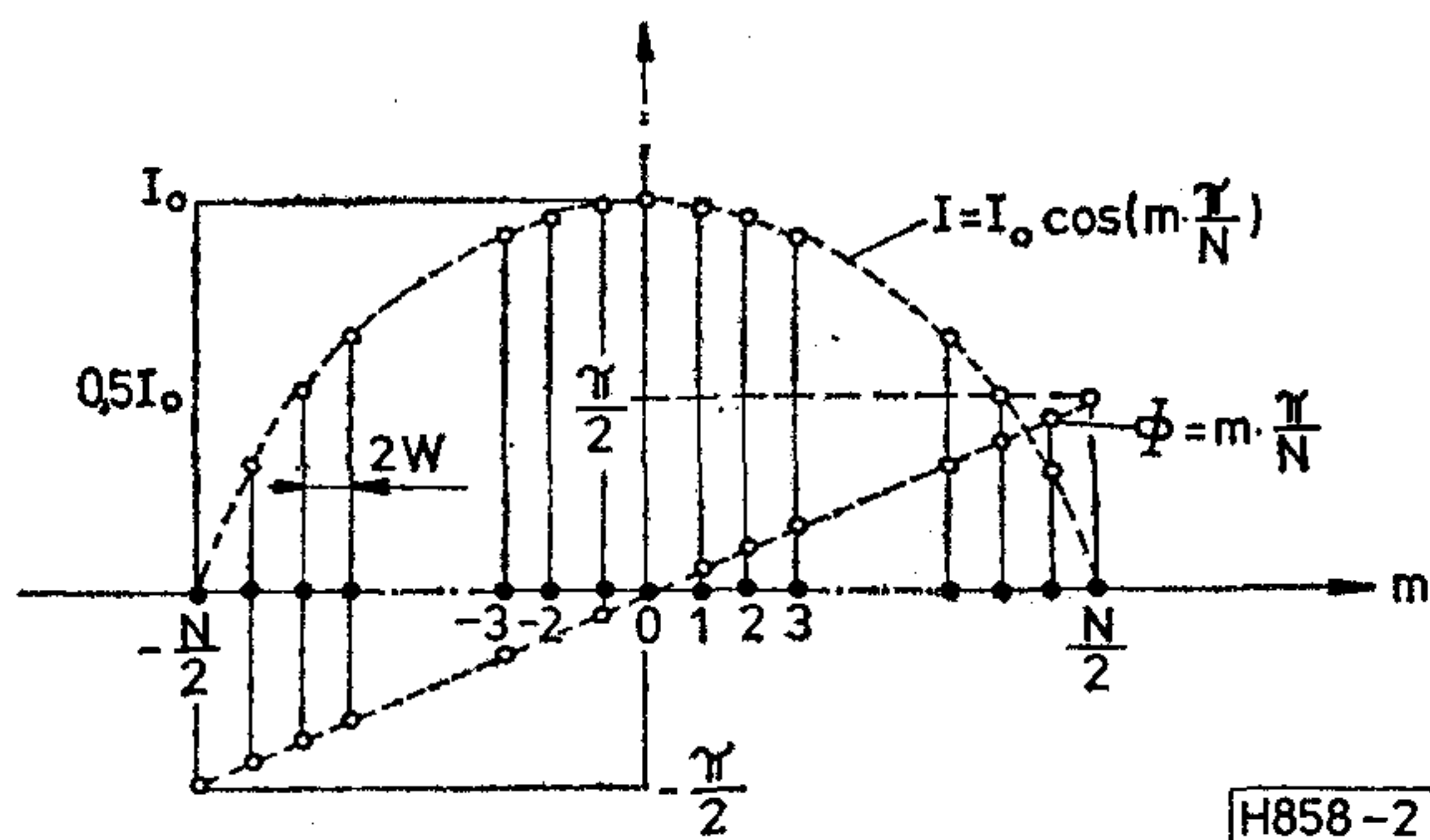
A (4) és (10) összevetéséből az aktív tartomány szé-
 lessége:

$$\Delta l = 2NW = \frac{1}{2\beta} = \frac{\lambda}{4\pi}. \quad (11)$$

Az eredményül kapott (11) kifejezéssel tulajdon-
 képpen a spirálantenna tervezéséhez szükséges alap-
 összefüggést állítottuk elő. E szerint nyilvánvaló,
 hogy az aktív tartomány szélessége csak a hullám-
 hossz függvénye. Ahhoz, hogy a spirálkarok mentén
 főként haladó hullámok alakuljanak ki, a gyakorlati
 tapasztalatok alapján a több menetes hélix antenná-
 hoz hasonlóan $n \geq 3$ ($N \geq 6$) menetszámfeltételt kell
 biztosítani. A gyakorlatban n értéke többnyire 3 és 8
 közé esik. A (11) alapösszefüggésből és a minimális
 menetszámegkötésből meghatározható az antenna
 megfelelő működéséhez választható W karszélesség
 maximális értéke. A még alkalmazható maximális
 karszélesség meghatározásánál természetesen a ter-
 vezett felső határfrekvenciához tartozó λ_f hullám-
 hosszt használjuk fel. Ennek megfelelően a tervezési
 alapegyenlet átalakított formája:

$$W \leq \frac{\lambda_f}{16(n-1)\pi} \approx \frac{\lambda_f}{8N\pi} = \frac{1}{4N\beta}. \quad (12)$$

A menetszámfeltételből adódó $N_{\min} = 6$ behelyettesí-
 tésével a karszélesség felső értéke:



2. ábra

$$W_{\max} = \frac{\lambda_f}{48\pi} \approx \frac{\lambda_f}{150} \quad (13)$$

Az antennahordozó alaplemez úthossznövelő hatását figyelembe véve:

$$W_{\max} = \frac{\lambda_f}{150\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}}, \quad (14)$$

ahol: ϵ_{reff} az effektív relatív dielektromos állandó, amely a használatos hordozó lemezeknél alig nagyobb az egységnél. Megjegyezzük, hogy a W karszélesség csökkentésével az α csillapítási tényező értéke nő, ami az antenna hatásfokának a romlását idézi elő. Ennek megfelelően a hordozó lemez tulajdonságainak ismeretében, adott nyereségkövetelmény esetén egy minimális W karszélességérték is megadható.

Az analízis eredményei

A geometriai analízis során definiáltuk és konkrétan behatároltuk a sugárzó meneteket tartalmazó aktív tartományt, melyet a vizsgált frekvencián a P_α és P_ω pontok választanak el az átviteli vonalként működő többi menettől. (Természetesen a gyakorlatban ez az átmenet elmosódott.) A P_α és P_ω pontokban a pillanatnyi áramok a P_c pont áramához képest $\frac{\pi}{2}$ rad-al késnek, ill. $\frac{\pi}{2}$ rad-al sietnek.

A (9) összefüggés alapján a szomszédos menetek áramelemei között a fáziskülönbség azonosan $\frac{\pi}{N}$.

Az 1. ábrán vázolt W szélességű áramelemeket pontszerűnek képzelve, az aktív tartományban a pontforrások pillanatnyi áramainak fázis- és amplitúdóeloszlás-függvényét a 2. ábrán ábrázoltuk. Az egyszerűség kedvéért azt az időpillanatot rögzítettük, amikor az aktív tartomány közepén (P_c pont) az áram nagysága I_0 , a fázisa pedig zérus. Az aktív tartományban az általunk rögzített időpillanatban a fázismenetet megadó függvény:

$$\Phi = m \frac{\pi}{N}, \quad m = -\frac{N}{2} \dots 0 \dots +\frac{N}{2}, \quad (15)$$

ahol: N bizonyosan páros, mivel az antenna kétkarú.

Ugyanakkor meg kell említenünk, hogy mivel a spirálgörbe természetéből adódóan az aktív tarto-

mányba eső menetek nem koncentrikus körök, tehát nem záródnak, ezért a vizsgált tartományban $\pm \frac{\pi}{2N}$ fázisbizonytalanság lép fel.

Az amplitúdóeloszlás-függvény:

$$I = I_0 \cos\left(m \frac{\pi}{N}\right), \quad m = -\frac{N}{2} \dots 0 \dots +\frac{N}{2}. \quad (16)$$

Az árameloszlás a vizsgált átmérő mentén ($\varphi=0$ sík) a gerjesztési frekvenciának megfelelően az időben $\cos \omega t$ függvény szerint változik:

$$I(t) = I_0 \cos\left(m \frac{\pi}{N}\right) \cos \omega t. \quad (17)$$

A 2. ábrán rögzített pillanatnyi árameloszlás pedig a gerjesztő körfrekvenciának megfelelően a spirál tekercselési irányába fordul el, ill. forog.

Az antenna sugárzáskarakterisztikája

Az aktív tartományba eső meneteket a haladó hullámok elvén működő hélix antennával analóg módon sugárzó vezetéknek fogjuk fel, ahol a menetek együttes hatása a táplálástól függően oldal- vagy orrsugárzó sornak felel meg. Az iránykarakterisztika meghatározásánál a sugárzó vezetékek W szélességét végtelen vékonyra szűkítjük és a vezetéken haladó áramhullám terjedési állandóját a szabad térben haladó síkhullám terjedési állandójával közelítjük.

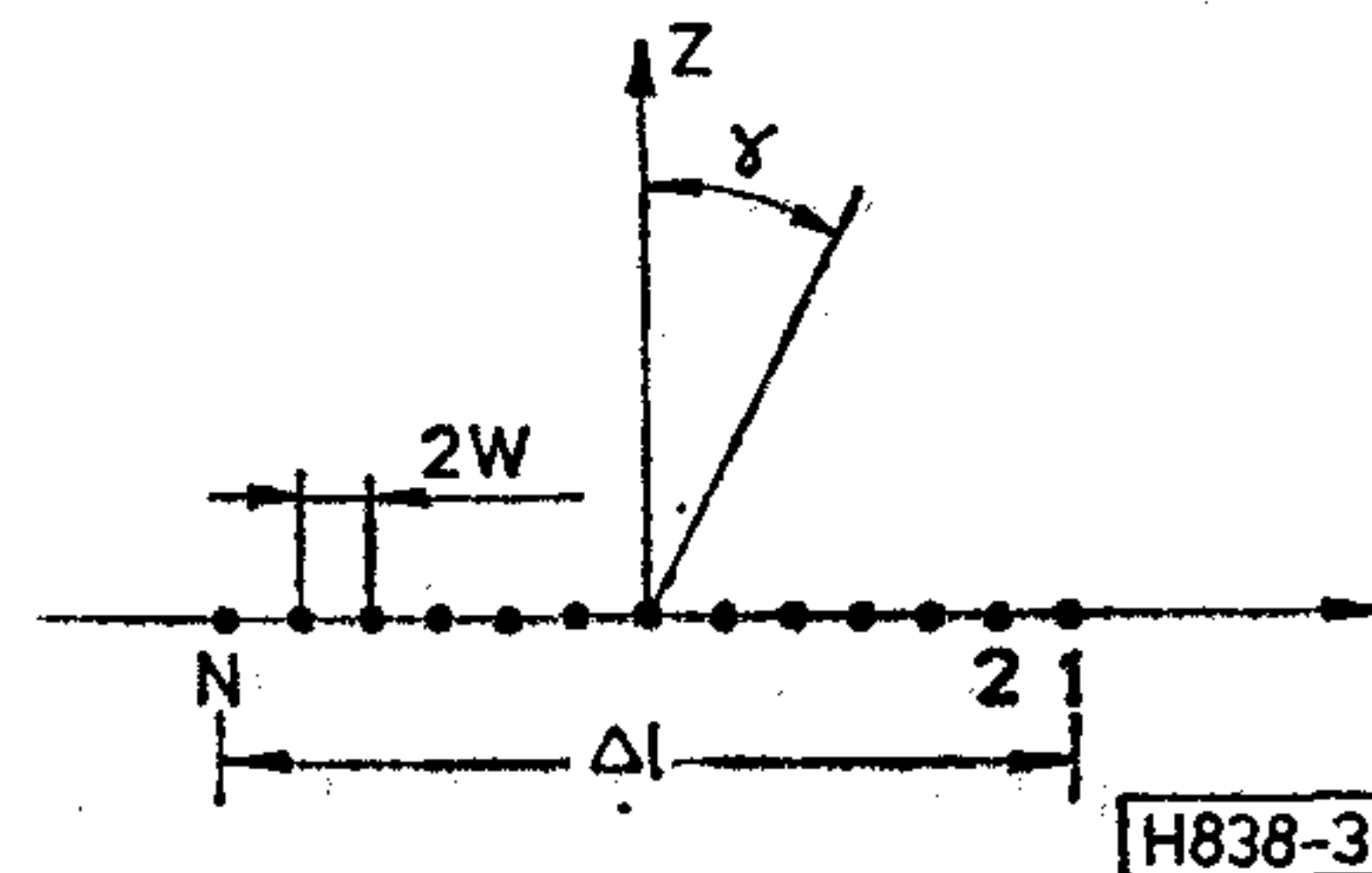
Axiális módban működő antenna iránykarakterisztikája

Az iránykarakterisztika meghatározását a 3. ábra alapján végezzük. A számításhoz azt az időpillanatot rögzítettük, amikor a 3. ábrán vázolt pontsugárzó soron, az aktív tartomány közepén éppen árammaximum van. Ekkor a pontforrások áramamplitúdó- és fáziseloszlása a 2. ábrán megadottal azonos. A $\varphi=0$ síkkal kimetszett pontforrások áramait az áramamplitúdók átlagával közelítjük.

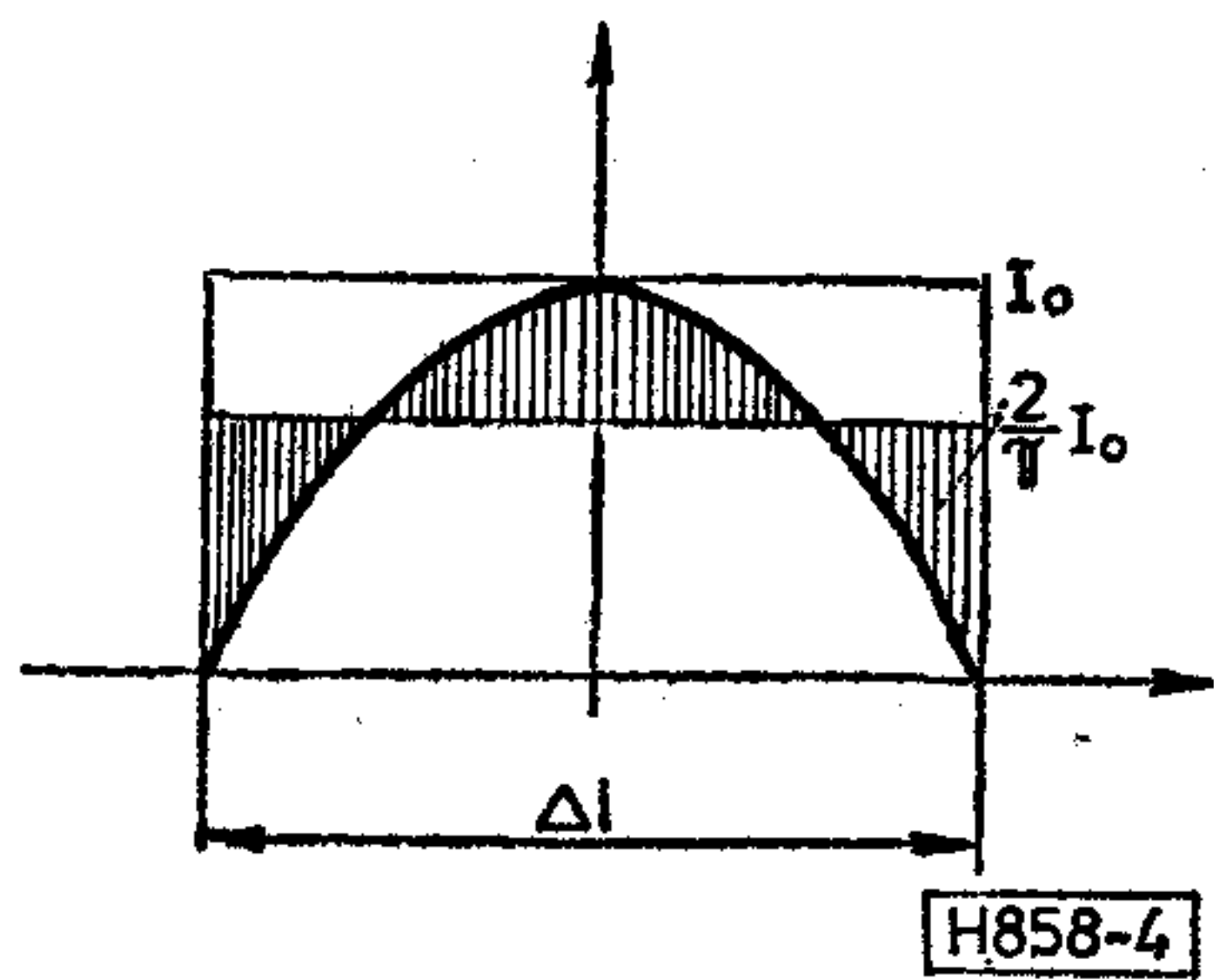
A 4. ábra alapján:

$$I_{\text{átl}} = \frac{I_0}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \alpha \, d\alpha = \frac{2}{\pi} I_0. \quad (18)$$

A pontforrások áramai között a fáziseltérés azonosan $\frac{\pi}{N}$. Az egyenlő távolságú és amplitúdójú izotróp



3. ábra



4. ábra

pontsugárzó sor iránytényezője [12]:

$$f(\gamma) = \frac{\sin\left(N \frac{\psi}{2}\right)}{\sin \frac{\psi}{2}}, \quad (19)$$

ahol:

$$\psi = 2W \beta \sin \gamma + \frac{\pi}{N} = \frac{1}{2N} \sin \gamma + \frac{\pi}{N}. \quad (20)$$

A (20)-at visszahelyettesítve (19)-be:

$$\begin{aligned} f(\gamma) &= \frac{\sin\left(\frac{1}{4} \sin \gamma + \frac{\pi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{1}{4N} \sin \gamma + \frac{\pi}{2N}\right)} = \\ &= \frac{\cos\left(\frac{1}{4} \sin \gamma\right)}{\sin\left(\frac{1}{4N} \sin \gamma + \frac{\pi}{2N}\right)}. \end{aligned} \quad (21)$$

Az iránytényező maximumát a $\gamma=0$ és $\gamma=\pi$ irányban veszi fel;

$$f_{\max} = \frac{1}{\sin \frac{\pi}{2N}} \approx \frac{2N}{\pi}.$$

Ennek megfelelően a relatív iránytényező:

$$f_r(\gamma) = \frac{\cos\left(\frac{1}{4} \sin \gamma\right)}{\frac{2N}{\pi} \sin\left(\frac{1}{4N} \sin \gamma + \frac{\pi}{2N}\right)}. \quad (22)$$

Trigonometrikus függvényátalakítással könnyen belátható, hogy mivel $N \geq 6$

$$\sin\left(\frac{1}{4N} \sin \gamma + \frac{\pi}{2N}\right) \approx \frac{\pi}{2N}.$$

A fenti közelítéssel elkövetett hiba $\gamma=0$ esetén 0%. A hiba a γ növekedésével monoton nő és maximumát $\gamma=\frac{\pi}{2}$ -nél éri el, ahol értéke $N=6$ esetén 14%. Mint később látni fogjuk, ez megengedhető, mivel a maximális hibához tartozó irány éppen a spirálantenna számunkra érdektelenebb minimum sugárzási irányával esik egybe. A fősugárzási szög-tartományon belül a hiba a $0 \leq 12\%$ értékek között

marad, s maximumát a főnyaláb szélein éri el. Ezt a hibát megengedve a $\varphi=0$ síkban az origóra szimmetrikusan elhelyezkedő mindkét pontsugárzó sor egy-egy olyan pontsugárzóval helyettesíthető, melynek relatív iránytényezője jó közelítéssel:

$$f_r = \cos\left(\frac{1}{4} \sin \gamma\right). \quad (23)$$

Az egymástól λ/π távolságra elhelyezkedő két pontsugárzó eredő relatív iránytényezője a multiplikáció elvének (13) megfelelően:

$$f_{re} = f_r \cos \frac{\psi}{2}, \quad (24)$$

ahol:

$$\psi = \frac{\lambda}{\pi} \beta \sin \gamma = 2 \sin \gamma. \quad (25)$$

A ψ értékét (24)-be írva:

$$f_{re} = f_r \cos(\sin \gamma). \quad (26)$$

Mivel az f_r alig tér el az izotróp sugárzó iránytényezőjétől, ($f_{r \min} = 0,97$), a $\varphi=0$ síkkal kimetszett áramelemek hatása egy olyan pontforrással ekvivalens, melynek az iránytényezője jó közelítéssel:

$$f_{re} = \cos(\sin \gamma). \quad (27)$$

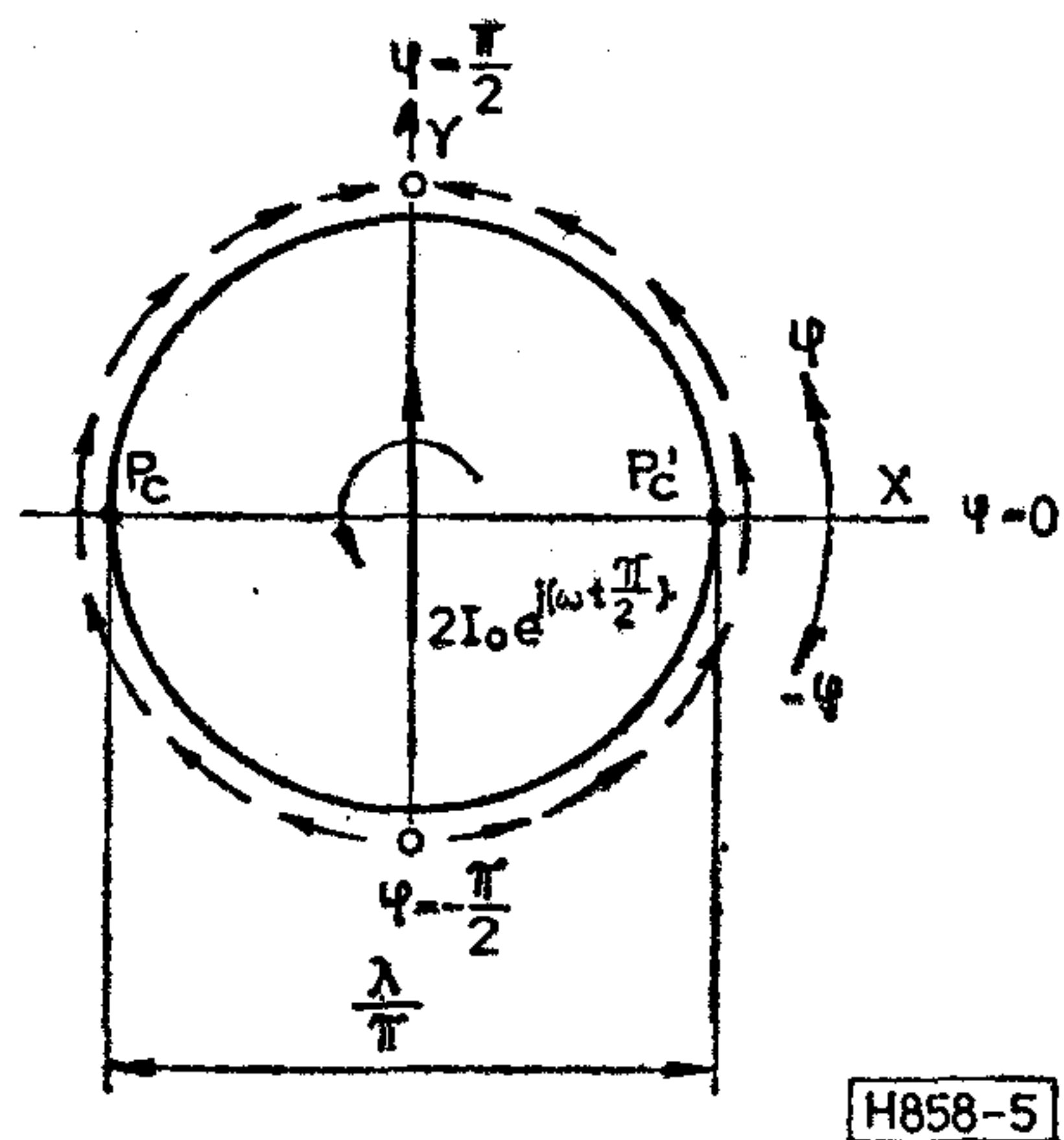
A (27) egy olyan izotróp pontsugárzó rendszer relatív iránytényezője, mely a $\varphi=0$ síkban (az origót tekintve a pontforrások fázisközéppontjának) adja meg a tér-intenzitás irányfüggését. Természetesen az aktív tartományból a $\varphi=0$ síkkal kimetszett áramelemen kívül az antenna sugárzási terének a kialakításában az aktív körgyűrűfelület $\varphi \neq 0$ síkban található áramelei (pontforrásai) is részt vesznek. Az aktív tartományra megadott definíciónk szerint bármely $\varphi \neq 0$ irányban meghúzva, az átmérőt az origóra szimmetrikusan a 3. ábrán láthatóval hasonló két pontsugárzó sort kapunk, ahol a szomszédos áramelemek fáziseltérése azonosan $\frac{\pi}{N}$. A különböző irányokban

meghúzott sugarak mentén elhelyezkedő pontsugárzó soroknál a (18)-al analóg módon kiszámítható átlag-áramok értékei egymástól eltérőek. A sugárzó vezeték együttes hatása az adott időpillanatban rögzített árameloszlásnak megfelelően a sugárzó vezetékeken (meneteken) folytonosan elképzelt pontsugárzó sorokat helyettesítő egyes pontforrások pillanatnyi áramaival jellemezhető. A pontsugárzó sorok ekvivalens pontforrásai az 5. ábrán látható λ/π átmérőjű körvezetőn helyezkednek el, melyen a pillanatnyi árameloszlás a

$$\frac{2I_0}{\pi} \cos \varphi,$$

függvénnyel adható meg. Az 5. ábrán feltüntetett pillanatnyi árameloszlás alapján a körvezető a $\varphi=0$ síkot tekintve egy olyan dipólantennával helyettesíthető, melynek a hatásos hossza:

$$h = K \frac{\lambda}{\pi} \cos(\sin \gamma).$$



5. ábra

Tetszőleges t' időpillanatot kiragadva, a körvezetőt helyettesítő dipólantennát a spirál tekerelési irányától függően a $\pm\omega t' = \pm\varphi'$ iránynak megfelelő helyzetben találjuk. Ekkor a képzeletbeli dipólantenna hatásos hossza bal sodrású spirál esetében:

$$h_x = K \frac{\lambda}{\pi} \cos(\sin\vartheta) \cos\varphi', \quad (28)$$

$$h_y = K \frac{\lambda}{\pi} \cos(\sin\vartheta) \sin\varphi'.$$

Ennek megfelelően a spirálantenna valamely működési frekvencián a geometriai középpontjába elképzelt olyan dipólantennával modellezhető, melynek a „pillanatnyi polarizációja” ugyan lineáris, de az idő függvényében a spirál tekerelési irányának megfelelően a gerjesztési körfrekvenciával forog. Így jobb sodrású spirál esetén jobbra, bal sodrásúnál pedig balra körös polarizációjú lesz az antenna. A forgó dipólmodell alapján a spirálantenna relatív iránytényezője:

$$f = \cos(\sin\vartheta). \quad (29)$$

Az iránytényező tulajdonságai

Az antenna minimum sugárzási iránya a $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ sík.

A maximális sugárzás irányai $\vartheta = 0$ és $\vartheta = \pi$ irányok.

Nullirány nincs. A $\vartheta < \frac{\pi}{2}$ és $\vartheta > \frac{\pi}{2}$ kúpszögtartományban a polarizáció forgási iránya ellentétes.

A $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ síkra szimmetrikus relatív iránytényező értéke a minimum sugárzás irányában:

$$f\left(\vartheta = \frac{\pi}{2}\right) = 0,54.$$

Az $f = 0,707$ összefüggésből a 3 dB-es jelszintcsökkenéshez tartozó kúpnylásszög fele: $\vartheta = 52,5^\circ$.

Az antenna irányhatása

Az irányhatás meghatározását a spirálantenna komplex hatásos hosszának a segítségével végezzük. A for-

gó dipólmodell alapján a spirálantenna komplex hatásos hosszának az abszolút értéke:

$$|\bar{h}| = K \frac{\lambda}{\pi} \cos(\sin\vartheta), \quad (30)$$

ahol: K az antenna geometriájától és a táplálás kiképzésétől függő tényező. Az irányhatás a (30) felhasználásával [14]:

$$D = \frac{|\bar{h}|^2}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} |\bar{h}|^2 d\Omega} = \frac{2 \cos^2(\sin\vartheta)}{\int_{\vartheta=0}^{\pi} \cos^2(\sin\vartheta) \cdot \sin\vartheta d\vartheta}. \quad (31)$$

A nevezőben szereplő függvényt grafikusan integrálva:

$$\int_{\vartheta=0}^{\pi} \cos^2(\sin\vartheta) \sin\vartheta d\vartheta \cong 0,97.$$

Tehát a spirálantenna irányhatásfüggvénye:

$$D(\vartheta, \varphi) = 2,06 \cos^2(\sin\vartheta). \quad (32)$$

A maximális sugárzás irányában:

$$D_{\max} = 2,06 \text{ (3,14 dBi)}.$$

A sugárzási impedancia

Sík struktúrájú antennák sugárzási impedanciájának a számításához a Babinet-elv alkalmazható. A rés-sugárzóknál a bemeneti impedancia meghatározására használatos elv lényege: ha egy vékony fémlemez-ből kivágott antenna sugárzási (ill. bemeneti) impedanciája ismert, akkor az ugyanolyan profilú (komplementer) rés-sugárzóra az alábbi összefüggés írható fel:

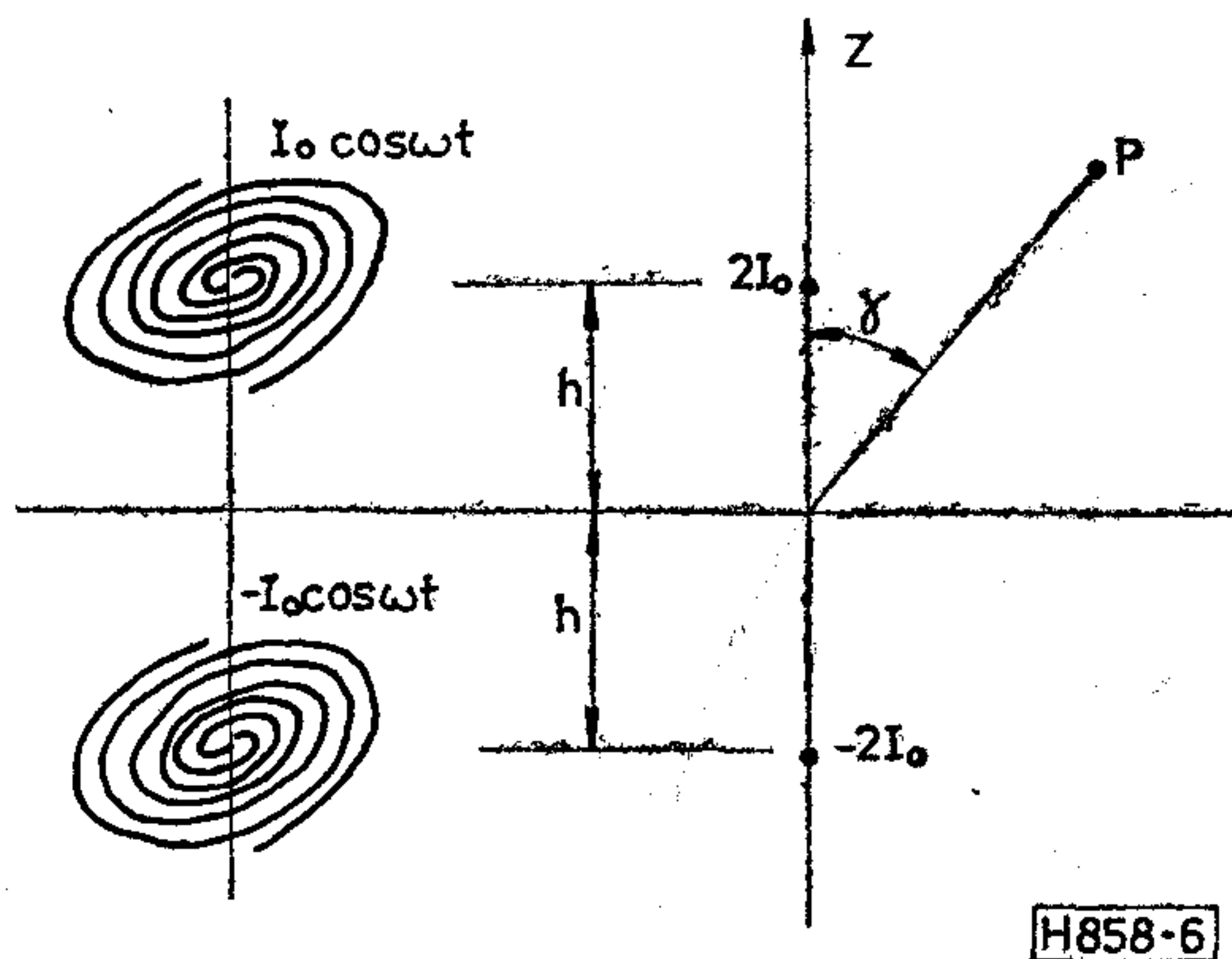
$$Z_1 Z_2 = \frac{Z_0^2}{4}, \quad (33)$$

ahol: Z_1 = a lemezből kivágott antenna, Z_2 = a komplementer rés-sugárzó sugárzási impedanciája, Z_0 = a szabad tér specifikus impedanciája ($120 \pi \Omega$).

Az optimális széles sávú tulajdonságok biztosítása céljából a spirálantennák általában önkomplementer kivitelben készülnek. Ebben az esetben $Z_1 = Z_2 = Z$, melynek megfelelően a sugárzási impedancia értéke $188,5 \text{ Ohm}$. Ettől az értéktől a gyakorlatban eltérés mutatkozik, ami érthető, hiszen a (33) összefüggés olyan résantennára vonatkozik, melyet a hullámhosszhoz képest nagy kiterjedésű és igen vékony fémfelületbe martak. A valóságban a tényleges bemeneti (ill. sugárzási) impedanciát az antenna sajátos geometriája mellett a hordozóanyag és a táplálási geometria együttesen alakítják ki.

A K állandó és az antenna további jellemzői

A sugárzási impedancia ismeretében a (30)-ban használt K állandó értéke az ideális önkomplementer spirálantennákra egyszerűen meghatározható. Írjuk



6. ábra

fel a R_s sugárzási ellenállást a komplex hatásos hossz segítségével [14]:

$$R_s = \frac{30}{D} \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 K^2 \left(\frac{\lambda}{\pi} \right)^2.$$

Az R_s helyére a Babinet-elv alapján kapott 188,5 Ohmot helyettesítve, valamint a korábban meghatározott $D=2,06$ irányhatást beírva, a K értékére $\sqrt{\pi}$ -t kapunk. Ezek után az önkomplementer típusú spirálantennák hatásos hosszainak az abszolút értéke:

$$|\bar{h}| = \sqrt{\pi} \frac{\lambda}{\pi} \cos(\sin \vartheta).$$

A $|\bar{h}|$ ismeretében az önkomplementer antenna valamennyi fontosabb jellemzője meghatározható [14].

A sugárzaskarakterisztika módosítása reflektorral

A spirálantenna mögé h távolságban reflektáló fémfelületet helyezve, az antenna sugárzása egyirányúvá tehető. Az antenna által gerjesztett hullám E vektora a reflektoron való visszaverődéskor 180° -os fázisugrást szenved, mert a tökéletes vezető síkon a villamos térerősség érintőleges komponense zérus. Ennek megfelelően az iránytényező számításánál egy ellentétes áramirányú tükörkép hatását kell figyelembe vennünk (6. ábra). Azt igazoltuk, hogy a spirálantenna sugárzási tere jó közelítéssel egy ω

körfrekvenciával forgó dipól terével egyenértékű, melynek megfelelően a reflektor hatása a föld sík felett elhelyezett vízszintes dipól viselkedésével analóg módon vizsgálható. Ezt a helyettesítő képet használva, a helyettesítő dipólra merőleges síkban a dipólus és tükörképe pontforrásoknak tekinthetők és iránytényezőjük a (27) alapján:

$$f_r = \cos(\sin \gamma).$$

A két pontforrás eredő relatív iránytényezője pedig:

$$f'_r = f_r \cos \frac{\psi}{2}, \quad (34)$$

ahol:

$$\psi = \pi - \beta h \cos \gamma. \quad (35)$$

A (35) felhasználásával a relatív iránytényező a γ és a h reflektortávolság függvényében:

$$f = \cos(\sin \gamma) \cos \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{4h}{\lambda} \cos \gamma \right) \right]. \quad (36)$$

Mivel bármely φ szöggel kijelölt síkban a (36)-tal azonos kifejezést kapunk, a γ helyébe ϑ -t írhatunk:

$$f = \cos(\sin \vartheta) \cos \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{4h}{\lambda} \cos \vartheta \right) \right]. \quad (37)$$

A (37) összefüggés szerint a fősugárzás irányában ($\vartheta=0$), akkor lesz maximális intenzitású a sugárzás, ha $h=\lambda/4$. Ebben az esetben az axiális módban működő reflektorral ellátott spirálantenna relatív iránytényezője:

$$f = \frac{|\bar{h}|}{|\bar{h}_{\max}|} = \cos(\sin \vartheta) \cos \left[\frac{\pi}{2} (1 - \cos \vartheta) \right], \quad (38)$$

mely szerint a 3 dB-es jelszintcsökkenéshez tartozó kúpnyílásszög fele: $\vartheta=43_0$.

Az elméletileg elérhető nyereség

A (38) alapján a (31)-gyel analóg módon az axiális módban működtetett reflektorral ellátott spirálantenna elméletileg elérhető nyeresége a lineáris polarizációjú izotróp antennához viszonyítva az alábbi összefüggés alapján határozható meg:

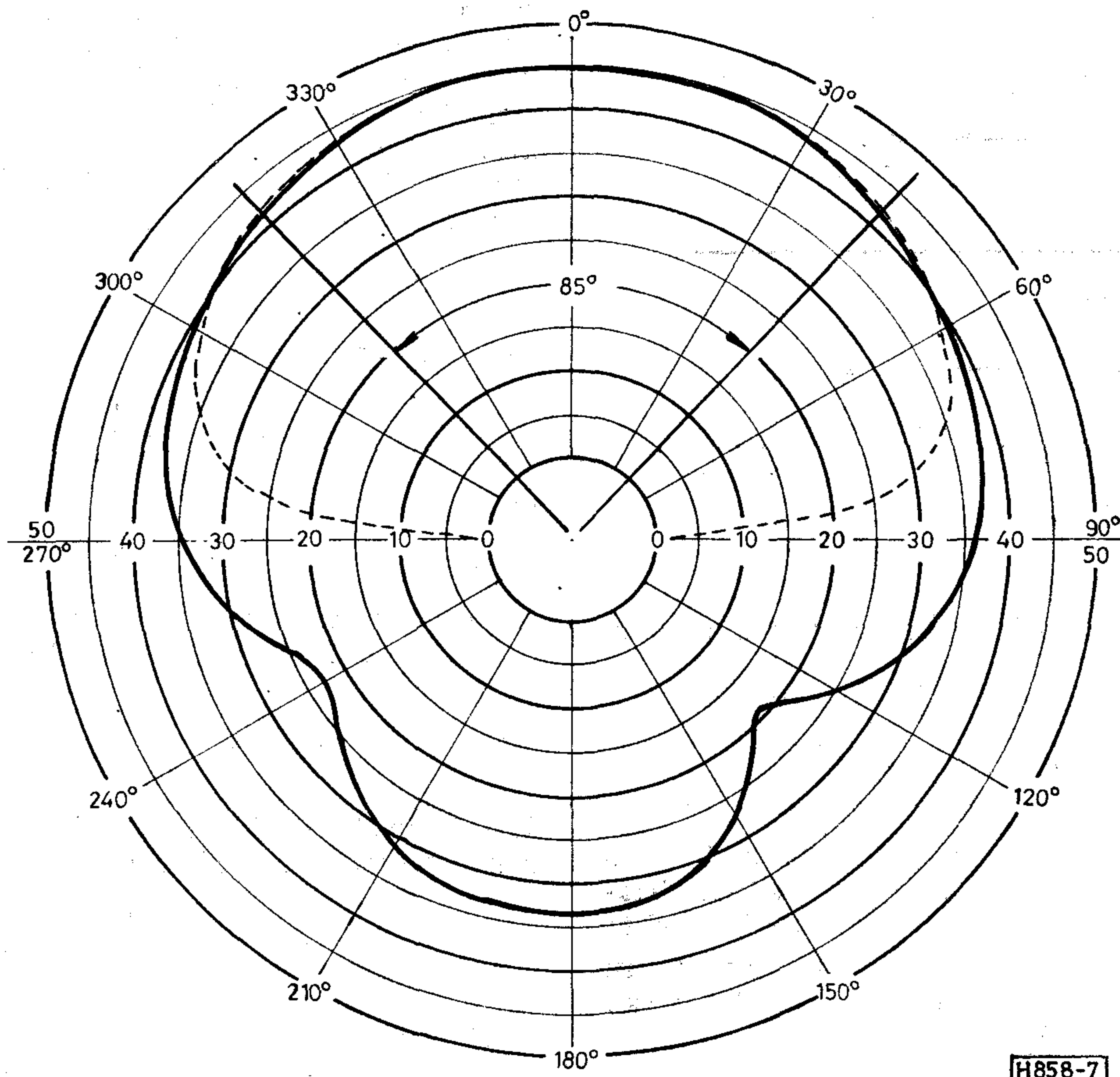
$$D = \frac{\cos^2(\sin \vartheta) \cos^2 \left[\frac{\pi}{2} (1 - \cos \vartheta) \right]}{\frac{1}{4\pi} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\vartheta=0}^{\pi/2} \cos^2(\sin \vartheta) \cos^2 \left[\frac{\pi}{2} (1 - \cos \vartheta) \right] \sin \vartheta \, d\varphi \, d\vartheta}, \quad (39)$$

ahol: a nevezőben szereplő kettős integrál értéke grafikus integrálási módszert alkalmazva:

$$2\pi \int_0^{\pi/2} \cos^2(\sin \vartheta) \cos^2 \left[\frac{\pi}{2} (1 - \cos \vartheta) \right] \sin \vartheta \, d\vartheta \cong \frac{\pi^2}{5}.$$

A kapott értéket a (39)-be beírva, az irányhatás függvénye:

$$D = \frac{20}{\pi} \cos^2(\sin \vartheta) \cos^2 \left[\frac{\pi}{2} (1 - \cos \vartheta) \right]. \quad (40)$$



7. ábra

A főirányban elméletileg elérhető nyereség veszteségmentes antennát és végtelen kiterjedésű föld-síkot feltételezve:

$$G_{\max} \cong 6,37 \text{ (8 dB i).}$$

A gyakorlatban egy közepes minőségű (FR4, G10) hordozóra nyomtatott spirálintenna izotróp antennára vonatkoztatott nyeresége (kb. $\frac{2}{5} \lambda_a$ átmérőjű hengeres reflektorüveget alkalmazva) a sávközépi frekvencián 5 dBi nagyságú. A [15]-ben publikált mérési adatok szerint, kis veszteségű hordozólemezt használva, a spirálintenna működési sávjában 5,6 – 6,9 dBi értéket mértek.

Összefoglalás

B. H. Burdine kvalitatív alapokon nyugvó áram-sávelméletét a sugárzási mechanizmus kvantitatív analízisével is megerősítettük. Az áram-sávelmélet továbbfejlesztésével pontosan behatároltuk a sugárzó áramsávok tartományát, továbbá az antennát elemi sugárzókból álló oldalsugárzó rendszernek felfogva, a gyakorlati tervezés számára elegendő pontossággal meghatároztuk az iránytényezőt és az elméletileg elérhető nyereséget. A sugárzáskarakterisztika meghatározásához használt pontforrásmodell alapján igazoltuk, hogy az ellenfázisban táplált szimmetrikus (kétkarú) spirálintenna egy olyan dipólintennával

ekvivalens, amely a spirál bemenetére kapcsolt $I_0 \cos \omega t$ gerjesztésnek megfelelően, a körfrekvenciával forog az antenna tengelye körül. A képzeletbeli dipól forgásirányának (azaz a spirál tekercselési irányának) megfelelően az antenna jobbra, ill. balra körös polarizációjú teret hoz létre. Az ekvivalens forgó dipóllal arra a gyakorlatban tapasztalt tényre is szemléletes magyarázatot adhatunk, mely szerint a spirálintenna aránylag széles kúpszög tartományban jól megtartja a körös polarizációs tulajdonságot.

Az antennán végzett geometriai analízis során a kétkarú komplementer típusú antennákra a gyakorlatban jól használható általános érvényű tervezési alapegyenletet vezettünk le. Megállapítottuk, hogy az antennatervezés (adott hordozó lemez esetén), csak egyetlen paraméter, a W karszélesség helyes megválasztásán alapszik.

Az analízis eredményeit különböző W vezetősélességgel készített antennákon ellenőriztük. Az antenna irányélességi szöge a végzett analízissel összhangban a karszélességre megadható korláton belül választott W értéktől gyakorlatilag függetlennek tekinthető. A megadott irányzélességi szögtől nagyobb eltérést csak a sáv alsó szélén tapasztaltunk, amelyet a reflektorfal közelségének és a vég hatásnak tulajdoníthatunk. Az antenna nyeresége a hordozó anyag minősége mellett a W karszélesség helyes megválasztásától is függ. A karszélesség túl vékonyra választása esetén a csillapítási tényező jelentős megnövekedése miatt a nyereség csökkenését tapasztaltuk. Egy jellegzetes

iránykarakterisztika a 7. ábrán látható. Az ábrán a mért görbe mellett szaggatott vonallal a (38) alapján számított relatív iránytényezőt is berajzoltuk. A két görbe eltérését a ϑ növekedésének irányában az okozza, hogy a számított görbe esetében végtelen kiterjedésű földsíkot feltételeztünk az antenna síkjától $\lambda_c/4$ távolságra, ugyanakkor a valóságban az antennát egy kb. $\frac{2}{5} \lambda_{\text{alsó}}$ átmérőjű, $\frac{\lambda_c}{4}$ mélységű fémüreg szájára szereltük. (A λ_c a sávközépi frekvenciához tartozó hullámhosszt jelöli).

Végezetül megjegyezzük, hogy a kétkarú archimedesi spirálantennára levezetett, ill. megadott összefüggések a kétkarú szorosan tekercselt ($a \ll 1$) logspirálantennákra is érvényesek. Ez a logspirálgörbét megadó összefüggés sorbafejtésével matematikailag egyszerűen igazolható:

$$e^{a\varphi} = 1 + a\varphi + \frac{a^2\varphi^2}{2} + \frac{a^3\varphi^3}{3!} + \dots + \frac{a^n\varphi^n}{n!} + \dots$$

Megfelelően kis „ a ” választása esetén írható, hogy

$$e^{a\varphi} \approx 1 + a\varphi.$$

Ezzel igazoltuk, hogy az archimedesi spirálantenna a szorosan tekercselt logspirálantenna közelítésének is felfogható. Tehát jó közelítéssel rájuk is érvényesek összefüggéseink.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezem ki köszönetem Ferencz Csabának, a műszaki tudományok doktorának, akivel folytatott szakmai beszélgetések és konzultációk a cikk megírásában segítettek.

- [1] *E. M. Turner*: Spiral Slot Antenna, Wright-Patterson AFB, Ohio, Tech. Note WCLR-55-8. WADC, June 1955.
- [2] *R. Bawer, J. J. Wolfe*: The Spiral Antenna, IRE. National Convention Record p. 84, 1960.
- [3] *J. P. Jones, D. E. Taylor—C. W. Morrow*: Design Techniques for a Light Weight High Power Spiral Antenna, IRE Wescon Convention Record, 4 Part 1, p. 107, 1960.
- [4] *J. A. Kaiser*: The Archimedean Two-Wire Spiral Antennas, IRE Trans. on Antennas and Propagation p. 312, May 1960.
- [5] *J. R. Donellan*: Second-Mode Operation of the Spiral Antenna, IRE Trans. on Ant. and Propagation, p. 637, 1960.
- [6] *Kapor József*: A spirálantenna, Rádiótechnika, 1982. (7., 8., 9., 10.)
- [7] *Kapor József*: Diplomamunka 1975. BME.
- [8] *Surman István*: Nyomtatott áramköri technológiával készülő antennák. Mech. Lab. Műszaki tájékoztató, megjelenés alatt.
- [9] *B. H. Burdine and R. M. Mc Elvery*: The Spiral Antenna, Massachusetts Inst. of Techn. Cambridge Res. Lab. of Electronics, Rept. Nos. 1 and 2.
- [10] *W. L. Curtis*: Spiral Antennas, IRE Trans. on Ant. and Propagation, p. 298. May 1960.
- [11] *V. H. Rumsey*: Frequency Independent Antennas, Academic Press 1966.
- [12] *Istvánffy Edvin*: Távonalak, antennák és hullámterjedés, Tankönyvkiadó, Bp., 1979.
- [13] *Szekeres Béla*: Antennák. Tankönyvkiadó, Bp., 1969.
- [14] *Kapor József*: Elliptikusan polarizált antenna jellemzése a komplex hatásos hosszal, Híradástechnika, 1983.
- [15] *E. Hörmann—R. Reitzig*: Experimental Analysis and Selection of Airborne Antennas for Aircraft-to-Satellite Communication Systems Frequenz 31 (1977) 11.

IFAC '84

Híd az irányításelmélet és a technológia között

A Nemzetközi Automatizálási Szövetség 9. Világkongresszusa 1984. július 2–6. között Budapesten lesz.

A kongresszus tudományos programja felöleli az automatikus irányítás elméletét, alkalmazását és szerepét a műszaki, biológiai, gazdasági és társadalmi rendszerekben.

Főbb témakörei:

- Erőművek és energia rendszerek
- Energia rendszerek modellezése, gazdasági analízise és stratégiai tervezése
- Energia és anyagfelhasználás automatikus irányítása
- Ipari folyamatirányítás
- Városi és szállítási rendszerek irányítása
- Motorikus funkciók idegi szabályozása
- Mesterséges szervezetek irányítása
- Bénulásos betegeket segítő készülékek szabályozása
- Endokrin mirigyek szabályozása
- Programozható eszközök és műszerek az automatikus irányításban
- Szoftver rendszertervezésre és integrációra szolgáló eszközök
- Real-time számítógépes irányítási rendszerek adatátvittele
- Real-time számítógépes rendszerek biztonsága
- Mikroszámítógépen alapuló irányítás
- Irányzatok az irányítástechnika oktatásában
- A fejlődés rendszerteknikai megközelítése
- Rugalmasan alkalmazható automatizálás a gépgyártásban
- Érzékelőkkel irányított robotok a gépgyártásban
- Mérnöki tevékenységek számítógépes automatizálása a gépgyártásban
- A kezelő nélkül működő megmunkálások felügyelete (ellenőrzése)
- Matematikai rendszerelmélet
- A nemlineáris programozás irányítástechnikai alkalmazásai
- Csoport- és játékelmélet
- Aszimptotikus analízis és szinguláris perturbáció
- A számítógép segített tervezés, gyártás és a robotika társadalmi hatása
- A rendszertervező dilemmája — hogyan kapcsolja össze a számszerűsíthető és nem számszerűsíthető kritériumokat

Az automatizálás és a kultúra kölcsönhatása

Nagy rendszerek: elmélet, módszertan és speciális alkalmazások

Rendszertervezés és irányítás a környezetszennyezés megakadályozására

Számítógép segített rendszeranalízis és tervezés

Nagy rendszerek technikájának alkalmazása emberi döntéselőkészítő és management problémákra

A nemzetközi stabilitás javítását szolgáló kiegészítő módszerek (SWIIS)

Vízellátó rendszerek

Ember—gép rendszerek

Ipari rendszerek engineering tevékenysége

Mesterséges holdak keringési magasságának szabályozása

Irányítási problémák űrhajó rendszerekben és bolygóközi űrállomásokon

Kilövés, pályán tartás és visszatérés

Szabványok az automatizálásban

Modellezés és identifikáció

Irányítási rendszerek szintézise

Irányítási rendszerek strukturális tulajdonságai és analízise

Adaptív és sztochasztikus irányítás.

A kongresszus hivatalos nyelve az angol.

Eddig még nem közölt előadásokkal lehet jelentkezni.

Az előadásokat a Nemzetközi Programbizottság fogja elbírálni.

Az előadások angol nyelvű vázlatát *1983. július 1-ig* kell beküldeni (max. 15 gépelt oldalon, 35 sor/oldal, 5 példányban), feltüntetve az első oldalon:

- az előadás címét,
- a szerző(k) nevét és munkahelyét,
- a postai címét, telexét és/vagy telefonszámát,
- a megfelelő témakör címét,
- kb. 10-12 soros tartalmi kivonatot.

Az elfogadott előadásokat 1984. február 15-ig kell végleges formájukban a kongresszusi titkárságra eljuttatni.

Az előadások vázlatát az alábbi címre kérjük beküldeni, ahol kongresszusi tájékoztató is igényelhető:

Kongresszus Titkárság

MTA SZTAKI

1502 Budapest

Postafiók 63

Tel.: 253-442

Telex: 22-5066 AUTINST H

A Telefongyár korszerű kábellétra-szerkezet konstrukciójának ismertetése

MIHÁLY ANDRÁS
MUZIK LAJOS
TERTA

1. Előzmények. Tervezési célkitűzések

A növekvő piaci igények szükségessé tették, hogy az E2 típusú, egységes átviteltechnikai konstrukciós rendszerünkhöz kifejlesszünk egy korszerű öntartó kivitelű, könnyen szállítható és szerelhető kábellétra-szerkezetet, amellyel a belföldi és külföldi — főleg közel-keleti — megrendelőink komplett állomásszerelési igényeit minél teljesebben ki tudjuk elégíteni.

Az új létraszerkezet szükségességét mindenképpen indokolta az is, hogy az eddig használatos létraszerkezetünk — nagy súlya, költséges gyártása és nehézkes szállíthatósága miatt — a követelményeknek ma már nem felel meg, ezen túlmenően a nagy kábelkötegeket igénylő CMK-300 és HZK-300 típusú, E2 konstrukciós rendszerű kereteinknél egyáltalán nem is alkalmazható, mert a keretek kábelezési terét kb. 50%-ban lefedi és ezáltal a szükséges kábelmennyiséget nem lehet kivezetni.

Az új konstrukció kialakításánál a felhasználó oldaláról nézve az alábbi fő szempontokat vettük figyelembe:

- kis önsúly mellett nagy terhelhetőségű legyen,
- lehetőleg kis számú, univerzális alkatrészből álljon,
- a felhasználás helyén könnyen szerelhető és felállítható legyen,
- tegye lehetővé az egy- és kétsoros szerelhetőséget,
- az időközben felmerülő igényváltozás esetén, pl. az állomás bővítésekor egyszerű módon lehessen a keretek beállítását és cseréjét végrehajtani.

A fenti igények és tervezési célkitűzések messzeemenő figyelembevételével született meg az új kábellétra-konstrukció, amelyről mind a HTIG, mind a MÁV szakemberei pozitívan nyilatkoztak. A létraszerkezet megítélésünk szerint, továbbá az egybehangzó véleményezések alapján az említett célkitűzéseknek maradéktalanul eleget tesz:

- A létraszerkezet méterenkénti súlya kb. 11-12 kg, ami a korábbinak mindössze 1/3-a. Szállítási helyigénye pedig annak 1/5-e. Teherbíró-képességére vonatkozólag csak számított adatok állnak rendelkezésre: a létraszerke-

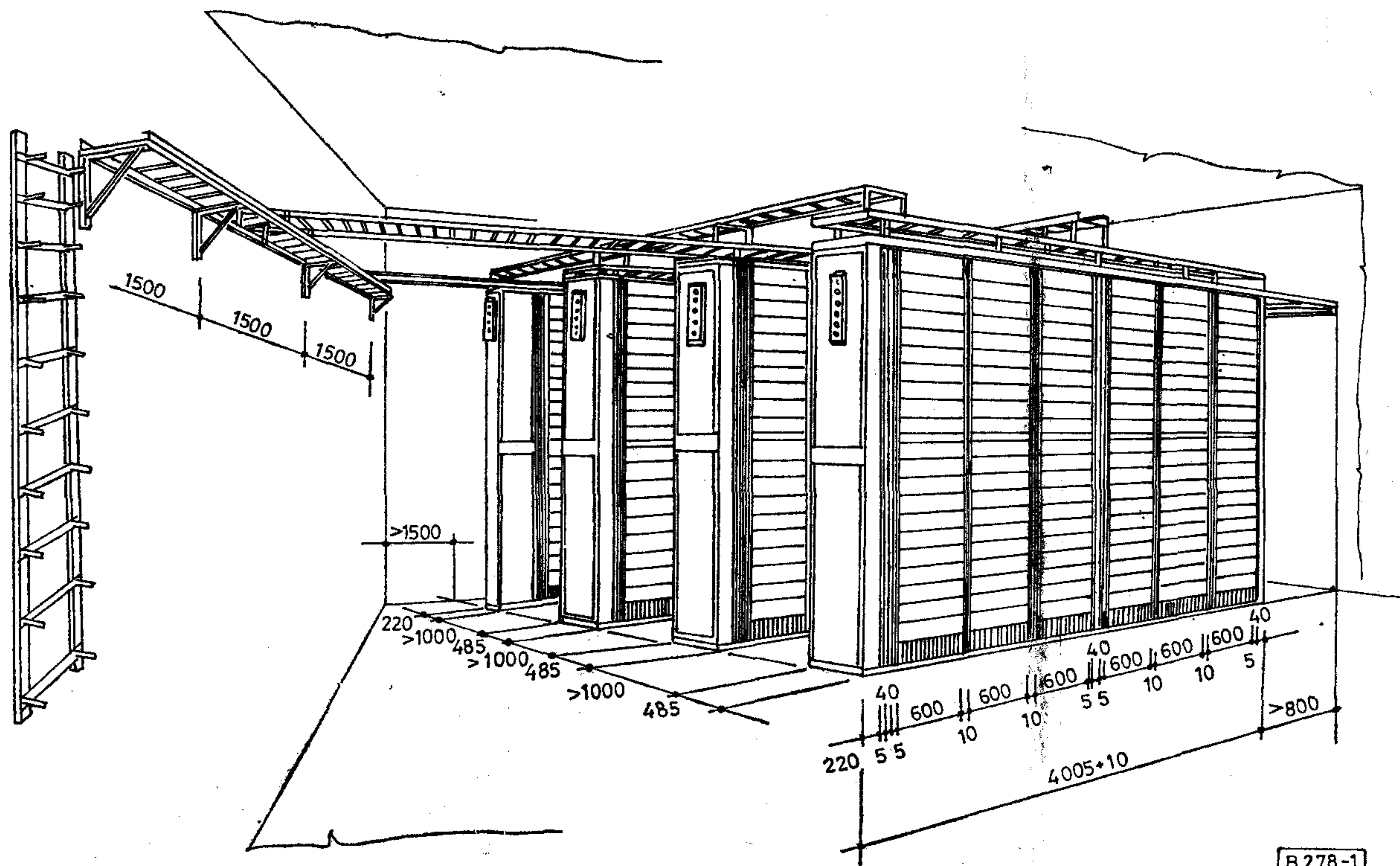
zetet behajlásra, míg tartóoszlopait kihajlásra ellenőriztük és szilárdságtani számításainkhoz egy támaszközre (1870 mm) 5000 N nagyságú, egyenletesen megoszló kábelterhelést tételeztünk fel, amely hatására kb. 2-2,5-szeres terhelhetőségi biztonság adódott.

- A létraszerkezet 20 db alapelemből és ezeknek kis számú változatából áll, amelyek döntő többsége egyszerű szerszámokkal — daraboló, hajlító, lyukasztó — gyártható és csak minimális új szerszámozottságot igényel. Egy különlegesen fontos gazdaságossági szempontot is sikerült megvalósítanunk, nevezetesen azt, hogy kizárólag járatos alapanyagokat használtunk fel.
- A létraszerkezet a helyszínen való könnyű szerelhetőséget is biztosítja, mivel a csavarozás és a szerszámmal történő hajlítás mellett csak könnyen elvégezhető, szükség szerinti darabolást és fúrást igényel.
- Az egy- és kétsoros kivitel az alapelemek változataiból könnyen összeállítható.
- Mivel öntartó és zárt rendszert képez, igényváltozás esetén a keretek (berendezések) beállítása és cseréje a létraszerkezet bontása nélkül egyszerű módon végrehajtható.

A kábellétra összeszerelése az erre a célra készült „Kábellétra-szerkezet általános szerelési leírása” című kiadvány alapján végezhető el. A szükséges létraelemek fajtáját és számát ennek a szerelési leírásnak a segítségével az állomás tervének megfelelő összeállításban lehet megrendelni. Mindezek az elemek egy-egy készletként, nem összeszerelt állapotban kerülnek kiszállításra és a helyszínen szerelhetők össze. A létraelemek nagyfokú variálhatósága folytán lehetőség van arra is, hogy ezekből az üzemeltető a helyi feltételeknek, illetve a saját elképzelésének megfelelő összeállítási kombinációkat alakítson ki.

Az előzőekben röviden beszámoltunk arról, hogy milyen célból és milyen szempontok alapján alakítottuk ki az új kábellétrát.

Még mielőtt rátérnénk e kábellétra alapelemeinek konstrukciós ismertetésére, előbb — a konstrukció jobb áttekinthetősége végett — a következő fejezetben rövid összefoglaló funkcionális áttekintést adunk a létrarendszer általános szerkezeti felépítéséről.



1. ábra. Kábellétrarendszer. Fő méretek

2. Rövid funkcionális áttekintés

A létrarendszer általános szerkezeti felépítését az 1. ábrán látható állomási elrendezés bemutatásával tárgyaljuk. Az ábrán példa látható egy állomási elrendezésre. Vázlatosan feltüntettük a kábellétrarendszer, valamint a keretsorok, illetve kábellétrasorok javasolt méretkiosztását.

A helyiség három sorban felállított és soronként 2×6 keretből álló dupla keretsorra, valamint a fal mellett egy sorban felállított szimpla keretsorra van méretezve.

Mindegyik sor vége a főfolyosó felőli részen sorvégi lezáró kerettel (SLK) van ellátva. Üzemeltetési okokból a sorokat egymástól minimálisan 1000 mm-es sorközzel kell felállítani. Szintén üzemeltetési okokból a sorok SLK-kerettel ellátott végei és a szemközti fal között minimum 1500 mm széles főfolyosót célszerű biztosítani. A sorok másik végén elégséges egy kb. 800 mm széles segéd folyosó.

A bemutatott állomás kábellétrarendszere lényegében három fő részből áll:

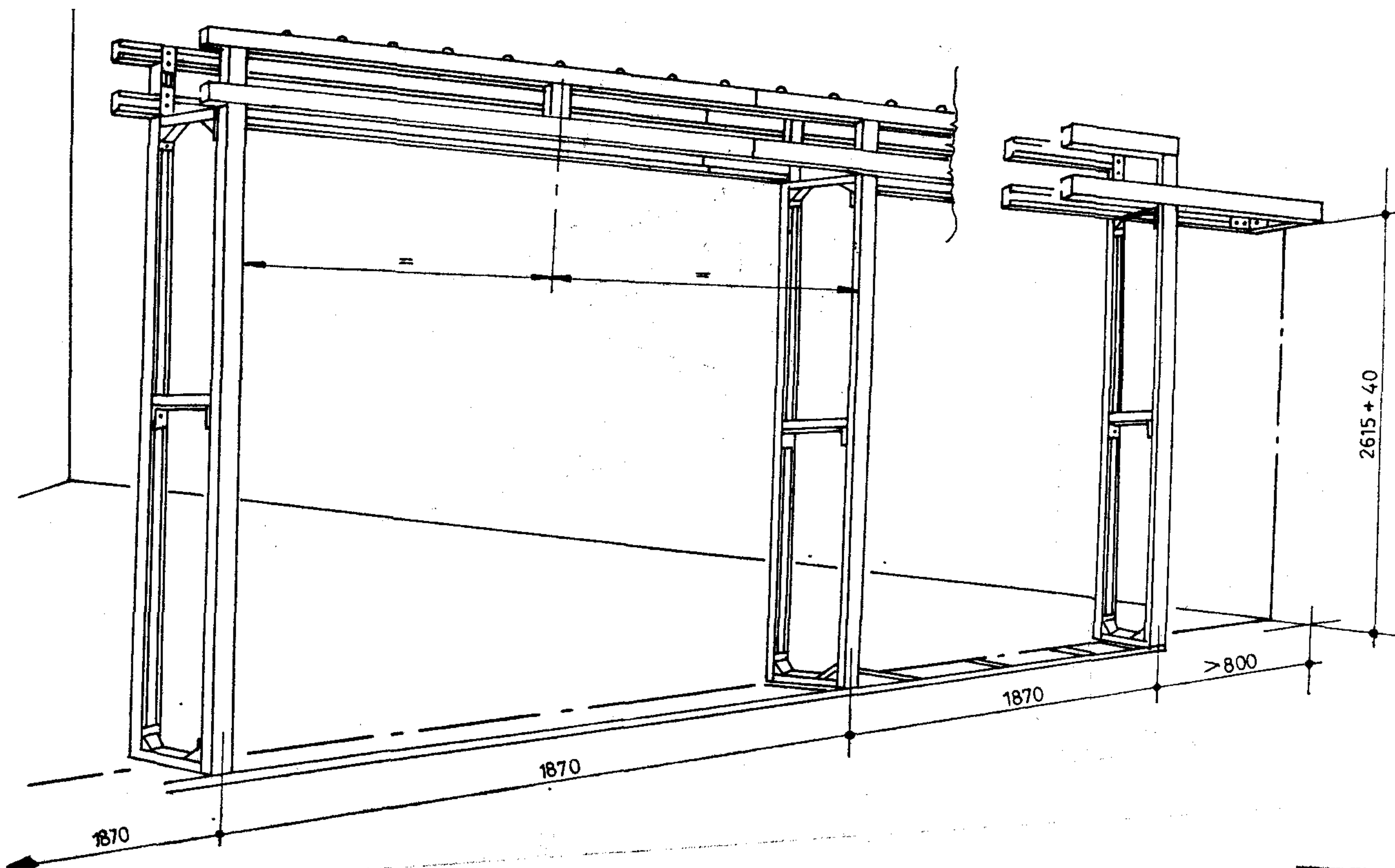
- a szabadon álló kábellétrasorokból,
- a fal mellett és falra szerelt kábellétrákból, és
- a kábellétrahidakból.

A kábellétrarendszert — követve az utóbbi évek irányzatát — burkoló és takaró lemezekkel nem látjuk el.

A 2. ábra az állomás egy szabadon álló kábellétrasorát szemlélteti, melynek magassági mérete 2615 mm. Szélességi mérete 220 mm, vagy 485 mm lehet. Mint említettük, ez attól függ, hogy „egysoros” keretsort, vagy egymásnak háttal felállított „kétsoros”

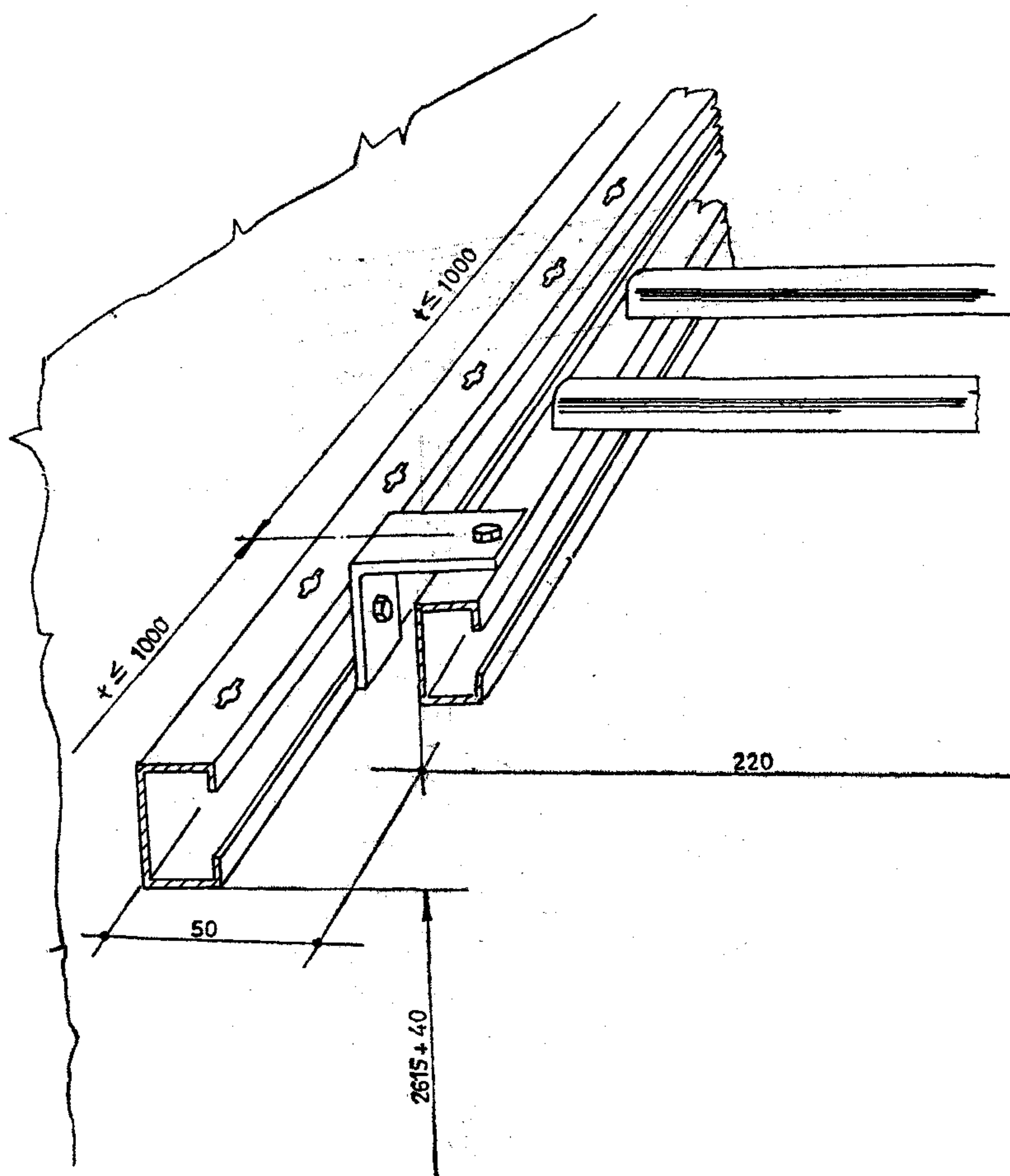
keretsort kívánunk felállítani. A létrasor hosszúsága nincs korlátozva, az mindig igazodhat a mindenkori követelményekhez és a helyi feltételekhez, terhelhetősége azonban akkor optimális, ha az alátámasztási közök, E2 típusú keretek alkalmazása esetén három keretenként — 1870 mm — követik egymást. A megadott optimális alátámasztási közök abban az esetben növelhetők — maximum öt keretszélességre (3100 mm) —, ha az adott helyekre olyan típusú berendezések (keretek) kerülnek felállításra, amelyek kábeligénye kevesebb. Ellenkező esetben a létrasor behajlása a megengedett értéknél nagyobb lesz, ami viszont akadályozhatja a keretek utólagos cseréjét. A 3. és 4. ábrákon az állomás fal mellett és falra szerelt kábellétrasorának részlete látható. A létrasorok hosszúsága szintén nincs korlátozva, szélességi méretük azonban állandó (220 mm.). A fal mellett létrasor (3. ábra) kialakítása olyan, hogy biztosítja az alá helyezett keretsor hátlapprésze és a fal közötti mintegy 50 mm-es távolságot. Ez a távolság figyelembe veszi a fal egyenlőtlenségét és megakadályozza, hogy a fal állapota — nedvesség, hőmérséklet, stb. — közvetlen hatást gyakoroljon a berendezésekre. A létrasor magassági mérete 2615 mm, és azt eldőlésveszély ellen kb. 1000 mm-enként, a falra erősített tartóhoz ki kell kötni.

A falra szerelt létrasor (4. ábra) konzolokon helyezkedik el. Két konzol között az ajánlott távolság 1500 mm. A falilétra kábelhelyezési síkját meghatározó „a” méretét mindig az adott állomási követelményeknek megfelelően kell megválasztani. Például, ha az a követelmény, hogy a falilétra síkja a keretsorok kábellétrasíkjával egyező magasságban legyen, akkor a padló síkjától mért „a” távolság 2655 mm. Természetesen az állomás falilétrája tetszés szerint



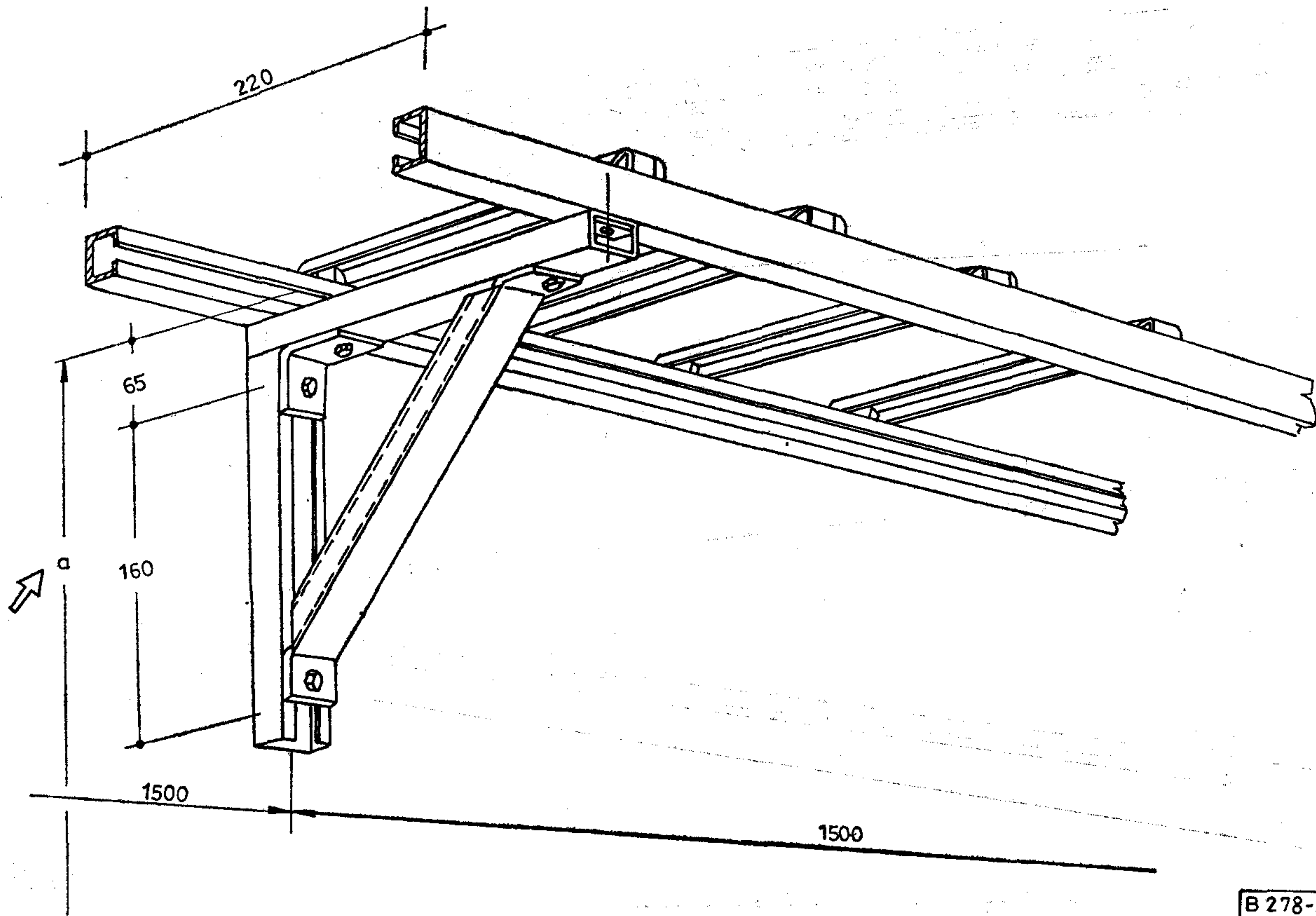
2. ábra. A szabadon álló kábellétrasor

B 278-2

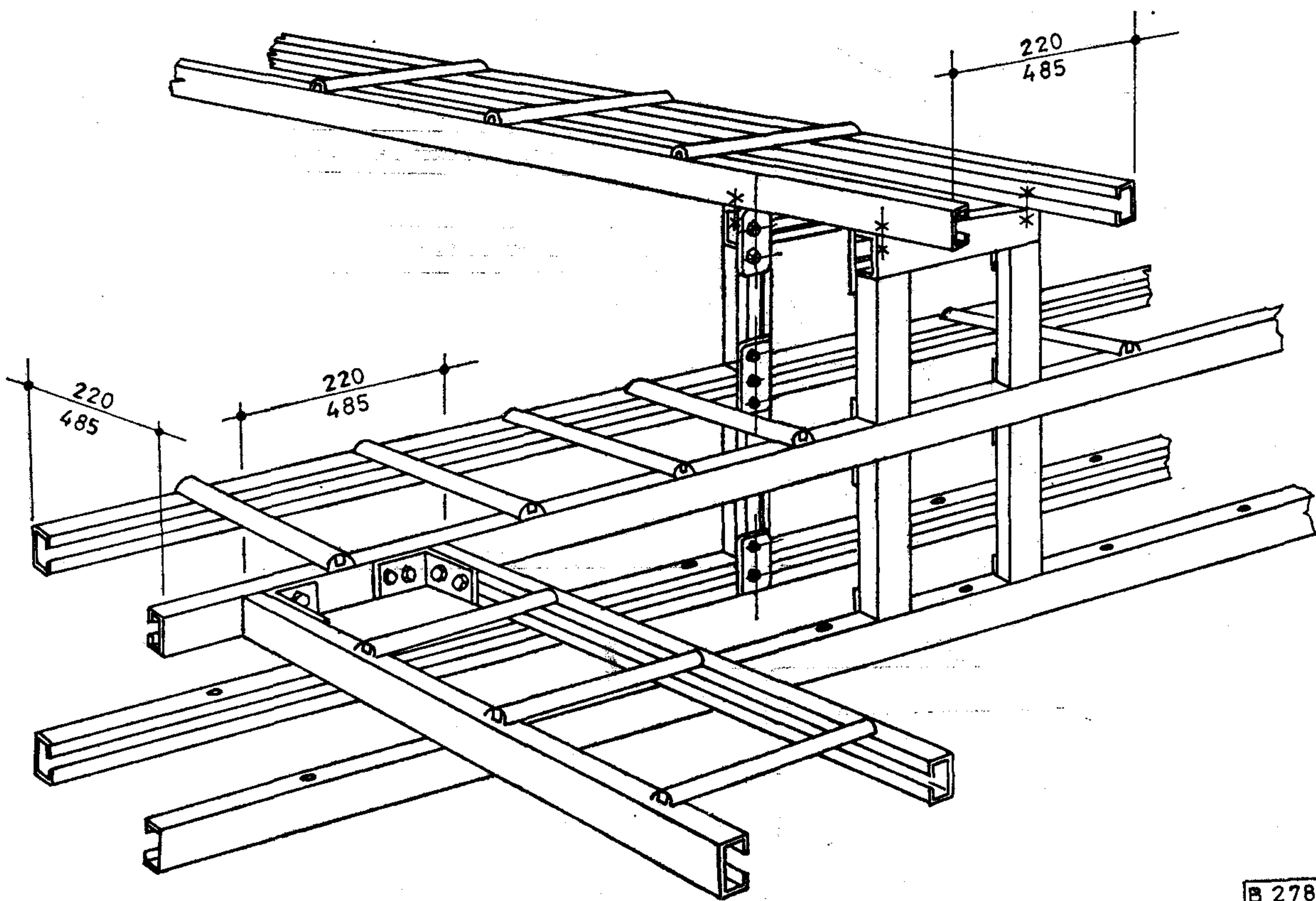


3. ábra. A fal melletti kábellétrasor részlete

B 278-3



4. ábra. A falra szerelt kábelletrásor részlete



5. ábra. A kábelletrahíd részlete

kiegészíthető a létraelemek variálásával összeállított más kialakítású létraszerkezettel. Az 1. ábrán látható állomás falikábellétrája egy „függőleges helyzetű” kábellétrával van kiegészítve.

Az 5. ábra az azonos szintű és az emeltebb szintű kábellétrahíd részletét mutatja. A kábellétrahíd az egyes létrasorok közötti kábelcsatlakoztatást biztosítja. Hosszúsági mérete a sorok közötti távolsági méretekhez igazodik. Szélességi mérete 220 mm vagy 485 mm lehet.

A 2., 3., 4., és 5. ábrákon bemutattuk a kábellétrarendszer fő részeit. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk azok közös jellemzőit:

Mint ahogy az ábrákból is kitűnik, a létrarendszer alapalkatrésze egy \square profil. Ebből a profilból készülnek a fal és sorslétrák, valamint a kábelhidak főtartói, ezenkívül a kábellétrát alkotó tartóoszlopok és falikonzolok, valamint a különböző hosszúságú ki-támasztó, távtartó és véglezáró idomok. Összeerősítésük speciálisan kialakított körmölt anyával és hatlapfejű csavarral történik. Az egyes sarok- és csomópontok merevségét és derékszögűségét összefogó- és merevítőlemezek biztosítják.

A létrarendszer „normál” és „osztott” kivitelű létrafokokkal szerelhető fel és kiegészíthető egy- és kétoldalas kábeltartókkal, amelyek a tápfeszültség-vezetékek tartására szolgálnak.

A sorslétrák alá helyezett keretek (berendezések) tartószegletek segítségével rögzíthetők a létrák fő-tartóihoz.

A következő fejezetben rátérünk a kábellétra fent említett fontosabb alapelemeinek konstrukciós ismertetésére.

3. Konstrukció

A konstrukció ismertetését a vázrendszert alkotó alapalkatrészek szerkezeti kialakításával kezdjük. A 6a, 6b és a 7a, 7b ábrák a vázszerkezet felépítésére, valamint a sarok- és csomópontok kialakítására legjellemzőbb részletmegoldásokat szemléltetik, és egyben a vázszerkezet alkatrészeinek összefoglaló elhelyezését is mutatják.

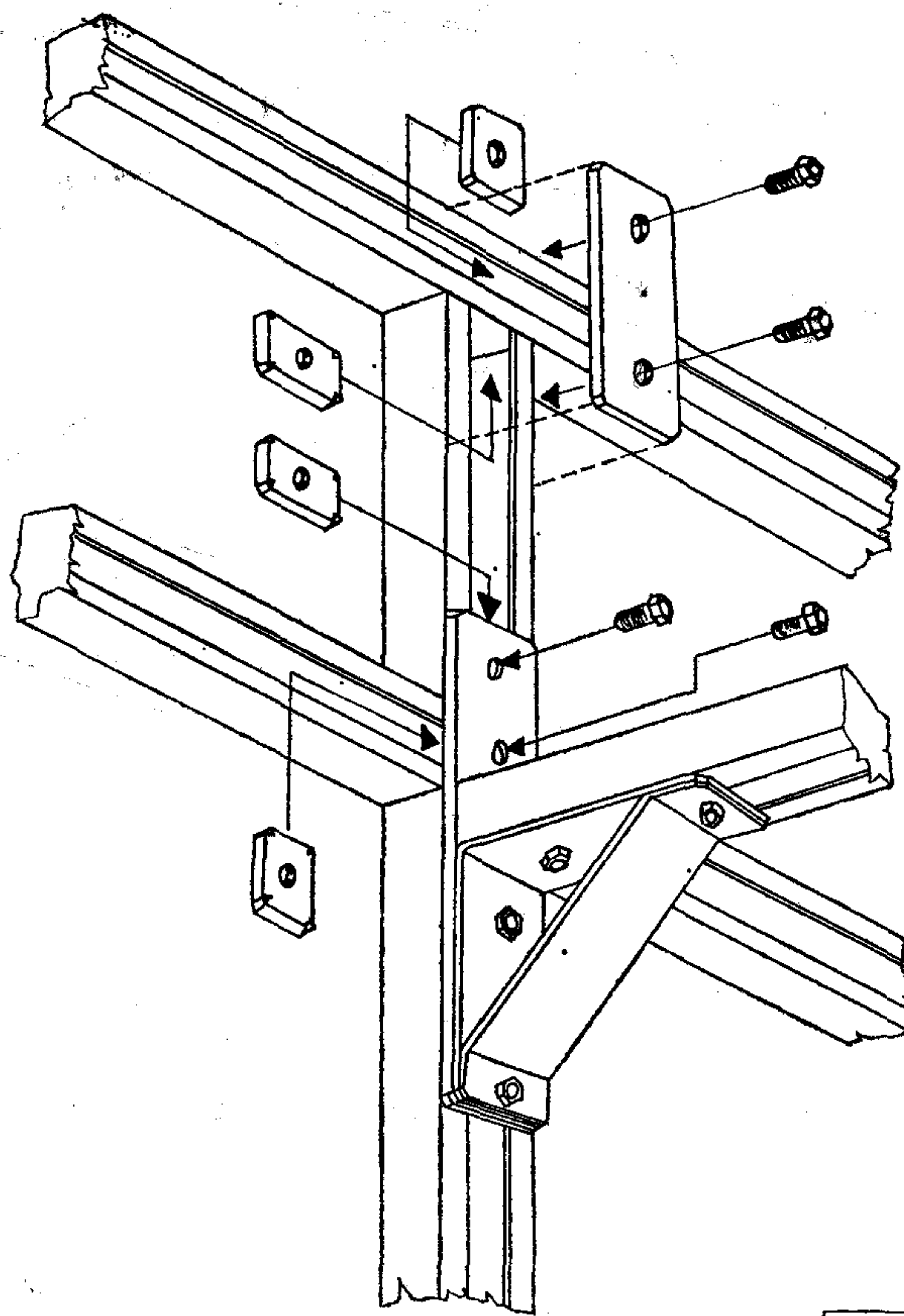
Perspektivikus célunk volt a vázszerkezet kialakításakor, hogy annak alapeleme egy olyan belső elő-állítású profil legyen, amiből azonos gyártástechnológiával, változatlan keresztmetszet mellett, különböző hosszúságú alkatrészek alakíthatók ki.

Gondos konstrukciós mérlegelés és előzetes szilárdságtani számítások alapján $40 \times 25 \times 7/1,5$ mm-es méretű, M2H minőségű acéllemezről készült \square profil mellett döntöttünk.

A \square profilból készült alapalkatrészek átlagosan 80 μ m vastagságú, sötétszürke effektzománc kikészítést kapnak. A bevonat tulajdonképpen hőre keményedő domborzománc, amely az alapfém felületi hibáit jól eltünteti és a belső téri klimatikus viszonyoknak kitűnően ellenáll.

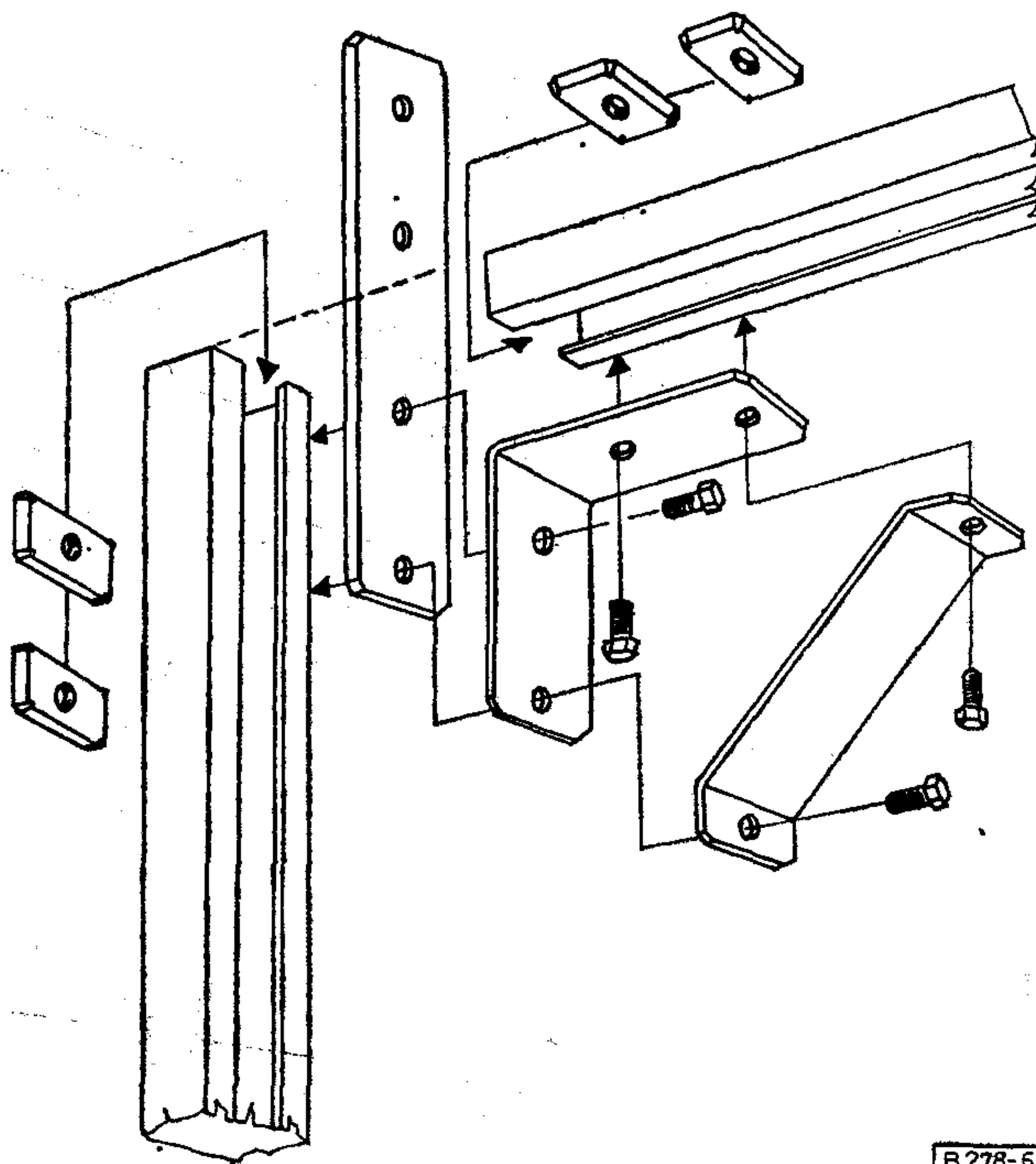
Ezek az alapalkatrészek a sarok- és csomópontokban egyszerű kialakítású elemekkel erősíthetők össze, amelyek megbízhatóan biztosítják a csatlakoztatott alkatrészek derékszögűségét és a csatlakoztatás merevségét. Az összeerősítő elemek különböző méretű acéllemezről készülnek, horganyzott kivitelben.

A tervezés folyamán még egy lényeges követelményt is meg kellett oldanunk, nevezetesen azt, hogy az összeszerelt vázrendszer érintésvédelmi szempontból azonos földpotenciálon legyen. Ezt a követel-



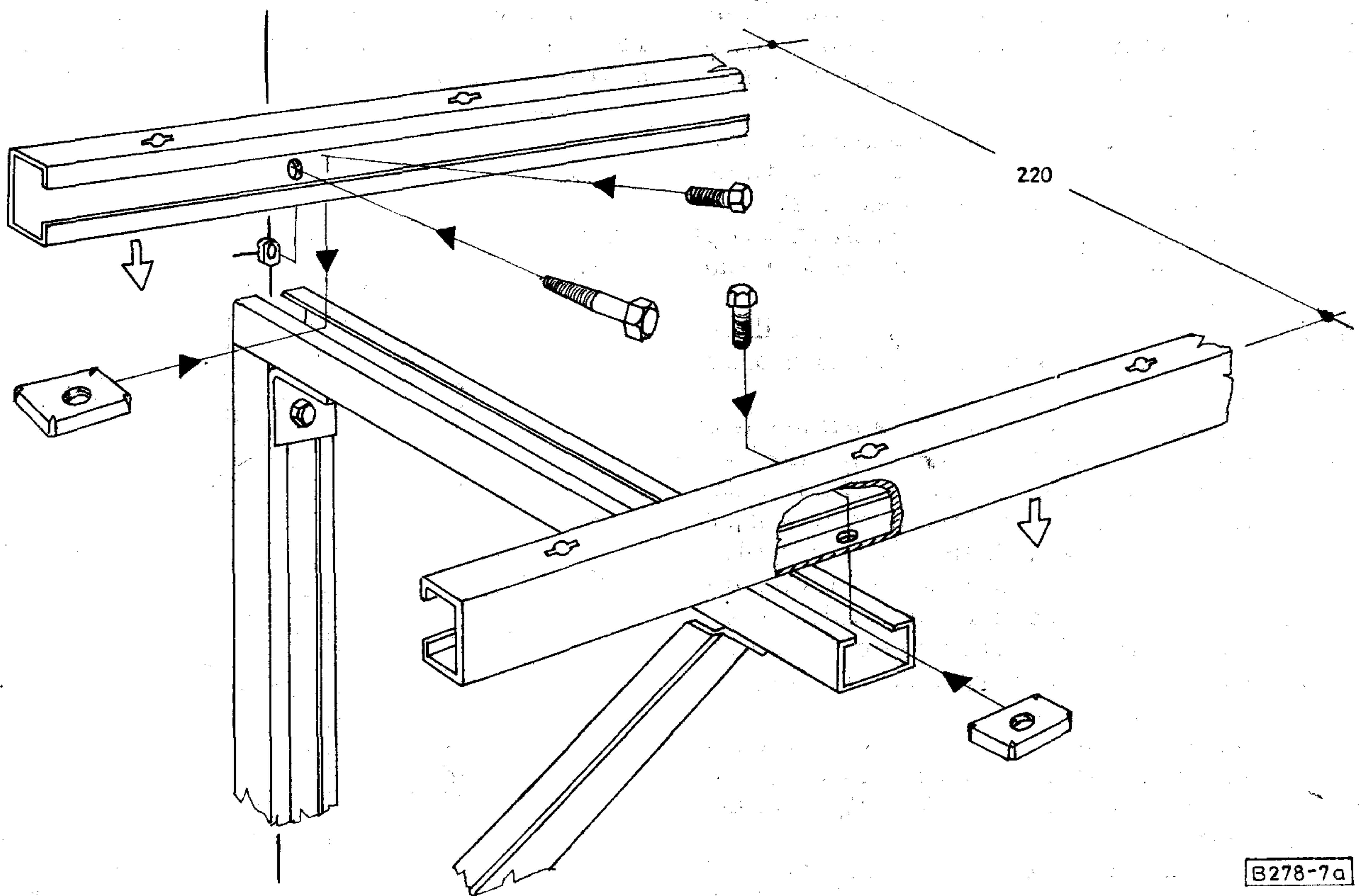
B 278-6a

6/a ábra. A tartóoszlop és a sorslétra csatlakoztatása

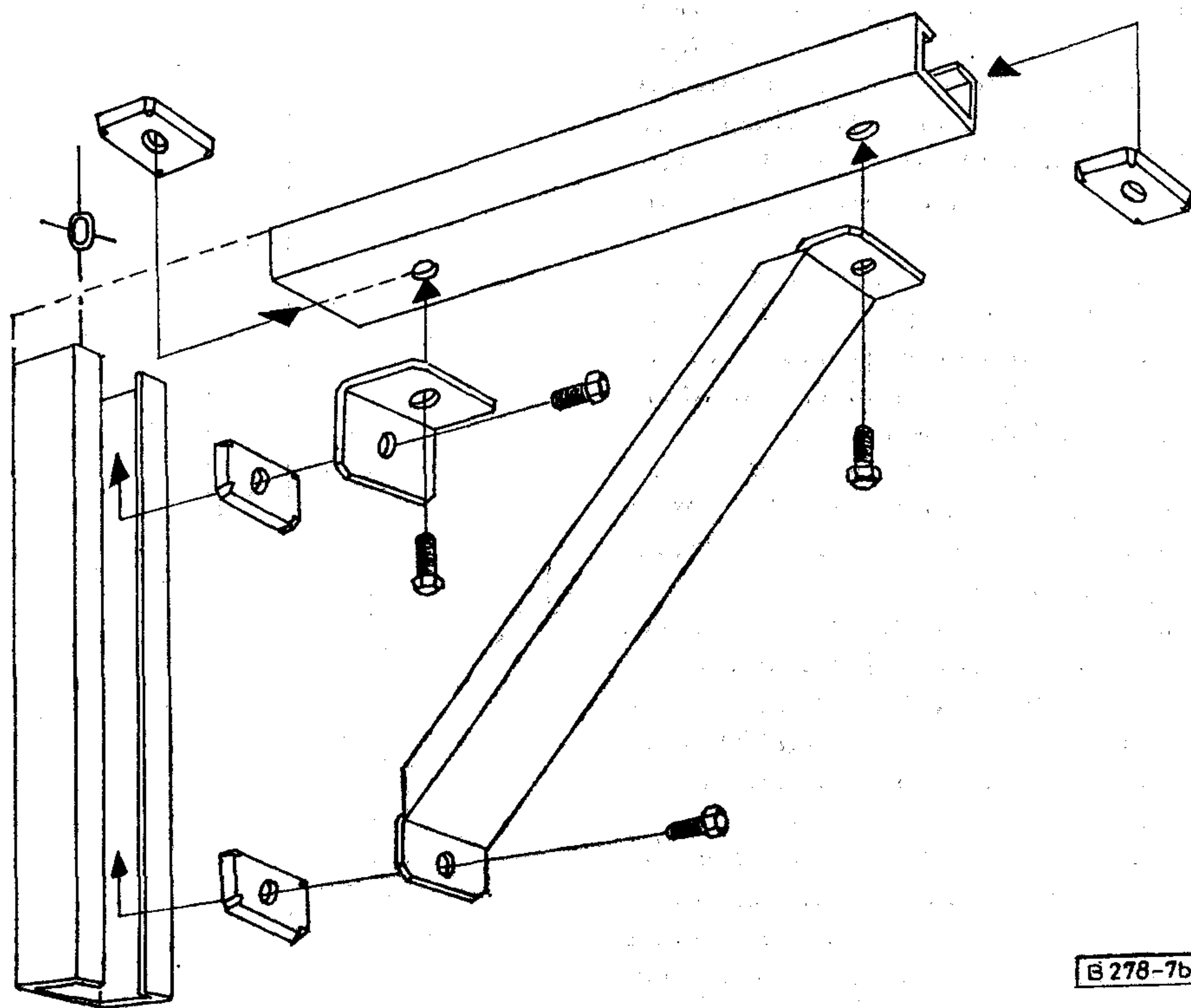


B 278-6b

6/b ábra. A tartóoszlop felső sarokpontjának kialakítása



7/a ábra. A falikonzol és a létraelemek csatlakoztatása



7/b ábra. A falikonzol sarokpontjainak kialakítása

ményt a speciálisan kiképzett anyalemezek biztosítják (6. és 7. ábrák). Néhány szót ezek kialakításáról:

Az anyalemezek M6-os méretűek, és A34 minőségű, 20×5 mm-es méretű lapos acélból készülnek és bevonatuk az összeerősítő lemezek (szegletek, merevítő lemezek stb.) bevonatával megegyezik. Kialakításuk olyan kivágó szerszámmal történik, amely darabolásakor kb. 0,8 mm magasságú „körmököt” hoz létre az anyalemezek sarkain. A „körmök”, a csavarok meghúzásakor fellépő erő hatására a profilok festékbevonatán áthatolva belenyomódnak az alapfémbe, és így biztosítják a sarok- és csomópontokban összefogott elemek „fémes” érintkezését. A körmölt anyalemezek ezen túlmenően megakadályozzák az összefogott elemek elmozdulását.

Már az 1. fejezetben említettük, hogy a vázszerkezet a helyszínen való összeszereléskor csak könnyen elvégezhető, szükség szerinti darabolást és fúrást igényel. Ezek a műveletek a 8. ábrán látható fúrókészülék használatával biztonságosan és pontosan elvégezhetők. Az acélból készülő készüléktest edzett fúróperselyekkel van ellátva, amelyek $\varnothing 6,7$ mm-es csigafúró megvezetésére szolgálnak.

A fúrókészülék segítségével pontos furatok készíthetők a \square profilok gerinc- és övlemezének szimmetriavonalában.

Kézifűrészsel való darabolás esetén a vágott felület merőlegességét a fúrókészülék oldala melletti fűrészlapvezetéssel lehet biztosítani.

A 9. ábrán a vázszerkezet összeszerelését szintén megkönnyítő és az üzembe helyezők számát csökkentő céleszköz látható. A kitámasztó szerkezet acélcsővek-

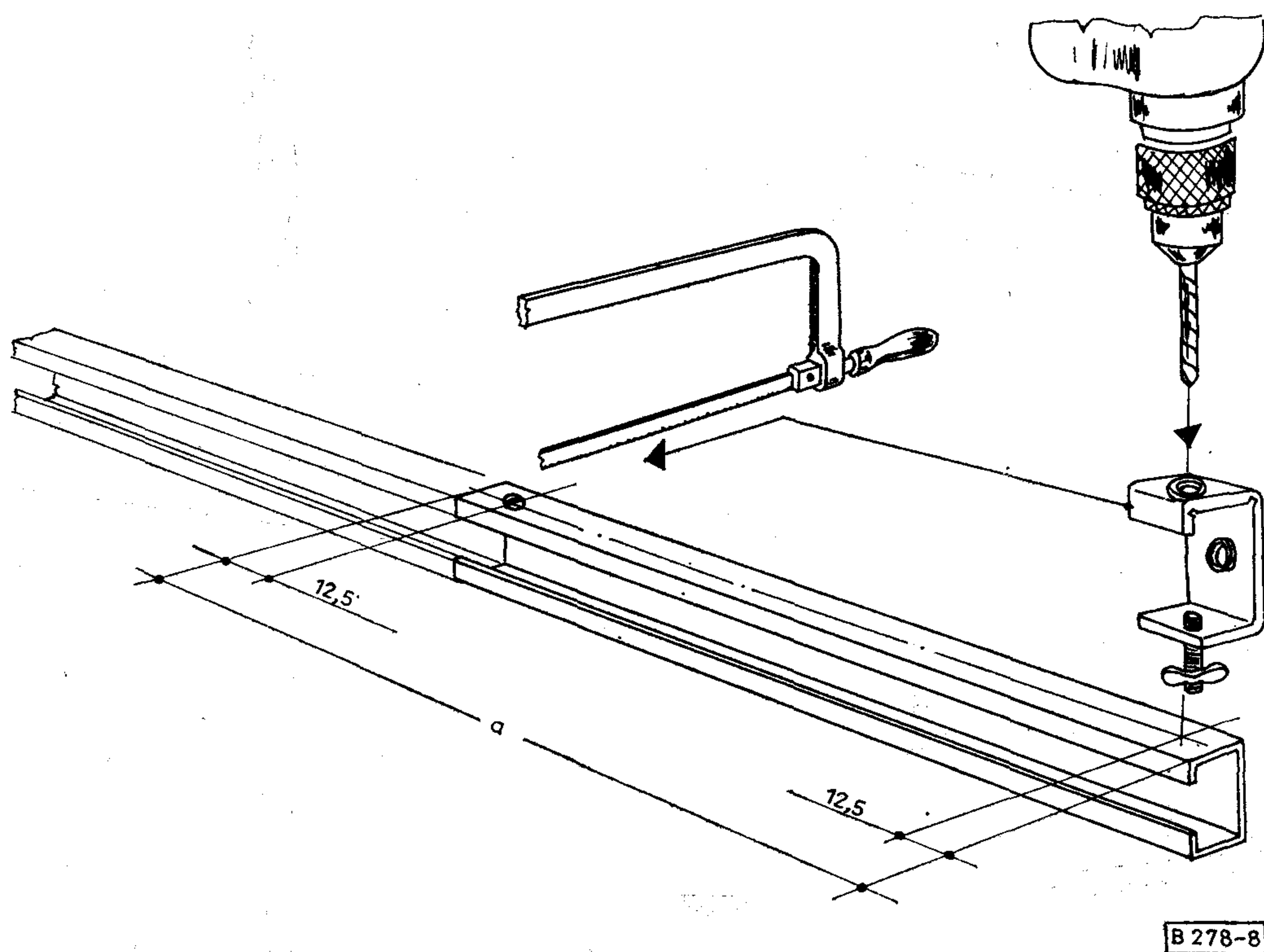
ből készül összetolható kivitelben. Magassági mérete egyszerű módon beállítható. Használatával a szerelési idő is csökkenthető. Mindkét segédeszköz az igényeknek megfelelő darabszámban rendelhető.

A létrarendszer vázszerkezete két, különböző típusú létrafokkal látható el.

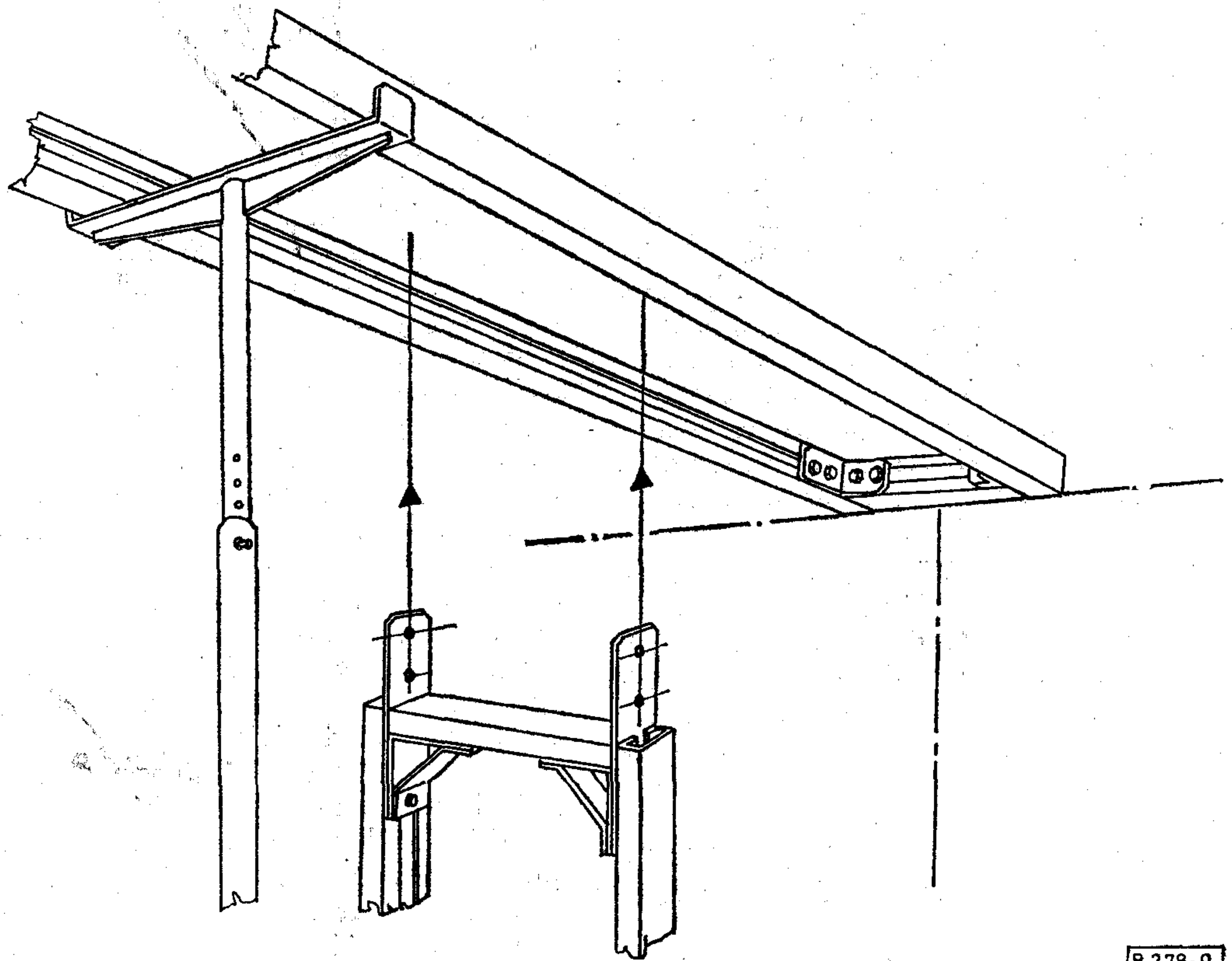
A 10. ábrán az egyszerűbb felépítésű, ún. „normál”-kivitelű létrafok látható, amely 1 mm-es méretű, M2H minőségű galvanizált acéllemezből készül. Kialakítása olyan, hogy a nagy hajlítómerevsége mellett nem sérti meg a ráfektetett vezetékkötegeket és azok rögzítésére használható kötözőszinórokat. A létrafok két végén lemezfülek vannak kiképezve, amelyek a főtartók megfelelő méretű kivágásaiba illeszthetők. A létrafok rögzítése az ábrán látható hajlító szerszám segítségével gyorsan elvégezhető. A szerszámfej homloklapján két, egymással 90° -ot bezáró átmenő horony található. A létrafok rögzítésekor a hornyolt szerszámot a főtartó belső oldala felől rá kell csúsztatni annak lemezfülére és a szerszámnyél kb. 30° -os elfordításával a rögzítés létrehozható.

A különböző rendeltetésű vezetékkötegek szükség szerinti csoportosításához alakítottuk ki az ún. „osztott”-kivitelű létrafokot. A létrafok konstrukciós felépítését a 11. ábra mutatja. Alapeleme, az 1,5 mm-es acéllemezből készült \square keresztmetszetű tartó. A rekeszeket alkotó rudak $\varnothing 6$ mm-es húzott köracélból készülnek.

Egyik végük M6-os menettel van ellátva, másik végük pedig lapított. Erre a végre szereléskor villáskulcs helyezhető. A rudak kétféle hossz méretben készülnek (100 mm és 160 mm). Számuk, az igényeknek megfelelően szabadon választható meg. Rögzíté-



8. ábra. A fúrókészülék és használata



B 278-9

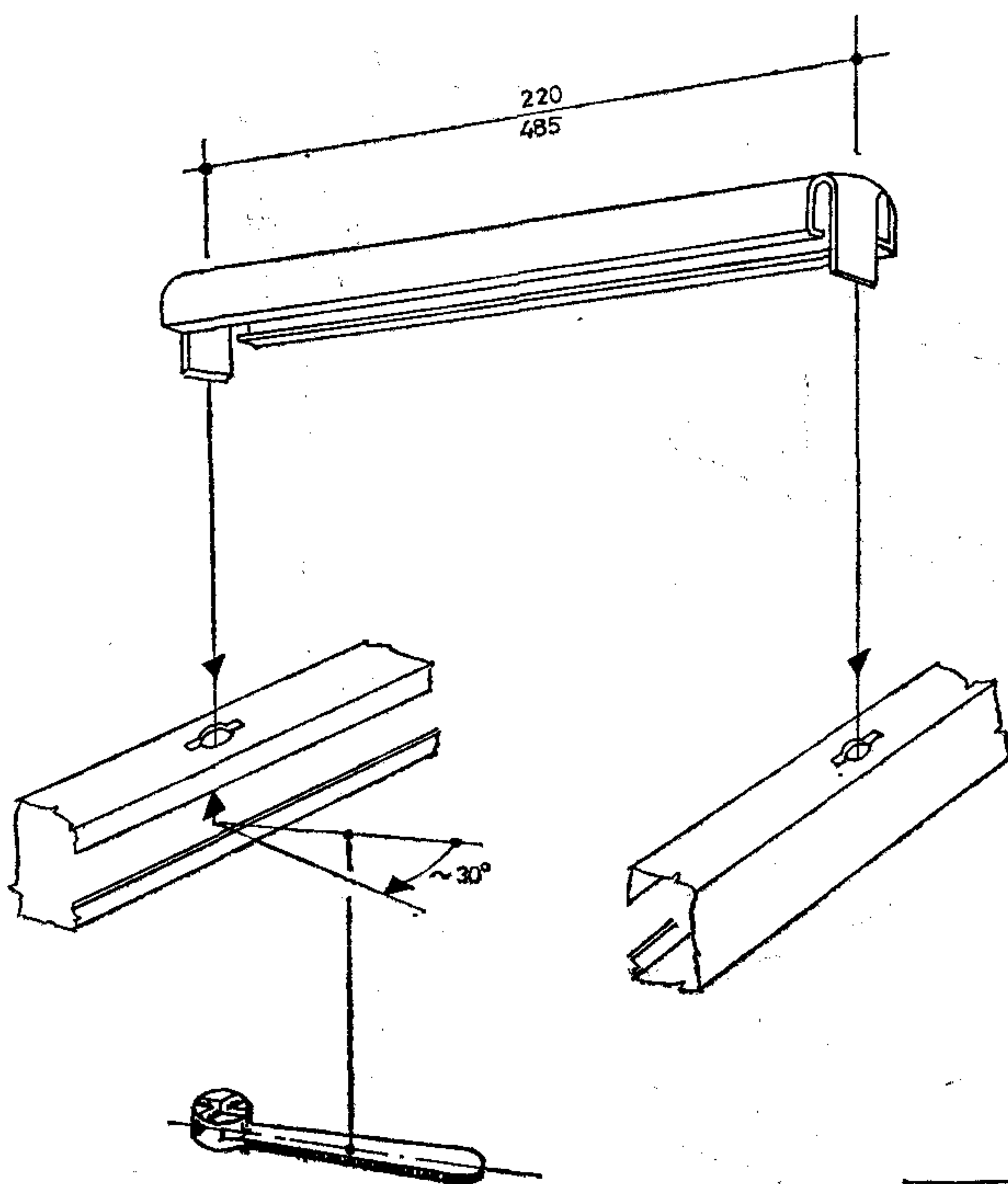
9. ábra. A kábelletra-kitámasztó segédeszköz

sük M6-os anyalemezekkel és hatlapú anyákkal történik. A szerelt létrafok a szélső rudak és az előzőekben már ismertetett körmölt anyák segítségével rögzíthető a kábelletra vázszerkezetének főtartóira.

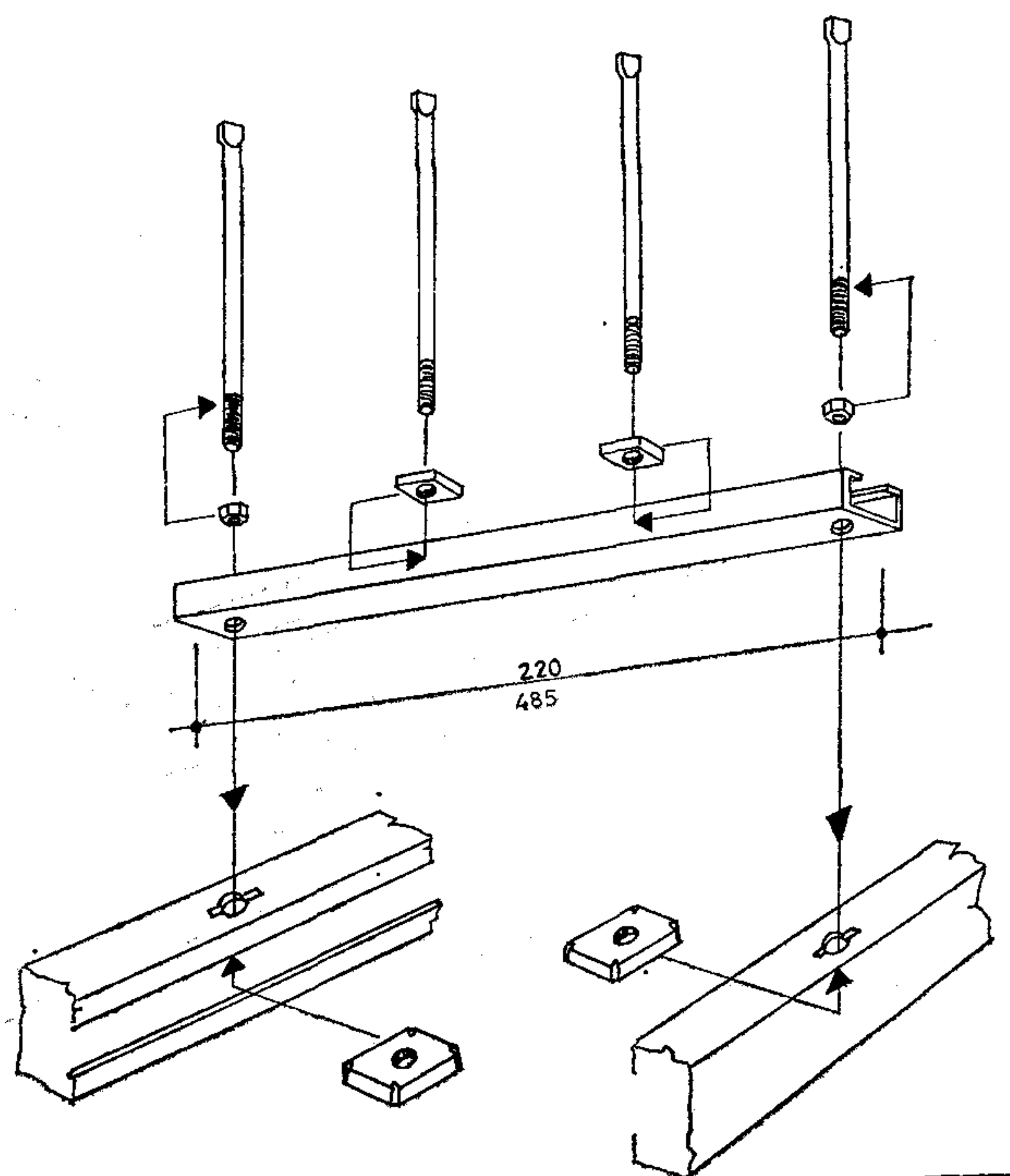
Mint már a 2. fejezetben említettük, a kábelletra szélességi mérete 220 mm, vagy 485 mm lehet, ezért

mindkét létrafok (10. és 11. ábra) kétféle hossz méretben készül.

A létrafokok a főtartókra minimálisan 100 mm-es osztástávolságra szerelhetők, azonban az állomási követelményeknek megfelelően ez az osztástávolság $n \times 100$ mm is lehet ($n=2, 3, 4$ stb.)



B 278-10



B 278-11

10. ábra. A „normál” kivitelű létrafok kialakítása és rögzítő szerzsáma

11. ábra. Az „osztott” kivitelű létrafok kialakítása

Az állomás tápfeszültség-vezetékeinek tartására szolgálhat a 12. ábrán látható kábeltartó. A kábeltartót úgy alakítottuk ki, hogy a sorlétra alatt egymásnak háttal felállított és bekábelezett dupla keretsor elemei között kialakult kábelezési holtterben függesztve elférjen és a létrafokokra egyszerű módon felszerelhető legyen.

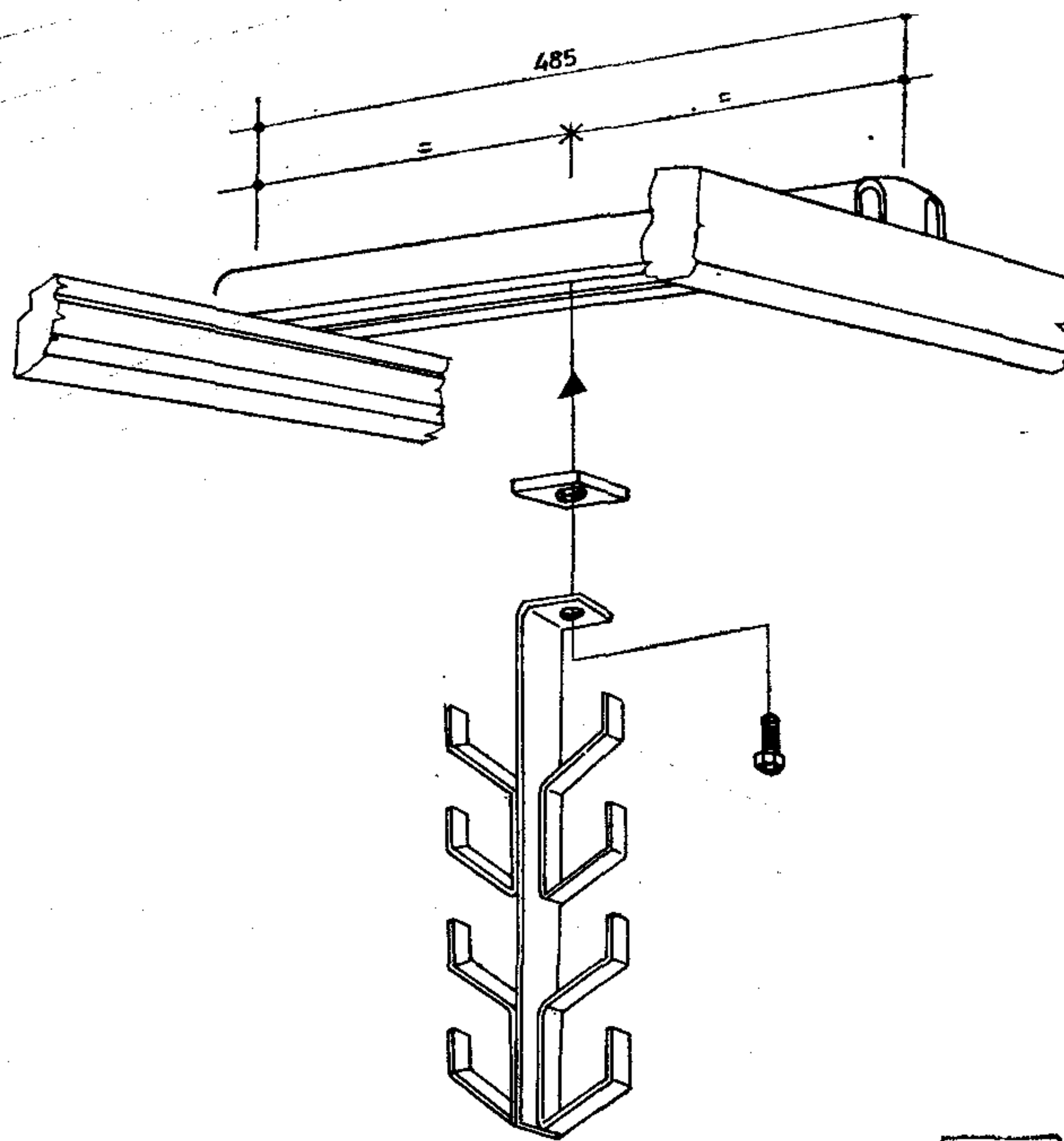
A kábeltartó 1,5 mm-es acéllemezből ponthegesztett kivitelben, két változatban készül. Egyik változata a már bemutatott, ún. „kétoldalas” kábeltartó. Másik változatát szimpla keretsorokhoz dolgoztuk ki, és abban különbözik a fentitől, hogy tartófülekkel csak az egyik oldala van ellátva („egyoldalas” kábeltartó). Mindkét kábeltartó bármelyik létrafok-típusra felszerelhető.

Kábelletra-rendszerünk konstrukciós tárgyalását ezzel befejezzük, de még néhány mondatban röviden ismertetjük a keretek felső kikötését, valamint a kábelletrarendszerünket kiegészítő, ún. alapzatszerelvényszerkezeti kialakítását.

A 13. ábra, illetve annak kinagyított részlete az E2 konstrukciójú keret felső kikötését mutatja. Az egyéb konstrukciójú keretek különböző adapterlemezek segítségével hasonló módon köthetők ki, de az eltérés olyan kismértékű, hogy annak részletezésére nem térünk ki.

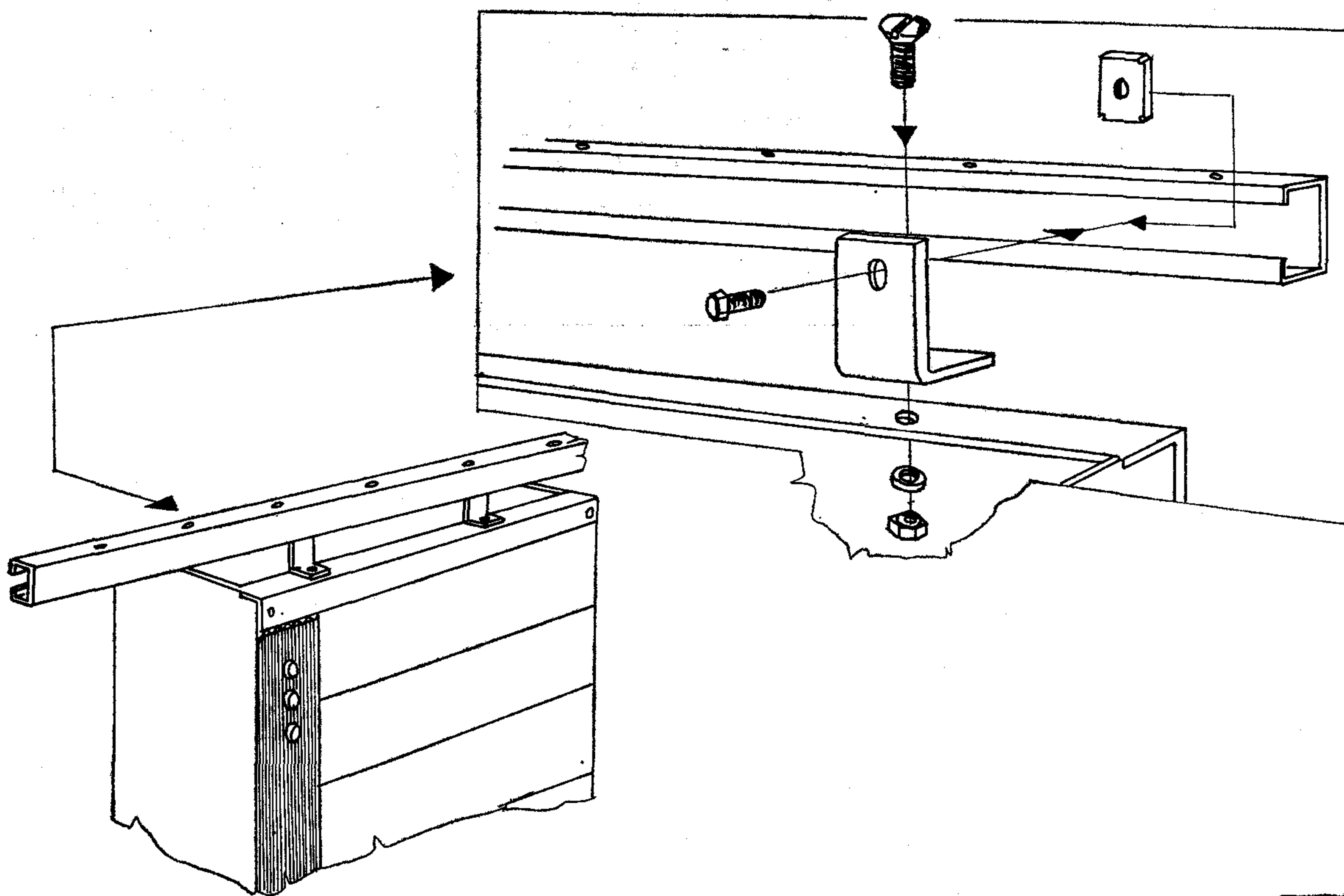
Az állomás keretsorának alapzata általában fából készül. Ehhez rögzíthetők a keretek és a létrák tartóoszlopai. Ezt a megoldást alkalmazza a Magyar Posta és a MÁV is. Előfordulhat azonban, hogy a faalapzat a követelményeknek nem felel meg. Például olyan helyeken — egyes közel-keleti országokban — ahol a

mikroklíma nagyon kedvezőtlen és a kisebb rácsalók veszélyeztetésétől is tartani kell. Itt faalapzatot nem célszerű használni. Az ilyen helyekre dolgoztuk ki a fémből készült alapzatszerelvényt, amelyhez hasonló módon rögzíthetők a keretek és a létrák tartóoszlopai.



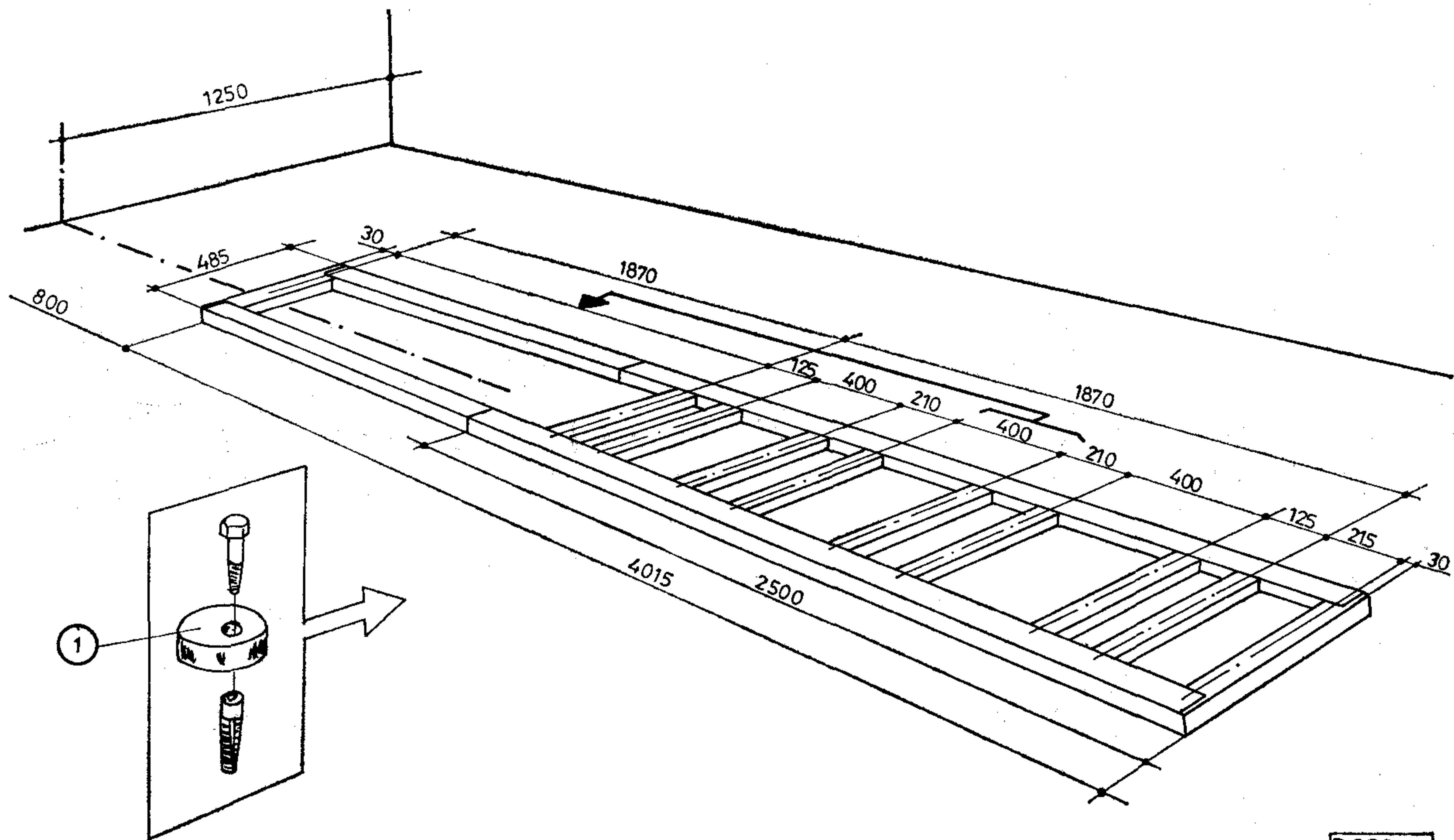
B 278-12

12. ábra. A függesztett kábeltartó kivitele



B 278-13

13. ábra. Az E2 típusú keret felső kikötése



B 278-14

14. ábra. Az alapszerelvény részlete

A 14. ábrán látható alapszerelvény alapelemei $60 \times 40 \times 5$ mm-es méretű hengerelt U profilból készülnek. Anyaguk alumínium, amely a fent említett követelményeknek maradéktalanul eleget tesz. Az egyes alapelemek hossz méretükben és végkiképzésükben térnek el egymástól. Rögzítésük műanyagból készült helyezőbetétekkel (1) történik. A helyezőbetéteken a felerősítő furat excentrikusan helyezkedik el. Az excentricitás mértéke 5 mm. Így lehetőség van arra, hogy a helyezőbetétek osztástávolsága és egymáshoz viszonyított helyzetük utólag pontosan beállítható legyen.

A helyiség padlóján megfelelő távolságokra elhelyezett, pontosan beállított és rögzített betétekre

egyszerűen rá kell helyezni az alapszerelvény elemeit, amelyek további megfogást nem igényelnek.

Az eddigiekben ismertettük a TERTÁ-ban kifejlesztett öntartó kivitelű, könnyűszerkezetes kábellétrarendszert. Kétségtelen, hogy a fontosabb konstrukciós jellemzők bemutatása mellett, sok érdekes részletmegoldást csak futólag sikerült érintenünk, mert azt a szűkre szabott terjedelem nem tette lehetővé.

Reméljük azonban, hogy ennek ellenére törekvésünket — egy egységes, korszerű és rugalmas gyártmánycsalád kialakítását — ennyivel is sikerült érzékeltetnünk. Nem utolsósorban célunk volt az is, hogy felkeltsük a szakemberek és beruházók érdeklődését fenti gyártmányunk iránt.

Rádiótelefonok hazai gyártása és alkalmazása

MALCSINER FERENC
BHG

II. rész

A rádiótelefonok rendszeréről, üzemmódjairól és elrendezésükről cikkünk első részében volt szó.

A RÁDIÓTELEFONOKRA VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS MŰSZAKI JELLEMZŐK

A nemzetközileg elfogadott és a Magyar Posta által is követett frekvenciatartományok, ahol a rádiótelefon-hálózatok kiépítése megengedett, a következők:

27 MHz-es sáv	26,9— 27,4 MHz
80 MHz-es sáv	68,0— 87,5 MHz
100 MHz-es sáv	100,0—108,0 MHz (változó sávhatárokkal)
160 MHz-es sáv	146,0—174,0 MHz
450 MHz-es sáv	450,0—470,0 MHz (mobil sáv), ill. 420,0—440,0 MHz („point-to-point” sáv)

Jelenleg a 27 MHz-es sávban amplitúdó moduláció, valamint egyoldalsávú SSB üzemmód használható, de megengedett a kislökötű fázismoduláció is az alsó tíz csatornán. A 27 MHz-es sávot elsősorban a CB (polgári) forgalomra tartják fent.

Minden egyéb frekvenciasávban a rádiótelefon-hálózatok F3 fázismodulált rendszerűek.

A Posta által engedélyezett csatornák száma a 27 MHz-es sávban max. 40, de valószínűleg a közeljövőben 80 csatornára emelik az engedélyezett csatornaszámot. Jelenleg nincs véglegesen eldöntve, hogy ezek közül melyik lesz közületi és melyik magáncélra felhasználható.

A többi URH-sávban a csatornák számát a sávban elhelyezhető kislökötű frekvenciamoduláció által megkövetelt sáv szélességből adódó frekvenciaraster határozza meg. A hazai gyártású berendezéseknél a max. 12 átkapcsolható csatorna elégségesnek bizonyult a szakszerűen tervezett hálózatok ellátására. Egyes — fejlesztés alatt álló — típusok (FM 311 és FM 313) 40 csatornás, szintézeres megoldásúak.

A 27 MHz-es CB-sávban a szomszédos csatornák frekvenciatávolsága általában 10 kHz, bár vannak egymástól 20 kHz távolságra kijelölt csatornák is. Két szomszédos csatorna között helyezkednek el az

„A” törésű csatornák, melyek csak közületek, valamint a modellrepülőgépek és modellhajók távvezérlésére vannak fenntartva.

A professzionális URH-rádiótelefon sávokban a csatornatávolság 20, ill. 25 kHz, a löket nagyságától függően.

A szélső csatornák távolsága a hazai gyártású berendezéseknél a 27 MHz-es CB-sávban 0,2 MHz, a professzionális URH-sávokban 1,0 MHz.

Az adók hasznos teljesítménye a hazai berendezésnél:

0,1, 0,5, 2,0, 10 és 20 Watt lépésekben, az alkalmazott készüléktípustól függően.

Névleges löket: 2,5, ill. 3,5 kHz. A löketkorlátozás ennek megfelelően 4, ill. 5 kHz. (A csatornaosztástól függően.)

A berendezések stabilitását kvarcoszcillátorok, illetve a későbbiekben PLL szintézerek is biztosítják.

RÁDIÓTELEFON GYÁRTMÁNYCSALÁD

A BRG több évtizede gyárt rádiótelefonokat. Ennek során kifejlesztett olyan gyártmánycsaládokat, melyek az alapkészülékeken kívül a perifériális berendezéseket és a teljes hírhálózatához tartozó egyéb kiegészítő berendezéseket is felölelik.

A gyártmánycsaládok a következő főbb egységekből állanak:

1. Hordozható adó-vevő készülékek.
2. Járművekbe szerelhető berendezések.
3. Fixen telepíthető berendezések.
4. Antennák és szűrők.
5. Kezelőegységek.
6. Távműködtető és felügyelet nélküli kiegészítő berendezések.
7. Egyedi felhasználói szolgáltatást biztosító kiegészítő rendszertechnikai berendezések.
8. Telefonvonalpótló rendszer.
9. MRKB szabadcsatorna kereső rendszerhez tartozó kiegészítő egységek.
10. Kábeles gerincvezetékhez csatlakozó hírhálók berendezései.
11. Tartozékok és kiegészítő szerelvények, készülékek.

Felhasználási terület. Készülékegységek

Hordozható készülékek. A 27 MHz-es sávra csak amplitúdómodulált kézi adó-vevőket gyártanak, melyek — elsősorban munkaeszközként — kis távolságú irányítási, ellenőrzési feladatok ellátására alkalmasak. Rendszerük: szimplex üzemmódú, kétcsatornás. Az azonos csatornán üzemelő állomások egymás közt — mindenki mindenkivel — tudnak beszélni. A BRG-nek a fázismodulált rendszerű berendezések jelentik a fő profilt.

A magasabb frekvenciasávokon üzemelő hordozható fázismodulált készülékek szimplex és félduplex üzemre alkalmasak és a hírháló rendszerek szerves tagját képezik. Többféle kivitelben készülnek. Egyik jellegzetes típusát — az úgynevezett „Manpack” kivitel — az 1. ábra mutatja. Kialakításuk lehetővé teszi, hogy akár fixen telepített, akár járműbe szerelt állomásokkal forgalmazzanak. Az áthidalható távolság a terepviszonyoktól függően a fix és kézi állomások között 5–12 km, két hordozható állomás között 1–5 km.

Járműbe szerelhető berendezések. A fázismodulált rádiótelefonok egy csoportja a mozgó járműveken történő üzemelésre készült. Főleg gépkocsikba telepítve üzemeltethetők, de alkalmasak a vasútnál, metrónál, városi tömegközlekedési eszközökön és különféle munkagépeken való üzemeltetésre is. Üzem módjuk akár szimplex, félduplex vagy duplex lehet. Ilyen berendezés látható a 2. ábrán. Különleges kezelőegységekkel kiegészítve például a vasutakon mindkét vezetőállásból üzemeltethetők, egymást kizáró módon, ha kezelőhely duplikátort alkalmaznak a berendezések működtetéséhez. Ez az áramköri megoldás egyéb nehézüzemű körülmények között is alkalmazható, pl. daruknál, építkezéseknél, árurakodásnál stb.

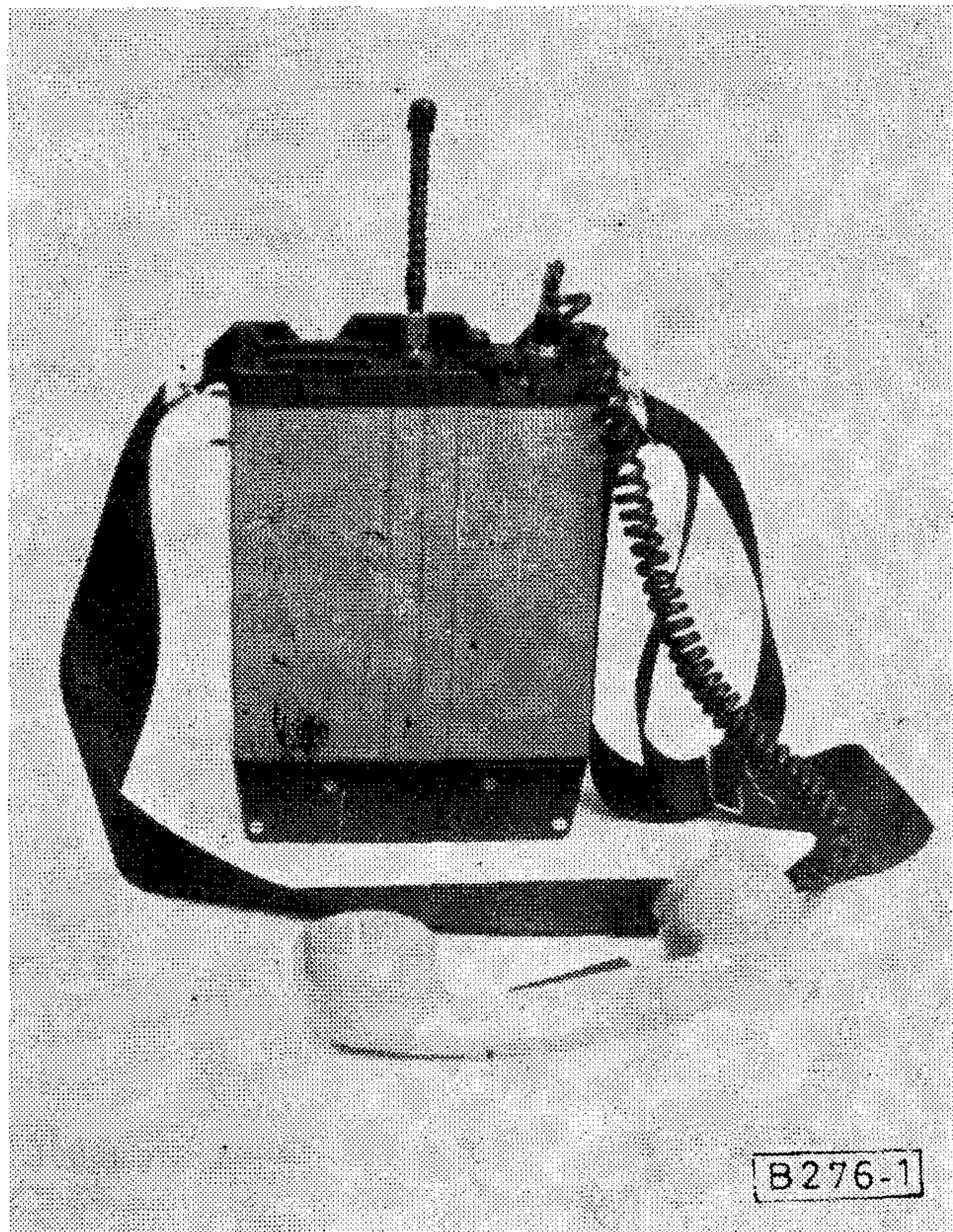
Az áthidalható távolság fix és mobil állomások között 20–40 km két mobil állomás között — átjátszás nélkül — 5–10 km a telepítési, illetve a terepviszonyoktól függően.

Fixen telepíthető berendezések. Minden adó-vevő alappberendezés telepíthető fixen, megfelelő hálózati tápegység és kezelőkészlet alkalmazásával. A fixen telepített állomásokkal — előzetes specifikációk szerint — bármely üzemmód megvalósítható. Lehetőség nyílik arra is, hogy megfelelő segédberendezések hozzákapcsolásával felügyelet nélküli üzemmódot valósítsanak meg.

A fixen telepített központok gyakran nagyobb teljesítményűek (20 W.). Ha az áthidalandó távolság nagyobb mint a közvetlen „rálátás”, úgy átjászó, vagy ismétlő állomások iktathatók be. Számukat a hangfrekvenciás átvitel csillapítása korlátozza. Gyakorlatilag legfeljebb három átjászó állomás telepítése lehetséges az átviteli minőség jelentősebb romlása nélkül.

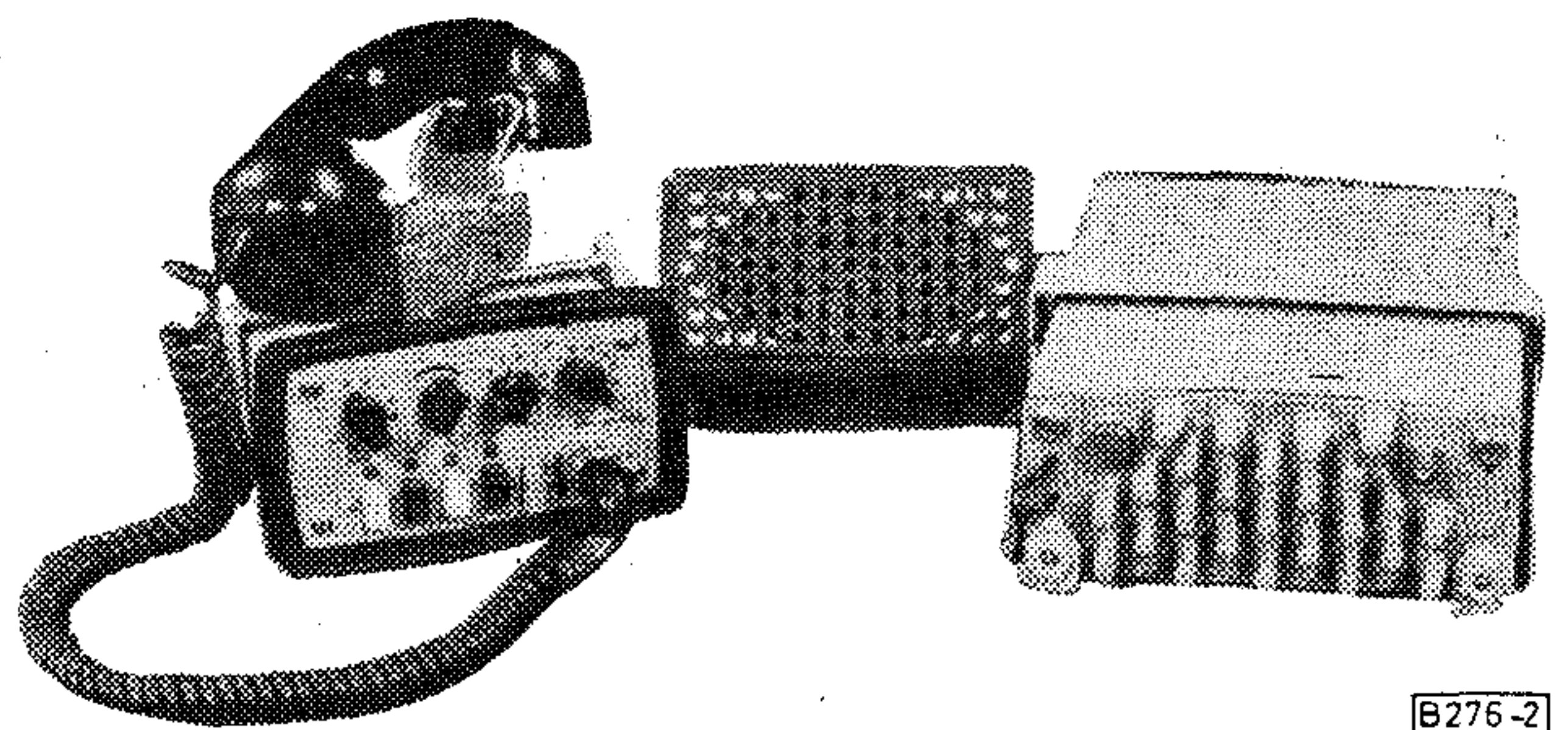
Hálózatról történő táplálásnál minden berendezéshez csatlakoztatható tartalékakkumulátor, mely hálózatkimaradás esetén is biztosítja a szünetmentes üzemet.

A fent ismertetett berendezésekből alkotott hírhálóban az alkalmazandó készülékek típusát és darabszámát az egyes állomások közleményeinek gyakorisága és az információ időtartama, tehát a há-



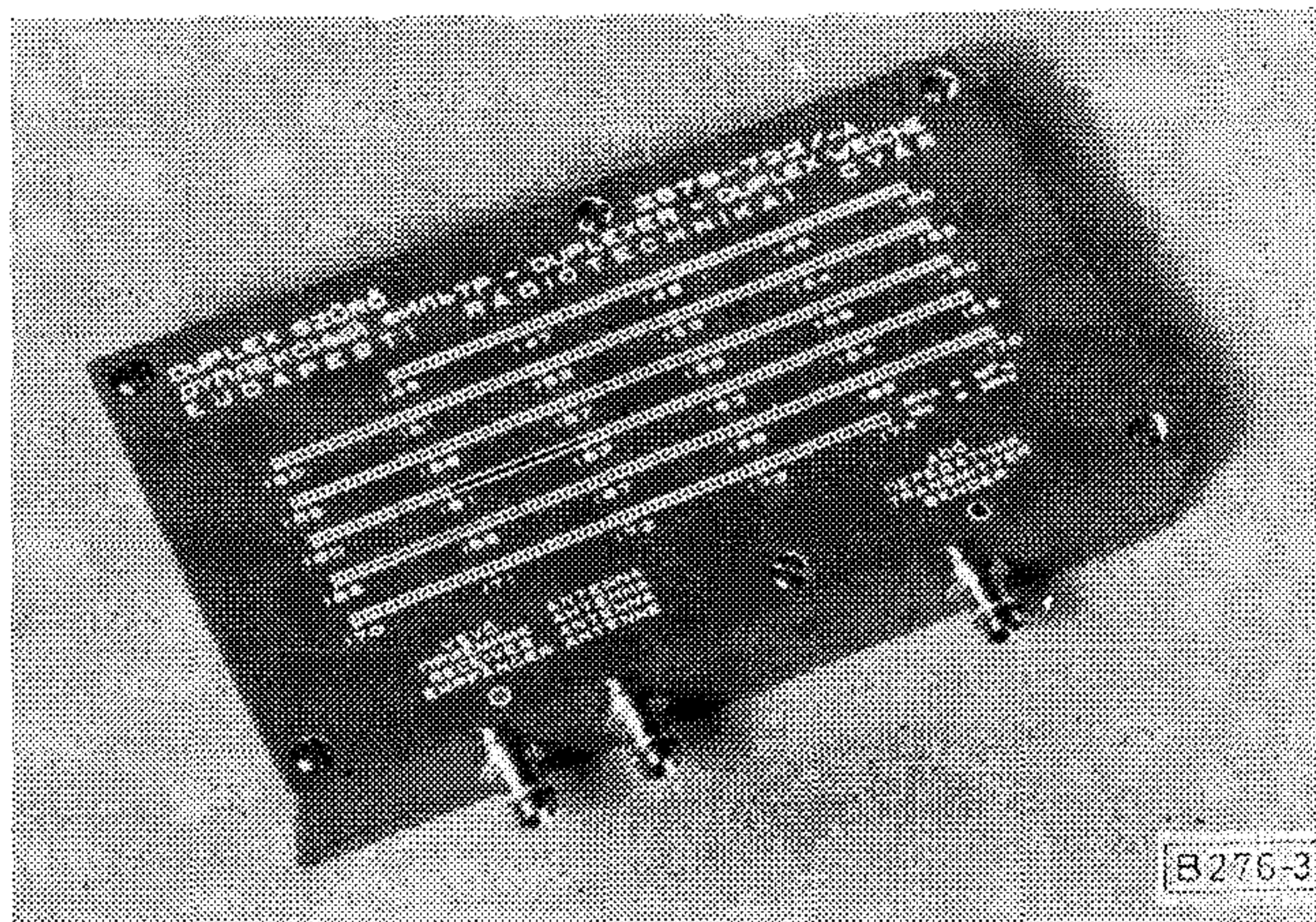
B276-1

1. ábra. Hordozható URH-rádiótelefon, FM 502—160



B276-2

2. ábra. FM 301 mobil állomás részei. Jobboldalt a 10 W-os adó-vevő, baloldalt a kezelőegység



B276-3

3. ábra. Duplex szűrő a 160 MHz-es frekvenciasávra

lőzet forgalomsűrűsége határozza meg. Olyan üzemmódokban, ahol csak a központ rövid utasításainak közvetítésére van szükség — pl. a taxi, mentők, tűzoltók stb. — ott 150–200 mozgó vagy fix állomást lehet a központból irányítani egyetlen rádiócsatornán. Az alapkészülékekből kialakítható hírháló rendszerekkel cikkünk I. részében foglalkoztunk részletesen.

Antennák és szűrők. Az antennák az adóteljesítmény kisugárzására és vételére szolgálnak. Az összeköttetés minősége, gazdaságossága és megbízhatósága nagymértékben függ az antennarendszer gondos megtervezésétől. Az antennamagasság és nyereség növeli az áthidalható távolságot, tehát épületberuházás szükségessége nélkül csökkenti a beruházási költségeket. Az irányított antennák a sugárzási főirányon kívül csökkentik a más rendszerekhez tartozó állomások zavarását. A körülmények gyakran befolyásolják a megfelelő antenna alkalmazását, ilyen esetben a helyi viszonyoknak megfelelő különleges antenna kerül alkalmazásra (pl. a metrónál).

Az antennarendszerek különféle szűrő és kiegészítő áramkörökkel vannak ellátva.

Ilyen a duplex szűrő, amely a közös antennára kapcsolt adót elválasztja a vevőtől, vagy több berendezés felváltott üzemeltetését teszi lehetővé egy közös antennán (3. ábra).

A sávszűrők alkalmasak az adó által kisugárzott káros felharmonikus csillapítására, a vevő-bemenet előszelekciójának megjavítására, és bázisállomásoknál antenna-multiplexer részeként való alkalmazásra. Például több vevő és/vagy több adó egy közös antennáról való táplálására.

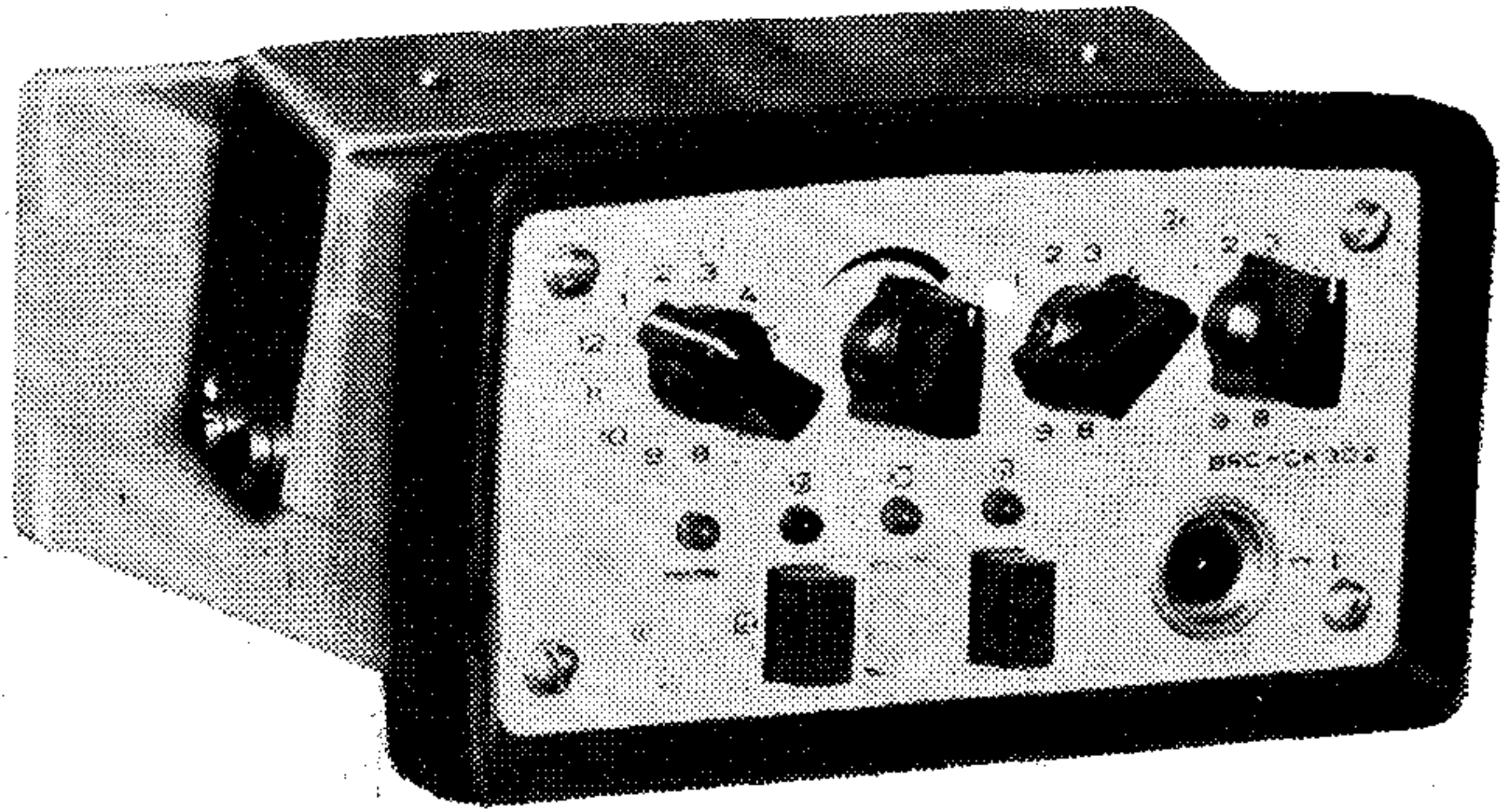
SZELEKTÍV HÍVÓK, KEZELŐEGYSÉGEK, KIEGÉSZÍTŐ BERENDEZÉSEK

A kezelőegységek megválasztása alapvetően meghatározza a szolgáltatások lehetőségeit. A kezelőegységek lehetnek szelektív hívás nélküliek, vagy szelektív hívással ellátottak. A szelektív hívás célja, hogy a vételre kapcsolt állomások közül csak a hívást kezdeményező állomás által kiválasztott ellenállomás hallja meg a központ jelentkezését (4., 5. ábra). A szelektív hívó mintegy 50 állomásig bezárólag kettőshang elvén működik. Két különböző frekvenciájú moduláló hang egyidejű kisugárzásával választható ki a kívánt állomás. Nagyobb számú állomás esetén egymást követő — szekvenciális — sorrendben sugárzott hangfrekvenciás jelek kombinációja adja meg a hívott állomás kulcsszámát (6. ábra). E rendszerrel akár országos hálózat is kiépíthető elvben korlátlan számú állomás beiktatásával.

Távkezelő egység akkor kerül felhasználásra, ha a fixtelepítésű rádiótelefon valamilyen okból nem helyezhető el a kezelő személy mellett. A távkezelő egység alkalmazásával lehet továbbítani a berendezés működtetéséhez szükséges jeleket. A vezérlést szolgáló jelek egyenáramú feszültséglépcsők, vagy hangfrekvenciás jelsorozatból állók lehetnek. A jelek normál telefonvezetéken is továbbíthatók, szimplex és fél-duplex üzemen kéthuzalos, duplex üzemen pedig néghuzalos rendszerben. A vezeték hosszát a vonal

csillapítása, homogenitása, átvezetése határozza meg. Általában a 10–15 km-t nem lépheti túl.

Egyedi felhasználói szolgáltatásokat biztosító kiegészítő rendszertechnikai berendezések az URH-rádiótelefon gyártmány család meglevő egységeinek olyan komplettizálását szolgálják, melyekkel adott nagy felhasználóként jelentkező iparágak, országos hatáskörű szervek sajátos hírközlési igényei elégíthetők ki. A berendezés-összeköttetések általánosan szokott létesítésén kívül, ezek a kiegészítő berendezések táv-



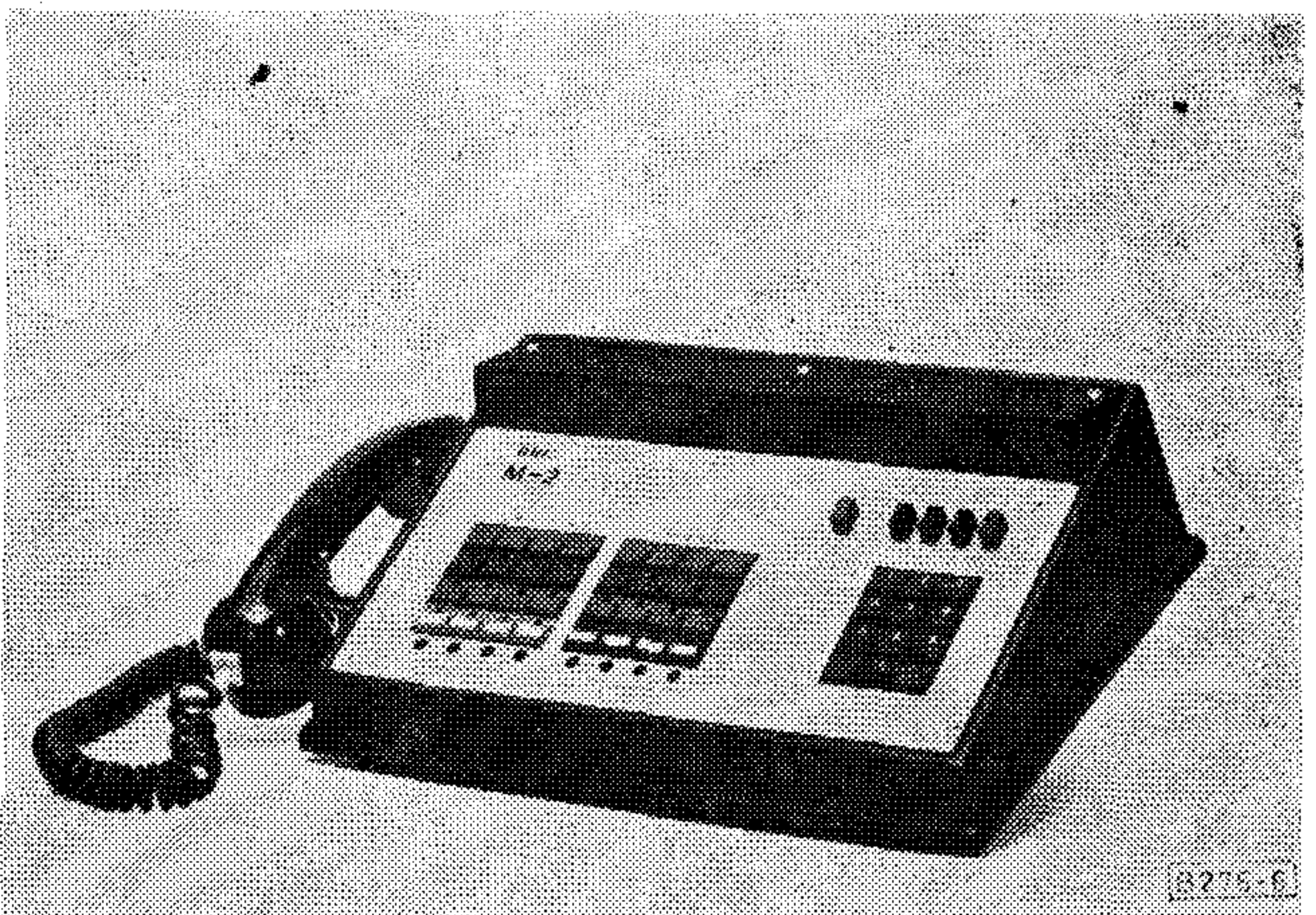
B276-4

4. ábra. Mobil kezelőkészlet 53 állomás hívására



B276-5

5. ábra. Kezelőkészlet MRKB mobil állomáshoz. GK 901



B276-6

6. ábra. Szekvenciális rendszerű kezelőegység MRKB hálózat diszpécseri munkahelyén.

ellenőrzési, állapotjelzési és korlátozott mértékű adatátviteli funkciók teljesítésére is alkalmasak.

Telefonvonal pótló rendszer a normál előfizetői telefonvonal meghosszabítását teszi lehetővé ott, ahol vagy a kisszámú előfizető vagy a nehezen megközelíthető terepviszonyok miatt a vezetékes telefonhálózat kiépítése nem gazdaságos, vagy a Posta által a kérdéses időszakban nem teljesíthető (7. ábra).

AZ MRKB TÍPUSÚ HÍRRENDSZERHEZ TARTOZÓ KIEGÉSZÍTŐ BERENDEZÉSEK

A hálózat az egyidejű telefonbeszélgetések valószínűségét veszi figyelembe. Automatikusan kikeresi a terhelteket követő első szabad csatornát, ezáltal optimálisan használja ki a rendelkezésre álló csatornákat. Bizonyos korlátozásokkal, gépi kapcsolás útján a vezetékes telefonhálózattal való összeköttetést is lehetővé teszi. E rendszerben minden állomásra azonos mértékben rendelkezésre áll a maximálisan nyolc, előre biztosított csatorna közül a soron következő éppen szabad csatorna.

A 8. ábra egy 500 gépkocsiból képzett rendszer elvi felépítését mutatja. E rendszerrel lehetőség nyílik a diszpécserközponttal való összeköttetésre akár automatikus, akár félautomatikus rendszerben, duplex vagy félduplex üzemmódban.

Az MRKB hírendszer leírásával cikkünk első részében az „Automatizált többszörös csatorna-hozzáférésű rádiótelefon-hálózat” címszó alatt részletesen

foglalkoztunk. Az MRKB rendszer adószekrényre a 9. ábrán látható.

GÉPJÁRMŰ-AZONOSÍTÓ BERENDEZÉS

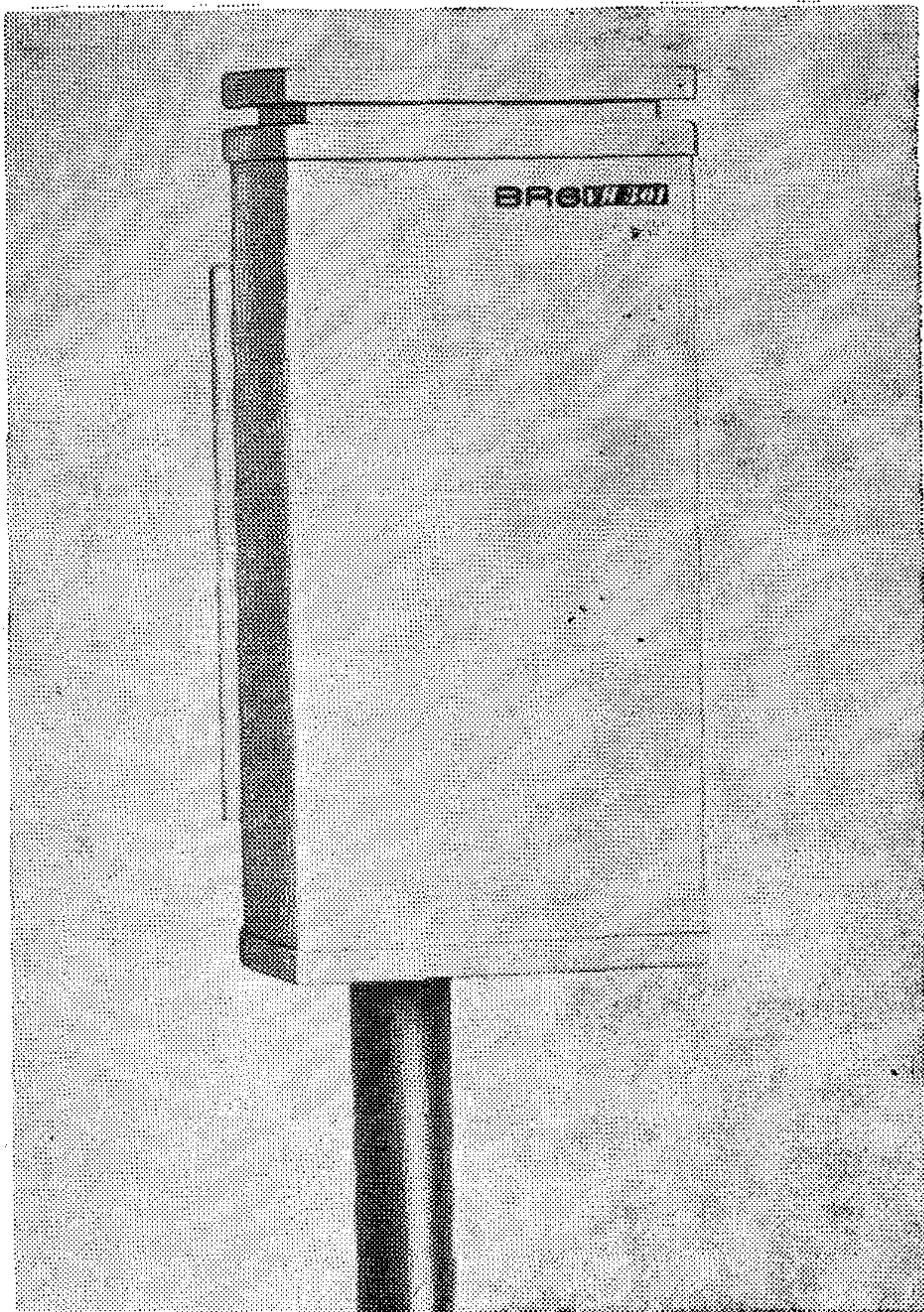
A forgalmi fegyelem és a forgalom ellenőrzése megköveteli, hogy a központ gyorsan felismerje a hívó állomást, anélkül, hogy a hívó fél szóban közölné az azonosítási számát. Ezt elsősorban a hírforgalom időbeli sűrítése, de a titkosság és a vészhelyzetben való bejelentkezés (pl. taxi) is indokoltá teszi. E rendszerrel a kódjeladó egy szekvenciális jelsorozattal indítja az adót, a kódjelvevő a beérkező jelet bináris kódokká alakítja át és félvezetős számkijelzőn kiírja az azonosítási számot.

Működését a 10. ábra mutatja.

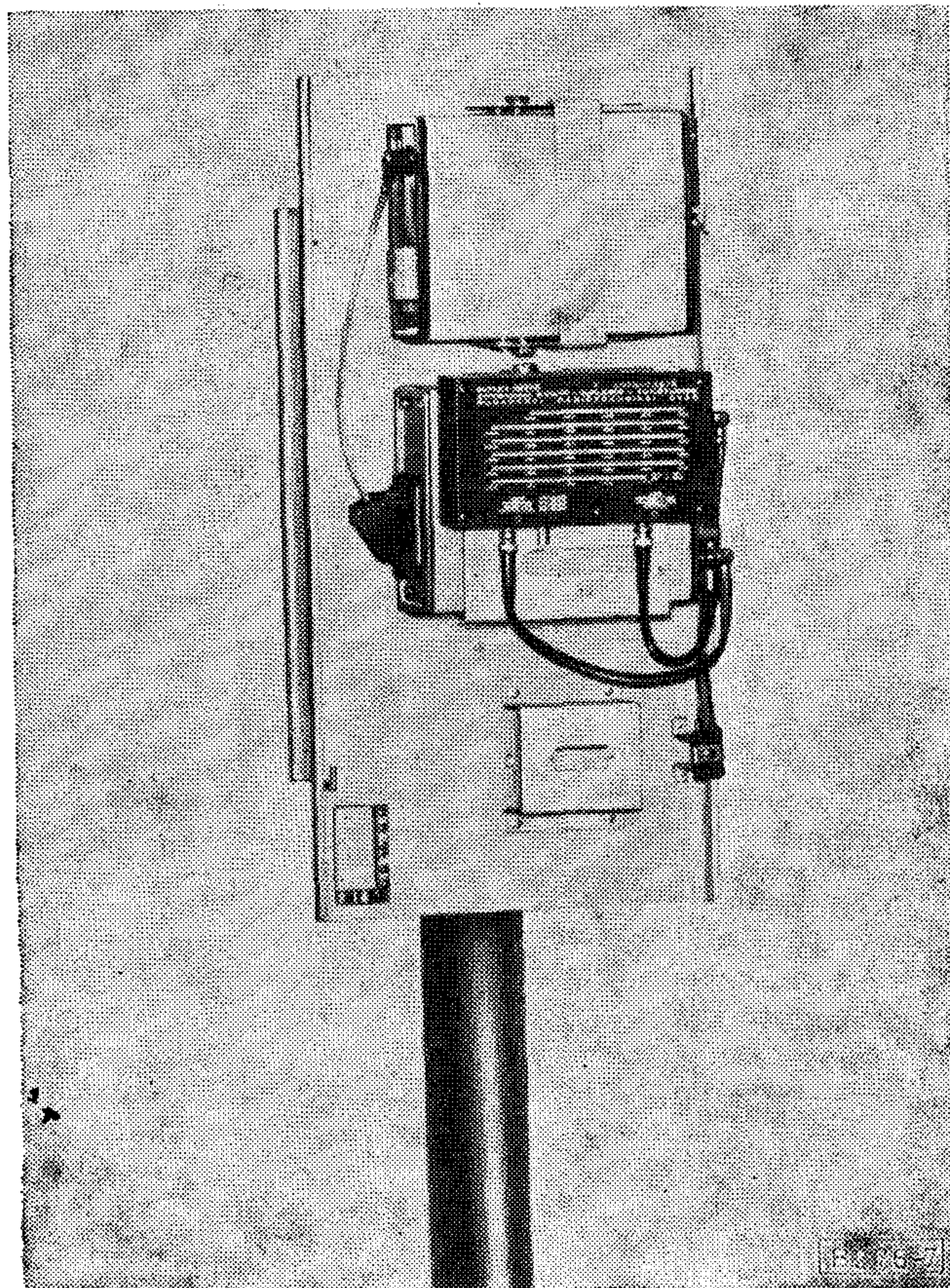
KÁBELES GERINCVEZETÉKHEZ CSATLAKOZÓ URH-HÍRHÁLÓK BERENDEZÉSEI

A gáz-, ill. olajvezetékek mentén kábeles gerincvezeték valósítja meg az állandó hírkapcsolatot.

A gerincvezeték diszpécserállomásai egymástól mintegy 200 km távolságban vannak elhelyezve. A vezeték környezetében mozgó ellenőrző- és javítószolgálatnak összeköttetést kell teremtenie a diszpécserközpontokkal. E célból a diszpécserközpontok közé max. 16 db felügyelet nélküli duplex rádió-



7. ábra. VH 301 típusú előfizetői telefonvonal-hosszabbító



állomás telepíthető. E rádióállomások földbe ásott speciális tartályokban foglalnak helyet. Az adóvevők a kábeles sokcsatornás átviteltechnikai rendszer erősítőállomásainak leágazásáról távtáplálás útján kapják a működtetésükhöz szükséges energiát.

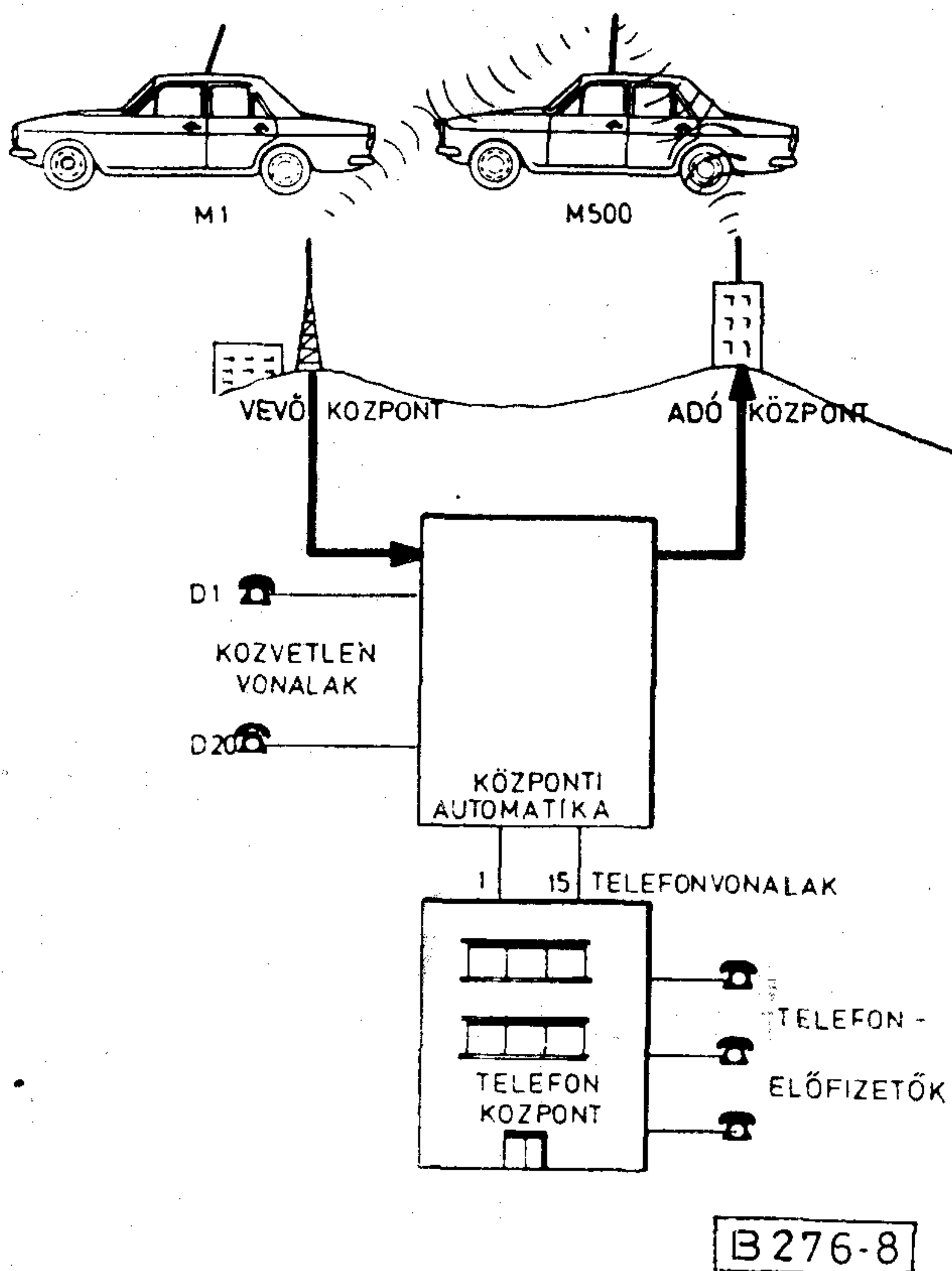
Az állandó üzemű vevők a vett állomás jelét a gerincvezetékhez juttatják, egy automatika pedig bekapcsolja az adókat. Az adók addig maradnak bekapcsolva, amíg a gerincvonal bármelyik vevője 20 dB jelzaj viszonynál jobb vételt észlel, vagy ameddig a központi diszpécser bekapcsolva tartja az adókat. A fixen telepített adók antennái 18–24 m-es antennaárbocokon helyezkednek el. A mobil állomások félduplex, a fix telepítésű állomások pedig duplex üzemmódban dolgoznak.

Tartozékok

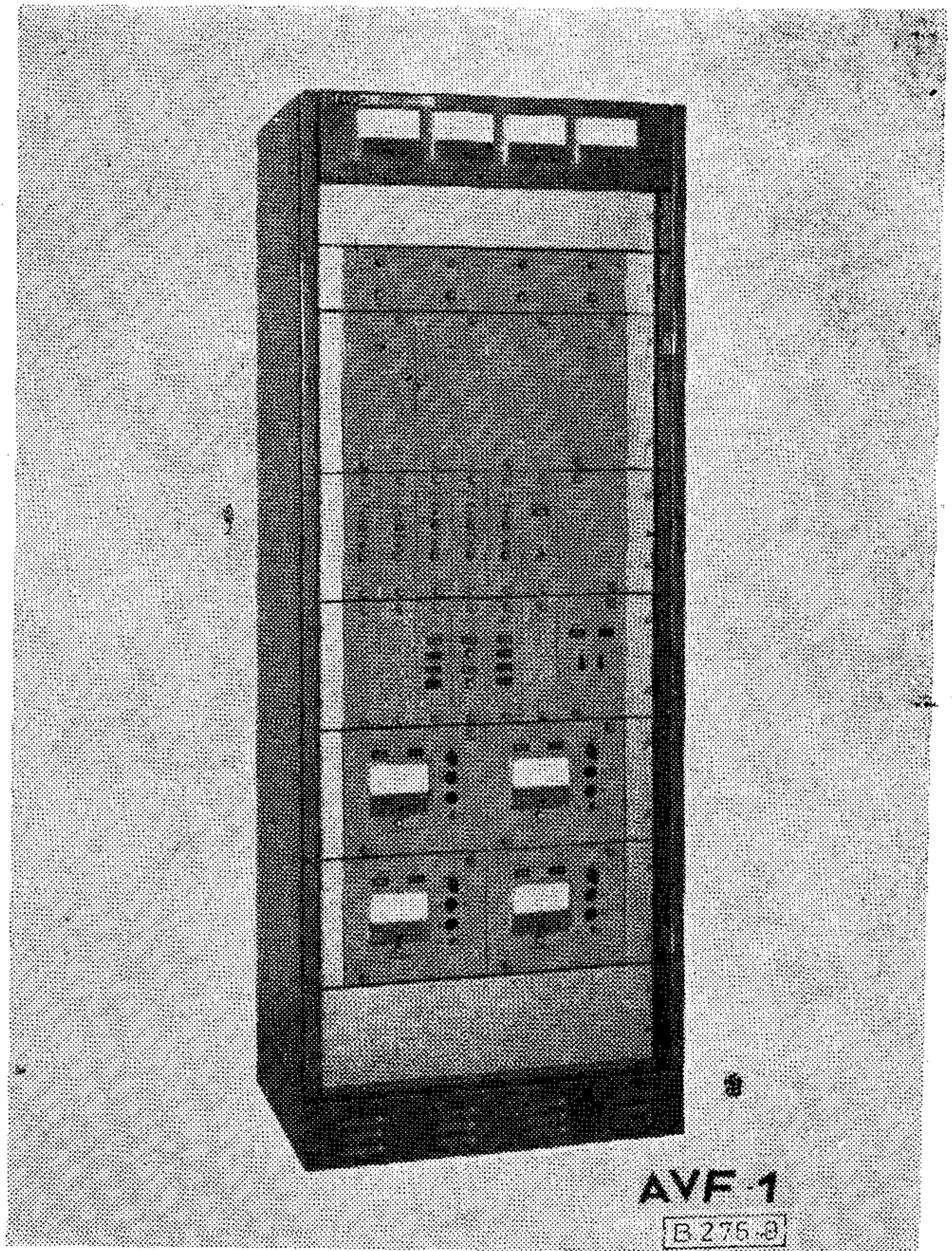
A gyártmánycsalád a rádióállomástól függően különböző tartozék berendezéseket is tartalmaz. Ilyenek: tápegységek, automatikus akkumulátortöltők, akusztikai átalakító berendezések (kézibeszélők, hangszórók, mikrofonok), erősítők stb., valamint a helyszíni telepítéshez szükséges szerelési és kiegészítő anyagok.

ÜZEMELTETÉSI FELTÉTELEK

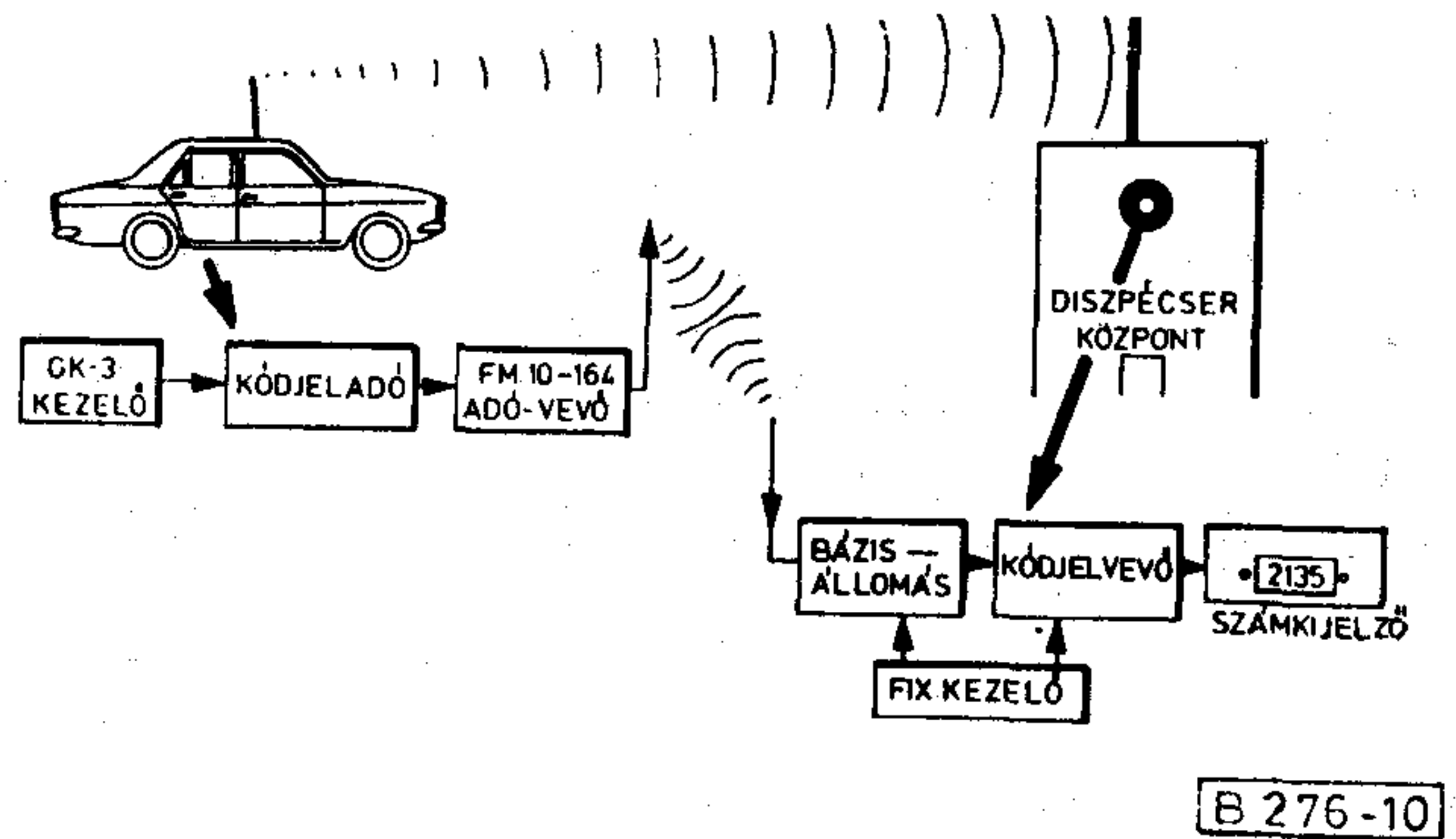
Minden ország engedélyhez köti a rádió-adóberendezések használatát. Hazánkban a Magyar Posta



8. ábra. MRKB automatikus szabadcsatorna-kereső rendszer 500 mobil állomáshoz



9. ábra. MRKB rendszer központi adószekrénye



10. ábra. Gépjárműazonosító-berendezés elvi működése

a felügyeleti szerv, mely jogosult az üzemeltetési engedély megadására. A felhasználó két alkalommal kerül kapcsolatba a Postával. Első alkalommal frekvenciakijelölési engedélyt kell kérnie. A hálózatterv alapján a Posta frekvenciát jelöl ki a létesítendő hálózathoz. Ennek birtokában rendelhetők meg a berendezések a gyártó vállalatnál.

Második lépésben az üzemben tartásra jogosító rádióengedélyt kell kérni a Postától. Ebben az engedélyben a Posta a felhasználás és a forgalmazás minden körülményét pontosan szabályozza és meghatározza a fizetendő díjakat. A gyár az adó-vevő berendezéseket csak a rádióengedély bemutatása ellenében adja át, ill. helyezi üzembe.

A BRG vállalja a hírháló megtervezését, a hírháló egységeinek legyártását, a rendszer üzembe helyezését, karbantartását és bővítését.

Korszerű alközponti szolgáltatások

TÓTH PÁL
BHG

1. BEVEZETÉS

A telefonközpontok fejlesztésénél tapasztalható trend a vezérlési funkciók és a hagyományosan telefon-technikai feladatok különválasztását mutatja. Így például a vonalcsatlakozó áramkörök csak a vonal felől érkező jelzéseket fogadják, illetve arra adnak ki jelzéseket, míg a logikai, kapcsolási feladatot a centralizált vagy decentralizált (elosztott) vezérlő egység végzi. A vezérlő egység tárolt programja alapján fogadja és értékeli a csatlakozó áramkörökből alkalmas módszerrel (például letapogatással) nyert információt, majd a kapott eredmény szerint azonos vagy más csatlakozó áramkörök működtetésére ad utasítást. Mivel a vezérlést számítógép végzi, ezért annak programtárába a szigorú értelemben vett központprogram (például hívásigény felismerése, útkeresés stb.) mellett az előfizetők kényelmét, a hívott partner jobb elérhetőségét biztosító szolgáltatások is beépíthetők. Természetesen a korszerű szolgáltatások egy részének megvalósításához a központi struktúrájához illeszkedő külső áramkörökre, berendezésekre is szükség lehet. Ezen megoldásokat ismereti jelen összeállítás a Siemens, a Telefonbau und Normalzeit és a BHG gyártmányismertetői, valamint a Telecommunications International 1981/3 számában megjelent Stuart Harrison: „Micro-PBXs Can Reduce Costs and Increase Efficiency” c. cikk alapján.

A korszerű alközponti szolgáltatásokat három csoportba sorolhatjuk. Eszerint beszélünk rendszer-, mellékállomási és kezelői szolgáltatásokról. A csoportok között nem húzhatók merev határok, mivel egyes szolgáltatások több csoportba is tartozhatnak.

2. RENDSZERSZOLGÁLTATÁSOK

Egy alközpont alapvető szolgáltatása az, hogy a mellékállomások egymást automatikusan, az adott hívószám tárcsázásával hívhatják. Korlátozásra speciális felhasználói esetben lehet szükség, például szállodában, ahol egyes mellékállomások kérésre csak a kezelőn át, vagy — ideiglenesen — egyáltalán nem érhetők el.

Hasonlóan alapszolgáltatás a felhasználó igénye szerinti rugalmas hívószám kiosztás, amelynek segítségével a mellékállomási hívószámok személyi (üzemi) törzsszámhoz, vagy szállodában szobaszámhoz rendelhetők. A szolgáltatás magában foglalja a hívószám-változtatásra vonatkozó igény gyors, egyszerű módszerrel történő teljesítését is.

A mellékállomások számára lehetővé kell tenni a külső csatlakozó vonalak könnyű elérését. E célra általában egyjegyű számkód vagy a mellékállomási készülék földelőgombja szolgál, amelynek hívása (működtetése) után a vezérlőegység szabad csatlakozó vonalat keres, lefoglalja azt, majd a mellékállomás automatikusan felépítheti a kívánt összeköttetést.

Az alközpont felhasználója az automatikus kimenő forgalom korlátozását kérheti, ha például telefonszámláját indokolatlanul magasnak találja. Ebben az esetben a mellékállomásokat az igénybe vehető szolgáltatások alapján csoportokra osztjuk, amelyeket mellékállomási jogosságoknak vagy kategóriáknak is neveznek.

Az egyes csoportok kimenő forgalmát például a következőképpen szabályozhatjuk:

- nem vehet részt a kimenő forgalomban,
- kezelőn keresztül vehet részt a kimenő forgalomban,
- automatikusan hívhat a helyi (városi) hálózatban,
- automatikusan hívhat a helyi és góchálózatban,
- automatikusan vehet részt az országos távhívásban,
- automatikusan vehet részt a nemzetközi távhívásban.

A kimenő forgalom után érdemes az alközpontba beérkező hívások lebonyolítását áttekinteni. A főközponti rendszertől függően az alközpontba kötött csatlakozó vonalakon bejövő hívások vagy a kezelőhöz kerülnek (zárt főközponti számozási rendszer, például Magyarországon), aki a hívásokat a kért mellékállomásnak közvetíti, vagy a hívó az alközpont kijelölő száma után a mellékállomás hívószámát választva közvetlenül a hívott előfizetővel kerül kapcsolatba (nyitott számozási rendszer, például Ausztriában, az NDK-ban, az NSZK-ban). Az utóbbi szolgáltatás neve beválasztás, részletezve a kezelői szolgáltatásoknál említjük majd.

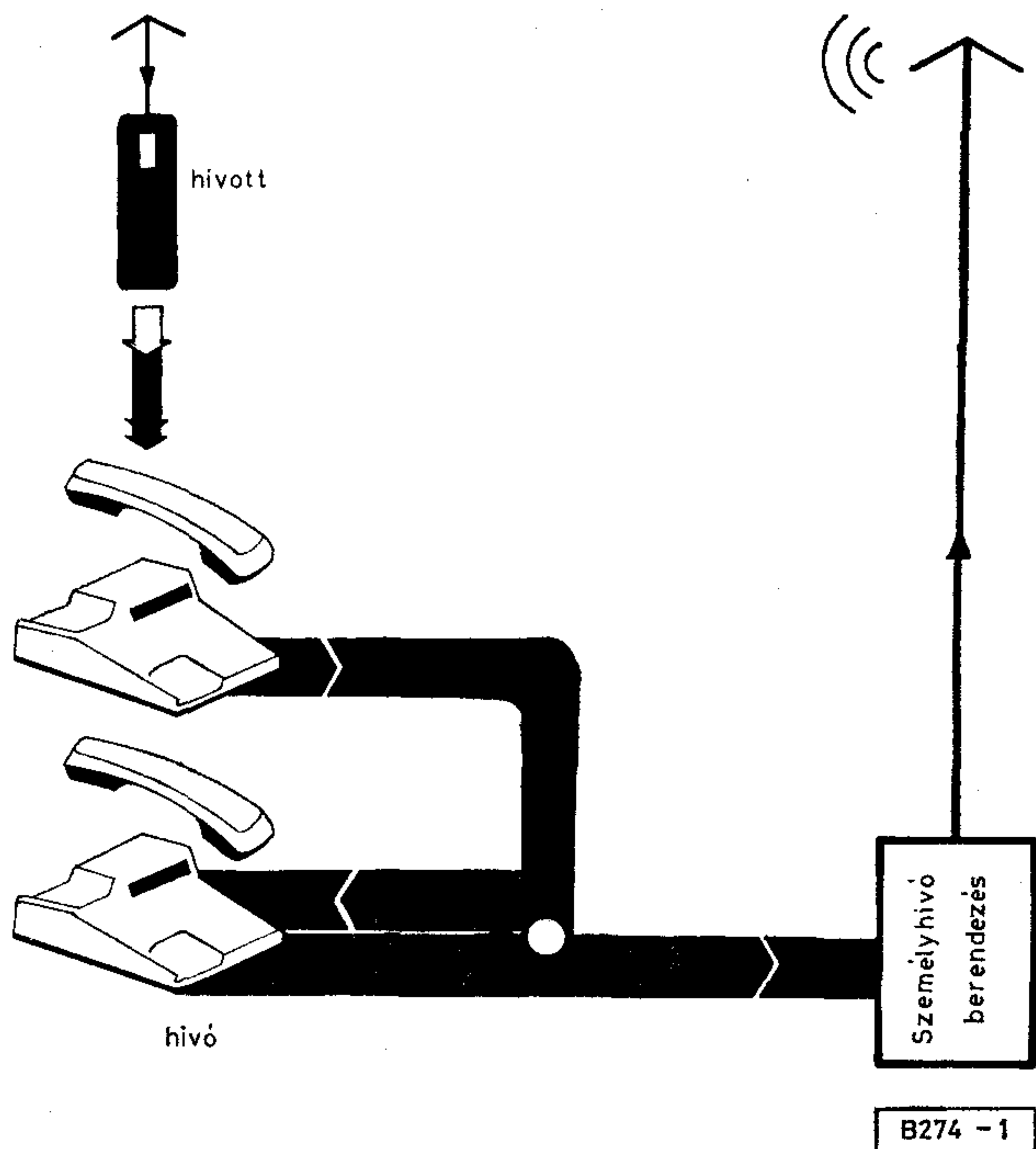
Nagy számú, egymástól területileg különálló előfizető esetén alközponti hálózat építhető ki, amely alközpontok között társközponti összeköttetéssel valósítható meg a kapcsolat, a társközponti hívások kezelő közreműködése nélkül, automatikusan építhetők fel.

Egyes szolgáltatások megvalósításához külső áramkörökre, berendezésekre is szükség van. Elsőként megemlíthető a diktafon, amely egy kódszám választása után, mágneses hordozóra tárolja az információt,

amit a központi gépirószolgálat tetszőleges időpontban lekérdez, feldolgoz, majd töröl. A személykereső szolgáltatásnál egyes, gyakran keresett munkatársak miniatűr vevőt hordanak magukkal, amely jelzi a hívást, majd a hívott a legközelebbi mellékállomási készülékről a szolgáltatás kódjának felhívása után automatikusan összekapcsolódik a hívóval (1. ábra). Más rendszerekkel a hívott a „hívás érkezett” jelzés mellett a hívó számát is megkapja, így közvetlenül azt hívhatja. Ezenkívül kétirányú kapcsolat is elképzelhető, ha a keresett munkatárs adóvevővel rendelkezik. A szolgáltatás megvalósításához különböző rendszerek léteznek, amelyeket az adóteljesítmény, használt frekvencia, kijelzés módja stb. szempontok szerint kell kiválasztani. Korszerű alközpontokhoz hangosanbeszélő is csatlakozhat. Így például zene közben közlemények játszhatók be, de a berendezés hagyományos értelemben vett személykeresőként is használható.

A teljesség igénye nélkül felsorolunk néhány különleges készüléket, amelyek korszerű alközpontokhoz csatlakoztathatók:

- főnök-titkári berendezés,
- hívásfogadó („hívása sikeres, kérjük várjon”),
- üzenetrögzítő,
- rádiótelefon,
- díjszámláló,
- gyorshívó (egyéni rövidített hívószám),
- éjszakai alarm,
- adatátviteli modem,
- forgalommérő,
- tv-display központi információtárral,
- digitális naptár és óra,
- pénzbedobós készülék,
- számlanyomtató,
- automatikus ébresztőberendezés,
- szobastátus tabló,
- „kulcstartó áramkör”.



1. ábra. Személykereső

3. MELLÉKÁLLOMÁSI SZOLGÁLTATÁSOK

A korszerű alközpontok előfizetői használhatják mindazon szolgáltatásokat, amelyet a rendszer általában biztosít.

A tipikusan mellékállomási szolgáltatások közül elsőként említendő a mellékállomási készülék típusa. Alapvetően megkülönböztetünk CB (központi táplálású) és LB (helyi, kihelyezett táplálású) készüléket, amelyeket a felhasználás függvényében kell kiválasztani. LB készülékek használata hosszú és emitt nagy ellenállású vonalak esetén indokolt. A szokásos mellékállomási készülékek CB típusúak. Lehetőség szerint el kell látni őket földelőgombbal és a flash nevű nyomógombbal, mert így kiegészítő információadásra van lehetőség. A választási jelzés kiadására számtárca vagy billentyűzet szolgál. A számtárca a számjegyek szerint impulzussorozatokat küld az alközpontba, míg a billentyűs készülékek egy része ugyanezen a módon közli a jelzéseket, de más típusok diódamatrix-kód vagy kettős hangfrekvenciás kód segítségével átalakítják az információt, amit az alközpont vevője a vezérlő egység számára értékelhető alakra dekódol. A kódolt információkkal működő billentyűs készülékkel a választási jelzések átvitelének sebessége jelentősen növelhető, ugyanakkor az átvitel biztonsága (pontossága) is erőteljesen javul.

Kérésre az előfizetői készülék ellátható számki-jelzővel, amely a hívó (mellékállomás) számát mutatja. Szállodák szervizhelyein ezzel azonosítható a hívó vendég. A számki-jelző a beszélgetés díjának ellenőrzésére is használható.

A hívott mellékállomás vagy csatlakozó vonalak foglaltsága miatti veszteség csökkentésére többféle korszerű szolgáltatás ismeretes. Az egyik ilyen az automatikus újrahívás. Ha a hívott mellékállomás foglalt, ebben az esetben meghatározott kódszám választása után a hívásigény nem törlődik. Az alközpont vezérlőegysége az igény nyugtázása után időről időre megvizsgálja a hívott mellékállomás állapotát, majd ha mindkét partner szabad, akkor lefoglalja őket és előbb a hívót csengeti, majd jelentkezése után különleges hangjelzést ad és egyidejűleg csengeti a hívottat. A leírtak értelemszerűen a kimenő híváskezdeményezésre is vonatkoznak. Hasonló szolgáltatás lehetséges abban az esetben is, ha a hívott mellékállomás első híváskezdeményezése után indítja az említett vizsgálatot, majd csengeti a partnereket. Egyes rendszerekben a hívó nem hangjelzés, hanem megkülönböztetett csengetési ritmus útján értesül igényének teljesüléséről.

Hasonló feladatot ellátó mellékállomások hívószámaiból csoport képezhető, ahol az egyik, kijelölt mellékállomás hívószámának választása után a csoportból éppen szabad mellékállomásra érkezik a hívás. A lefoglalás általában ciklikus, azaz a hívások egyenletesen eloszthatók a csoport tagjai között. A csoportképzéstől függetlenül mindegyik mellékállomásról kezdeményezhető hívások, illetve a mellékállomások egyéni hívószámukkal továbbra is elérhetőek.

Speciális jelzés (kódszám stb.) és a kívánt mellékállomás hívószámának tárcsázásával a mellékállomások az összes beérkező (belső, fővonalai, társközponti,

kezelői) hívásaikat átirányíthatják. Az eredeti mellékállomáson az érkező hívásokat egyetlen, impulzuszerű csengetés jelzi. Hívások kezdeményezése változatlanul lehetséges. A hívások visszairányítása ugyanazon kódszám felhívásával és bontással érhető el. Egy másik megoldás szerint a hívások átirányítása nem azonnal, hanem időzítés (pl. 40 sec) lejáratá után történik meg (2. ábra).

Azonos területi elhelyezkedésű, például egy teremben felszerelt mellékállomásokból olyan csoportok alakíthatók ki, amelyek mellékállomásai — adott kódszám és a partner-mellékállomás hívószámának tárcsázása után — kölcsönösen átvehetik a csoportba érkező, meg nem válaszolt hívásokat.

A beszédkapcsolatban levő mellékállomások adott kódszám és a kívánt harmadik partner hívószámának tárcsázásával titkos visszahívást kezdeményezhetnek. A visszahívás ideje alatt az eredeti partner várakoztatási hangot, vagy háttértárból zenét kaphat. A visszahívás befejezéséhez a hívó újra az adott kódot hívja és így helyreáll az eredeti kapcsolat. Szükség esetén a várakozó hívás a visszahívott előfizetőnek egyszerűen, bontással átadható. A csatlakozó hálózathoz érkező hívás a kezelőnek visszaadható az adott kódszám felhívása utáni bontással. Az ügynöki visszahívásnál a hívó a készülék flashnyomógombjának működtetésével és a kódszám tárcsázásával változathatja partnereit. A visszahívás különleges eseteként hármaskonferencia is felépíthető.

A mellékállomások hívásfelépítési tevékenységét segíti a rövidített hívószámok használata, más néven kódválasztás. Alapesetben az alközpont számítógépének tárába egyszerű módon (például a kezelői készülékről) beprogramozzák a mellékállomások által leggyakrabban használt külső hívószámokat (más üzemegységek, partnercégek hívószámait), majd ezeket két-, háromjegyű kódszámokhoz rendelve listaként átadják az előfizetőknek. Nagyobb tárcapacitás esetén a központi tár mellett (vagy helyett) a mellékállomások egyéni tárhoz kapnak hozzáférést, ahova tetszés szerinti, akár magánjellegű hívószámokat is beprogramozhatnak a mellékállomási készülékekről. A hívás kezdeményezése adott kijelölő szám és a kívánt hívószámnak megfelelő kódszám tárcsázásával történik, ekkor az alközpont automatikusan kiadja a beprogramozott számot. Mivel a hívószámok gyakran 10–15 számjegyűek (nemzetközi távhívás), ezért a szolgáltatás jelentős tárcapacitást vesz igénybe (3. ábra).

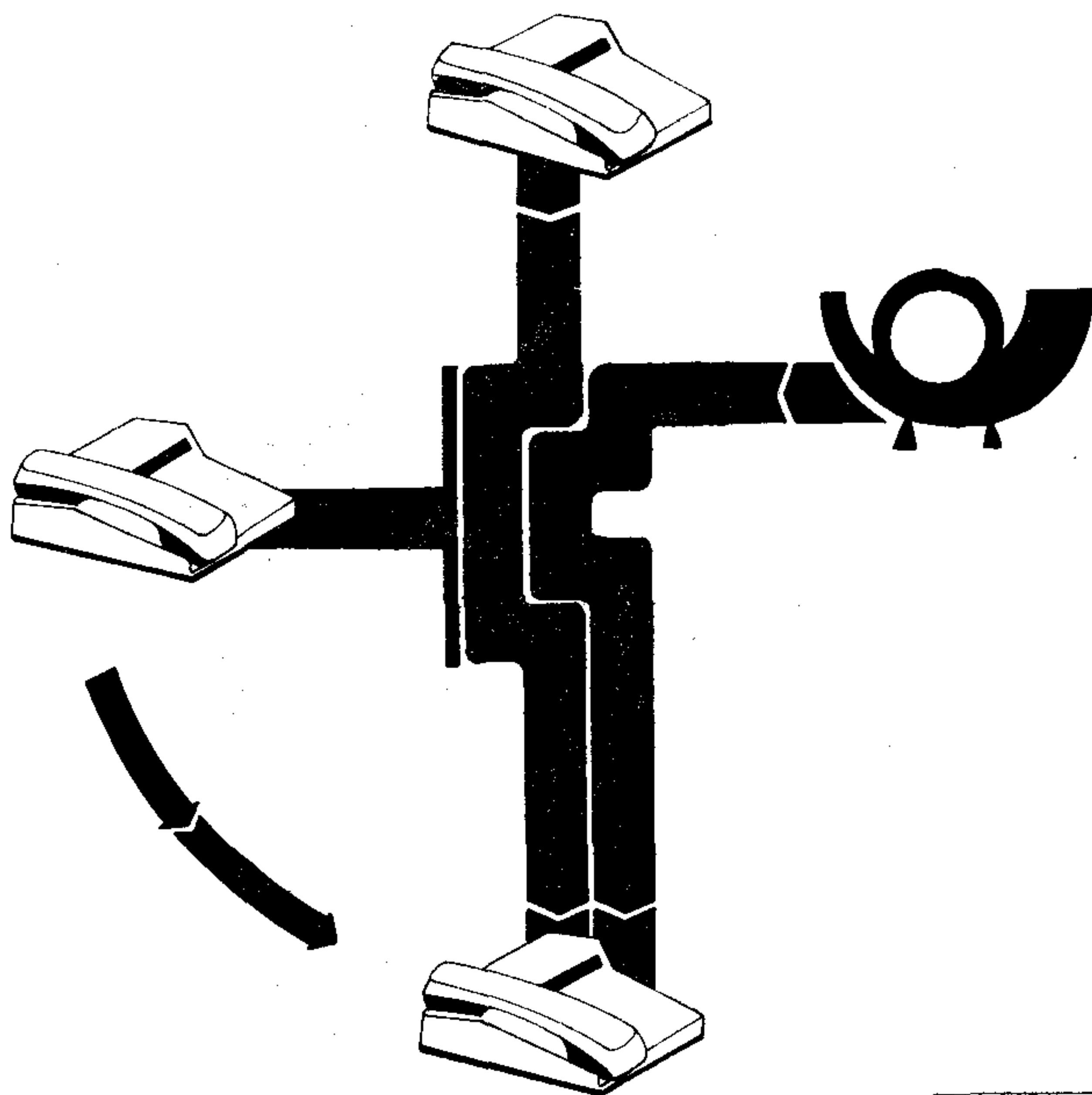
A mellékállomásra érkező hívások eredetének megkülönböztetésére az alközpont többféle csengetési ritmust használhat. Így például a kezelőn át érkező fővonalis és a belső hívások a csengetés ritmusa alapján felismerhetők.

Bizonyos kijelölt előfizetők hívott, foglalt partnereket adott kódszám választása után „kopogással”, azaz halk figyelmeztető hanggal értesíthetik hívásigényükről (4. ábra).

4. KEZELŐI SZOLGÁLTATÁSOK

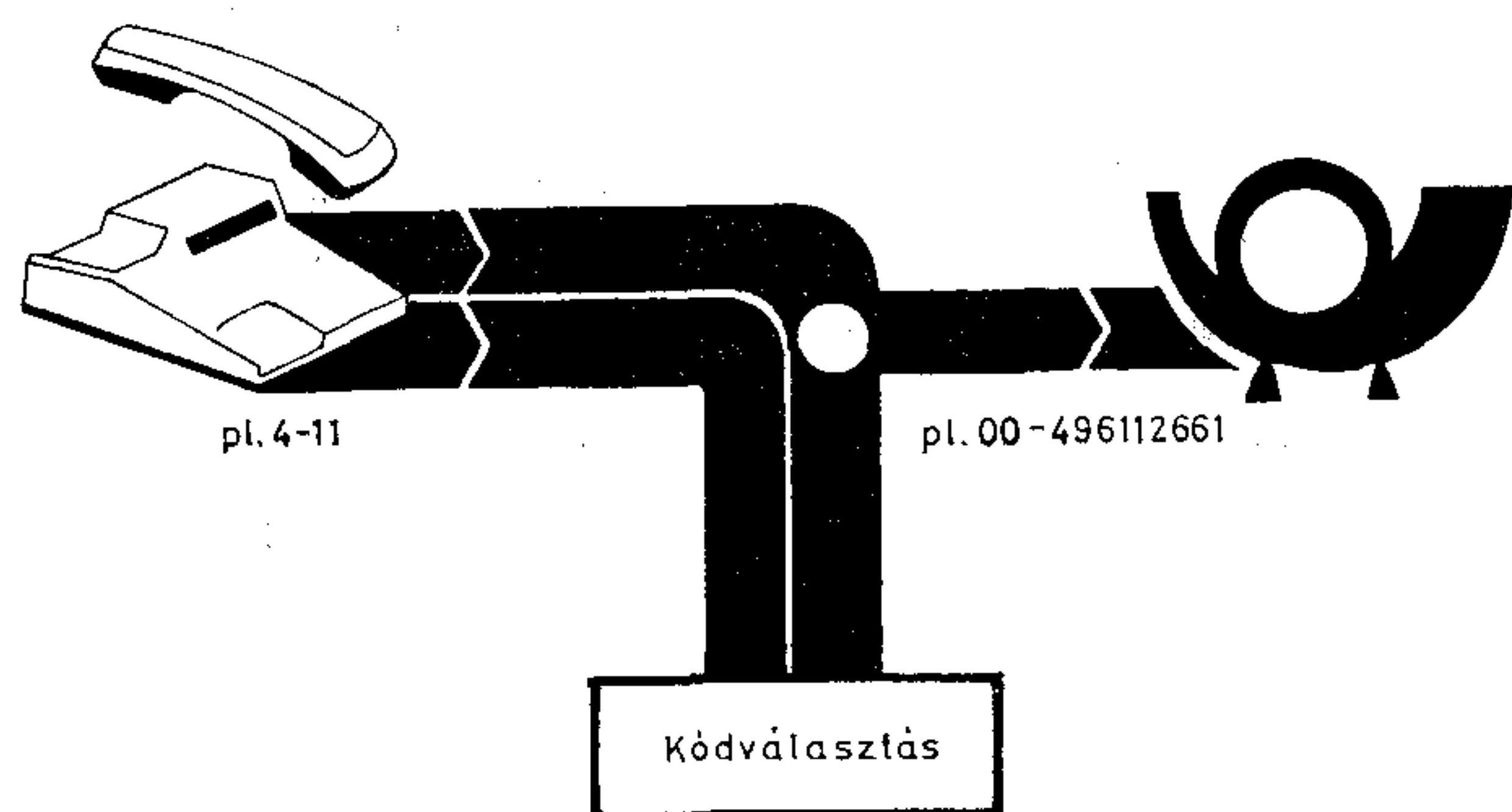
Az alközpont kezelője a berendezés egyik igen jelentős „tényezője”, ezért munkájának megkönnyítésére több korszerű szolgáltatás létezik. Elsőként meg-

állapíthatjuk, hogy a kezelő valamennyi mellékállomásnak biztosított szolgáltatást igénybe vehet. Itt kell megkülönböztetni a beválasztással rendelkező, illetve azzal fel nem szerelt alközpontokat, mert ez a tény alapvetően befolyásolja a kezelő munkáját.



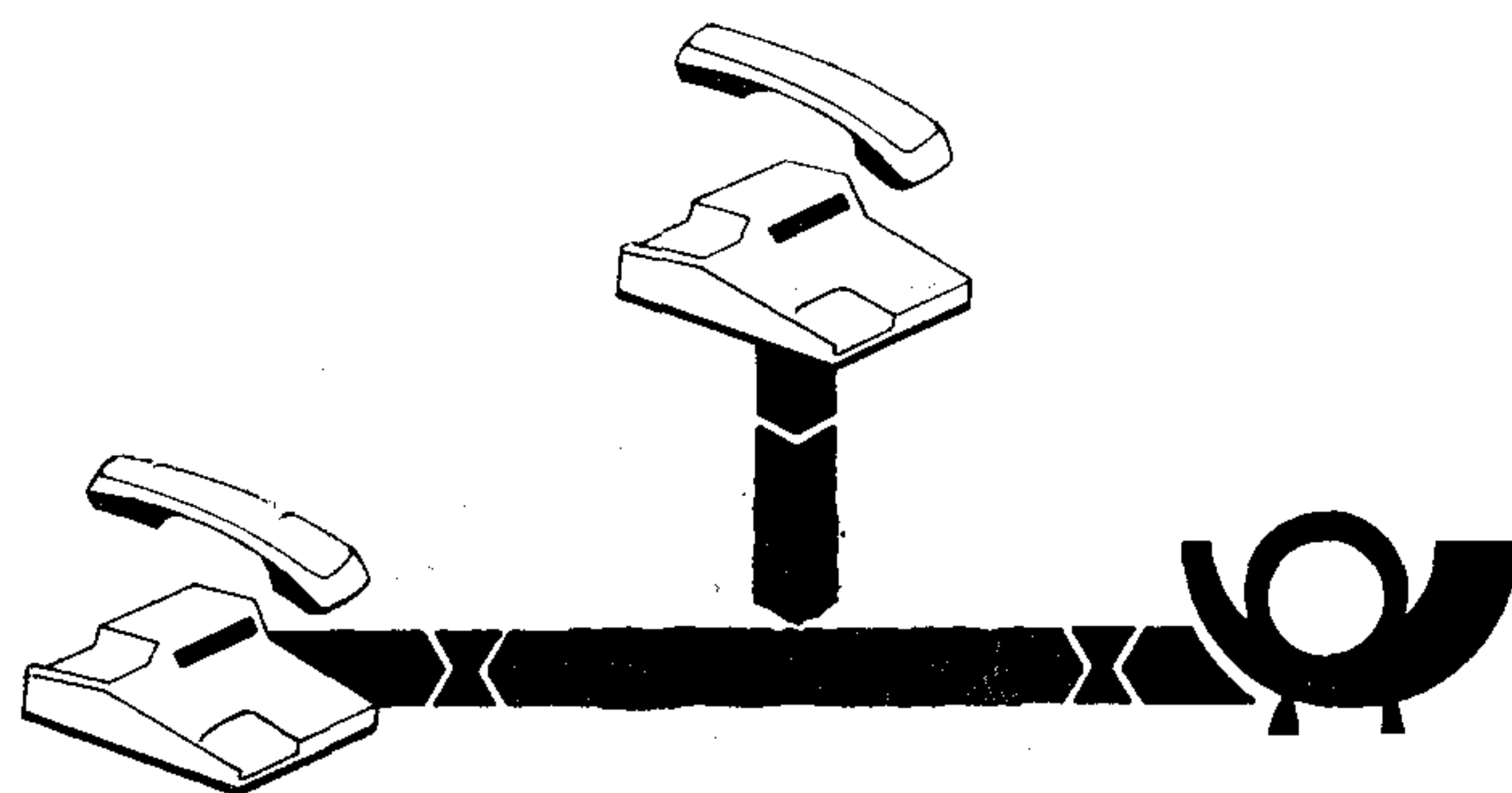
B274 - 2

2. ábra. Hívásátirányítás



B274 - 3

3. ábra. Kódválasztás



B 274 - 4

4. ábró. Bekopogás

Nézzük először a beválasztó rendszerű alközpontok hívásfogadásának menetét. A beválasztás mint elv évtizedek óta ismert és elsősorban a közvetlen vezérlésű főközpontokhoz csatlakozó alközpontokban alkalmazzák. A vezérlési elvből következően az alközpontba irányuló hívások a főközpont csoportválasztó fokozatáról közvetlenül az alközpontba jutnak, így megvalósítható az egyes mellékállomási hívószámoknak a főközpont számozási rendszerébe illesztése. A fővonalai hívó tehát az alközpont kijelölő számának választása után (amely általában 3–4 jegyű) közvetlenül a mellékállomási hívószámot választja és hívása a kezelő közreműködése nélkül a kívánt előfizetőhöz kerül. A kezelő csak bizonyos különleges esetekben kapcsolódik be, mint például, ha a hívott előfizető adott időzítésen belül (20–40 sec) nem jelentkezik, vagy ha nemlétező vagy bejövő hívások fogadásából kizárt mellékállomási hívása történt. Szintén a kezelőhöz irányítandó a hívás, ha a hívó, mivel a mellékállomási hívószámát nem ismeri, az alközpont kijelölő száma után nem folytatja a választást. A kezelő hívószámának számjegyhossza megegyezik a mellékállomási hívószámokéval.

A nem beválasztó jellegű alközpontokban a kezelő legfontosabb feladata a beérkező fővonalai hívások fogadása és a kívánt mellékállomásra történő kiközvetítése. Ezért elsődleges követelmény a kezelő részletes és pontos tájékoztatása a bekötött fő-, társközponti és mellékállomási vonalak állapotáról. Erre a célra szolgál a foglaltsági tabló, amely a szabad, foglalt, blokkolt, elérhetetlen, kizárt stb. állapotokat jelzi.

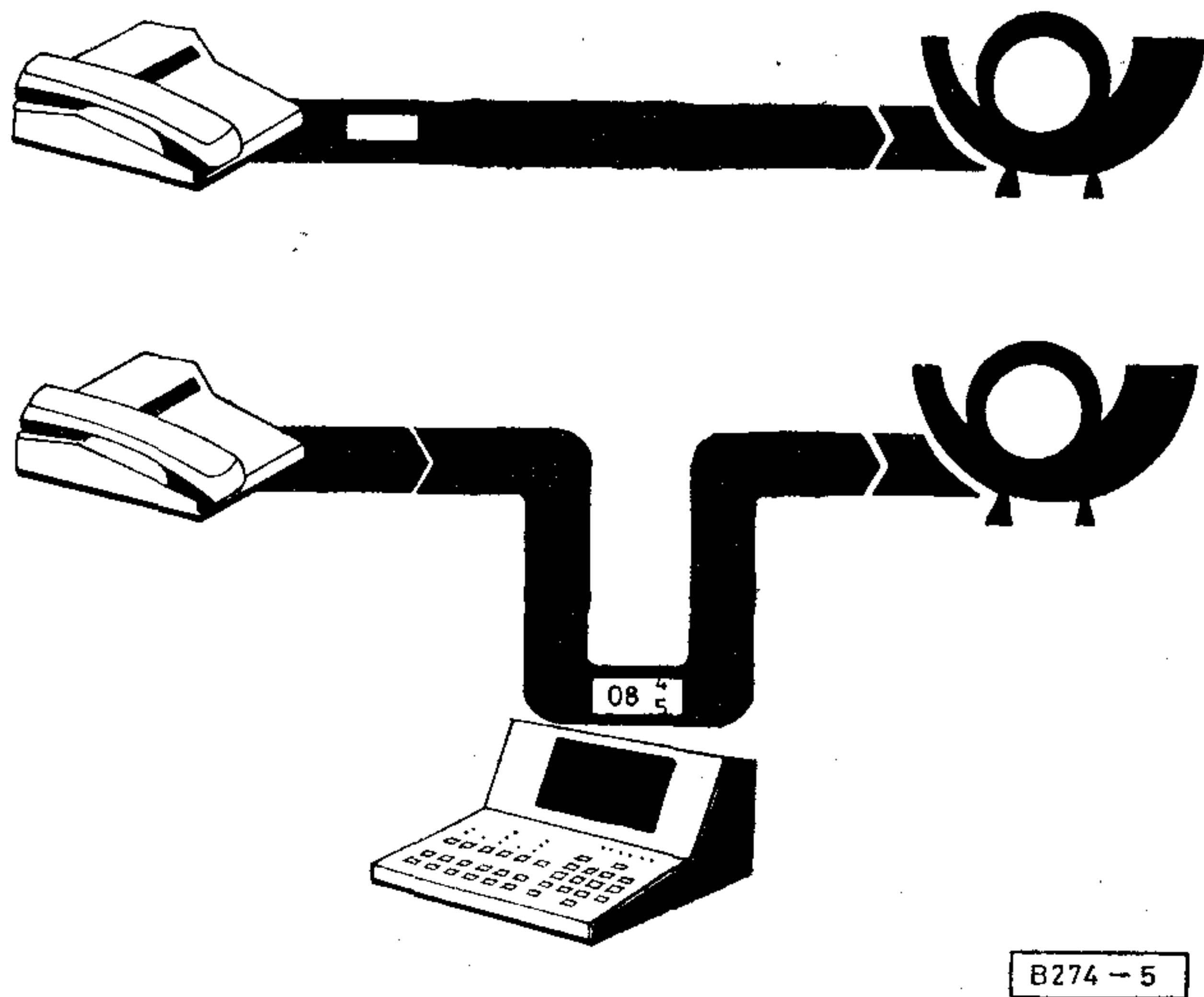
A kezelő az érkező hívásokról fény- és/vagy hangjelzést kap és a hívás fogadásakor kijelzőjén megjelenik a mellékállomási hívószáma vagy a lefoglalt fő-, ill. társközponti vonal azonosító kódja.

A kezelő által kiközvetített hívások (általában a főközpontból érkezők) adott időzítés (20–40 sec) után visszatérnek a kezelőhöz, ha a mellékállomási nem jelentkezik. Ugyanez időzítés nélkül történik, ha a hívott foglalt vagy a már említett „ne zavarjanak” szolgáltatást veszi igénybe. A hívó külön kérésére a kezelő harmadikként bekapcsolódhat a kért foglalt mellékállomási beszélgetésébe és figyelmeztető hang kíséretében közölheti a várakozó sürgős hívást.

A fővonalai hívó bejelentheti a kezelőnek, hogy egymás után több előfizetővel kíván beszélni. Ekkor a kezelő a lánckapcsolás nevű szolgáltatást aktiválja. A fővonalai hívás az egyes mellékállomásokkal lebonyolított beszélgetés után visszatér a kezelőhöz, így késlekedés nélkül a következő partnernek közvetíthető ki.

Hasonlóan az előzőkhöz, fővonalai vagy mellékállomási előfizető kérésére a kezelő konferenciát építhet fel. A partnerek száma általában korlátozott (tipikusan 5–10), és postai előírás alapján a konferenciában legfeljebb egy fővonalai előfizető vehet részt. A konferencia felépítésének jogával mellékállomások is felruházhatók.

A kezelő a díjszámlálás feladatát is el tudja látni. Ha például távhívásra nem jogos előfizető kérésre egyszeri jogosságot kap, akkor a kezelő a beszélgetés díját annak befejezésekor kijelzőjén megkapja és



5. ábra. Díjszámlálás

feljegyzi. Emellett az összes díjköteles beszélgetés számlaösszege is kijelmezhető. Így ellenőrizhető az alközpont számlája is (5. ábra).

Gyakran előforduló eset az, ha az előfizető kézi-beszélőjét nem jól helyezi vissza és így a mellékállomási időzítés után blokkoltá válik, azaz sem híváskezdeményezés, sem hívásfogadás nem lehetséges. A kezelő ezen állapot felismerése után (a már említett foglaltsági tabló e célra is használható) intenzív, úgynevezett üvöltő hangot kapcsolhat a mellékállomási készülékre, így figyelmeztetve az előfizetőt.

Nagy bejövő forgalmú alközpontokban előfordulhat, hogy a fővonalai hívóknak aránytalanul hosszú ideig kell a kezelő belépésére várakozni. A megoldás a nappali segédkezelő, amelyre a „fő” kezelőnél várakozó hívások adott időzítés (általában 20–40 sec) után kerülnek. A segédkezelő készüléke megegyezik a szokásos mellékállomási készülékkel, a kiközvetítés visszahívás-átadással történik.

A nappali segédkezelőhöz hasonlóan, munkaidő után az éjszakai kezelő veszi át a beérkező hívások kiközvetítését.

A kezelő rosszakaratú hívások azonosítására is felhasználható. Ehhez természetesen a csatlakozó főközpont műszaki jellemzőit is figyelembe kell venni.

A modern alközpontok felügyelet nélküli működésűek. Kézenfekvő a megoldás, hogy az esetleges üzemzavart a kezelőnél kell jelezni, aki a javítást, karbantartást kezdeményezi. Katasztrofális hiba esetén a csatlakozó fővonalak automatikusan előre kijelölt mellékállomásokra kapcsolódnak.

Az ismertetett szolgáltatások különleges, vakok, ill. csökkentlátók számára konstruált kezelői készülékek is megvalósíthatók.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ismertetés csak az általam legfontosabbnak ítélt szolgáltatásokra tér ki. Adott központ szolgáltatás-választéka függ mind a műszaki alapfeltételektől, mind a megrendelő igényeitől.

HÍREK ÜZEMEINKBŐL

Az EP szállodai központok sikere a BNV-n

Az őszi Budapesti Nemzetközi Vásáron a Hoventa vendéglátóipari szakkiállításon nagy sikert aratott a BHG új szállodai elektronikus telefonközpontja.

Mit tudnak az EP szállodai alközpontok? Előjáróban néhány hasznos tulajdonságuk: a hagyományos elektromechanikus rendszerekhez képest nagyon kicsi a helyigényük; üzemeltetésük energiatakarékos; zajtalanul működnek és nem igényelnek különleges klimatizálást.

Szolgáltatásaik kiterjednek szinte minden szállodán belüli kapcsolat — vendég-vendég, vendég-személyzet, személyzet-személyzet — automatikus vagy mechanikus megteremtésére.

A szállodák technikai felépítése például szükségessé teheti a mellékállomások három csoportba szervezését: hotelszobák — szervizszolgáltatások — igazgatási egységek. A csoportok közös, illetve egyedi jogossági kategóriákba oszthatók be. Az egyes csoportokon belüli és csoportok közötti forgalom, valamint a kimenő hívások kezdeményezése, illetve a bejövő hívások fogadása a megrendelő igénye szerint rugalmasan változtatható. Praktikus az is, hogy a szobaszámok és a hívószámok megegyezhetnek, lehetnek három- és négyjegyűek.

Külön szolgáltatásokat nyújtanak az EP-központok a lakosztályoknak. Az úgynevezett appartement-szolgáltatáshoz két vagy több mellékállomás rendelhető. A lakosztályi és a titkári vonalak egymást egyéni, rövidített hívószámmal hívhatják. Megoldható az is, hogy valamennyi hívás a titkári vonalakra érkezzen.

Nagy sikert aratott a vásáron a szervizhelyekhez rendelt hívószám-tároló. Ez a berendezés a szervizszemélyzet távollétében automatikusan tárolja a szolgálatot hívó mellékállomások (szobák) hívószámait. A személyzet tagjai vizsgatérésükkor billentyűnyomásra leolvashatják az időközben beérkezett hívásokat kezdeményező szobák számait, ezeket visszahíva jelentkezhettek.

Az EP-központok biztosítják annak lehetőségét, hogy a személyzet fontos tagjai vezeték nélküli személyhívó berendezés segítségével gyorsan elérhető legyenek. Ezen berendezések vezérlése a központ mellékállomásairól vagy kezelőiről eszközölhető.

A szállodából kezdeményezett hívások díjainak

pontos és dokumentálható nyilvántartása igen fontos feladat. Az EP-központok által vezérelt számlanyomtató valamennyi automatikusan felépített kimenő hívás adatait a beszélgetés befejezés után kinyomtatja. A számlán kiíródik a hívó mellékállomás (szoba) száma, a beszélgetés időtartama és a díj összege.

Az EP-központok mellékállomásai — a megrendelő igénye szerint — sokféle, a kimenő hívásokat érintő jogossági kategóriákba sorolhatók be: csak házi jogos (szállodán kívüli beszélgetést nem kezdeményezhet) — féljogos, (szállodán kívüli beszélgetést csak a kezelő közreműködésével kezdeményezhet), — jogos, (akár helyi, akár országos, akár nemzetközi hívásra).

Az EP szállodai központok jelenleg is továbbfejlesztés alatt vannak. Ezek során újabb szolgáltatásokat nyújtanak a megrendelőnek. Ezek közé tartozik, hogy a kulcstáblára felakasztott kulcs észlelésekor a központ a szoba távbeszélő készülékét a forgalomból kizárja és ennek tényét a kulcstáblán láthatóan kijelzi. A vendég távollétében a kezelő a vett üzenetekről jelzést küldhet a kulcstáblára és az a törlésig megmarad.

A szállodai vendégek kívánságukra „elérhetetlen” válhatnak, azaz telefonon nem zavarhatók. A központ kezelője azonban kivételes — sürgős vagy interkontinentális — hívást még ekkor is felkapcsolhat.

A szálloda személyzetének munkáját könnyíti meg a szoba státuszrendszer. Ez jelzi a szobák mindenkor állapotát, pl.: takarítják, foglalt vagy éppen javítják stb.

A bemutatóra meghívott vendégeknek, a szállodai szakembereknek különösen a hívószám-tárolós szervizhely készülék és a kulcstartó által nyújtott szolgáltatás tetszett a legjobban. Az egész berendezésről nagyon jó vélemény alakult ki, de kifogásolták, hogy kisebb kapacitástartományú központot miért nem gyártanak. Mindamellet a Pannónia és Danubius szálloda vállalatok, valamint a diplomáciai testület ellátó igazgatóság és a külföldi gazdasági szervezeteket ellátó igazgatóság már konkrét igényeket jeleztek. Mindenki egyetértett abban: előnyös dolog hazai szállodáinkat hazai gyártmányú elektronikus központokkal felszerelni. Külön örömmel vették tudomásul a BHG rugalmas szállítási készségét.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámmal. Előfizetési díj: fél évre 138,— Ft, egész évre 276,— Ft. Egyes szám ára 23,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.



Egyetemi Nyomda — 83.1160 Budapest, 1983. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375



KONTAKTA

1725 Budapest, Pf.: 16. Telefon: 279-200
Telex: 22-4399

MIKROKAPCSOLÓK

A mikrokapcsolók a vezérléstechnika, az irányítás-technika, az automatizálás igen fontos elemei. Jellemzőjük a nagy mechanikai élettartam és emellett a viszonylag nagy elektromos teljesítmény kapcsolása. Ezen felül a mikrokapcsolóknál alapvető követelmény, hogy a működtetéshez szükséges kis erő és a kapcsolat létrehozásához meghatározott út az élettartam során csak minimális mértékben változhat meg.

A mikrokapcsolókra — többek között — jellemző az is, hogy igen lassú működtetés esetén is a kapcsolásnak pillanatszerűen kell megtörténnie. Ilyen eset például a hőtáguláson alapuló ikerfém elemmel működtetett elmozdulás.

A fenti különleges jellemzők meghatározásait a mikrokapcsolókkal szemben támasztott követelményeket, vizsgálati előírásokat világszerte szabvány-előírások szabályozzák.

A mikrokapcsolókra vonatkozó nemzetközi szabványelőírás az IEC 163-1, és ennek kiegészítő publikációi a 163-1 A és a 163-1 B. Az ezekben meghatározott általános követelmények mellett az illetékes munkabizottságok foglalkoznak a konkrét termékszabványok kidolgozásával is.

Általános hazai vonatkozású szabványelőírás az MSZ-05 61.6101-77 számú „Érzékeny mikrokapcsolók. Általános követelmények és vizsgálati módszerek”. Ezenkívül az egyes típusokra magyar termékszabványok is rendelkezésre állnak.

Nemzetközi vonatkozásban a különböző rendelkezéseknek és felhasználási céloknak megfelelően igen nagy választékban állítanak elő mikrokapcsolókat.

A mikrokapcsolók sokféle jellemzője többféle csoportosítást tesz lehetővé, ezek közül a legjellemzőbb a méretek szerinti csoportosítás, mely szerint megkülönböztetünk:

- normál méretű
- törpe méretű
- és miniatűr méretű mikrokapcsolókat.

Ezeknek az alaptípusoknak a felhasználásával készülnek a különféle működtető szerkezetekkel ellátott, illetve a különböző védelmet szolgáló házba szerelt mikrokapcsoló változatok.

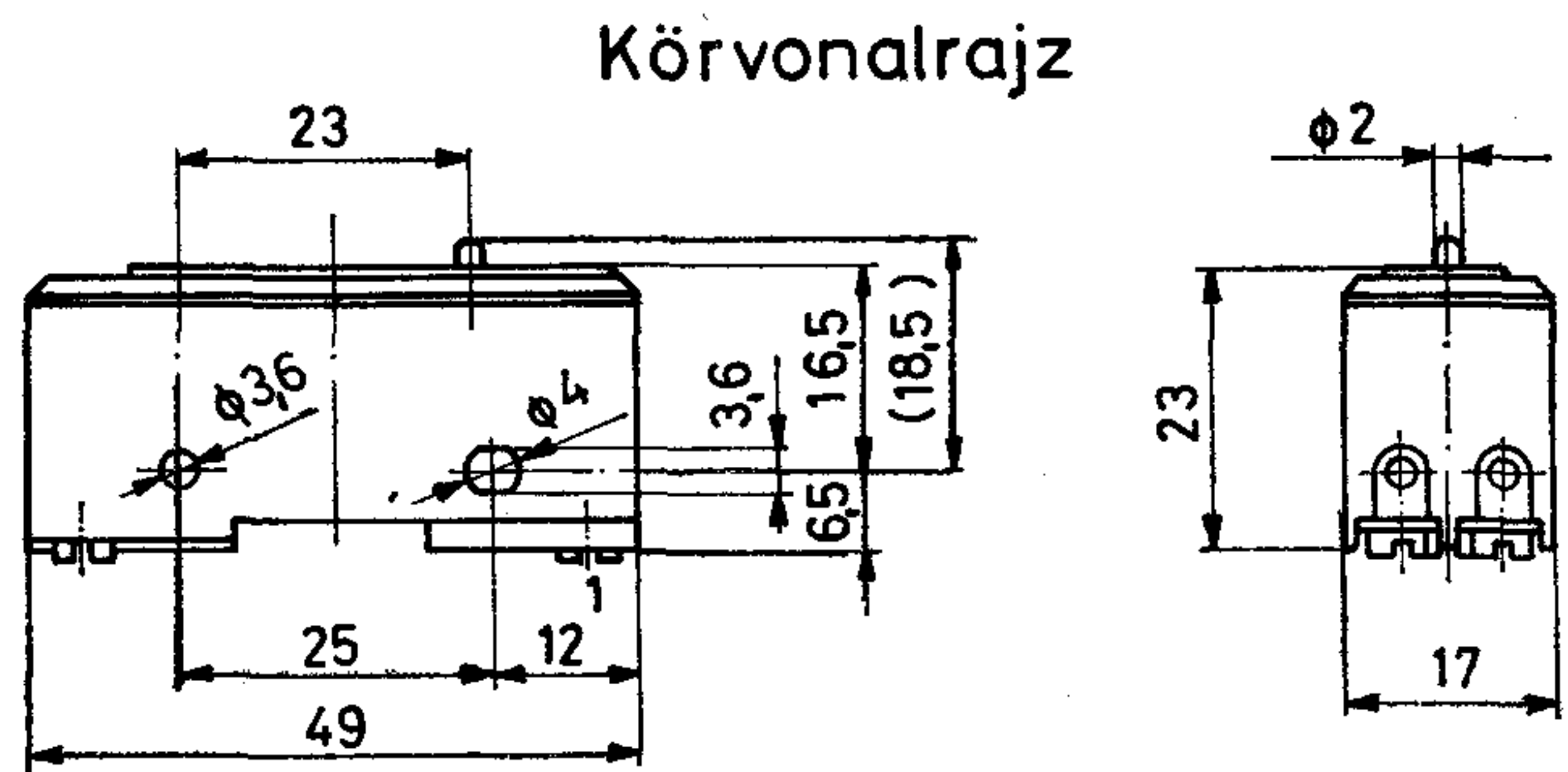
A Kontakta ebből a nagy választékból azoknak a típusoknak a gyártását valósította meg, illetve szerepelteti fejlesztési terveiben, melyek a hazai felhasználók között a legkeresettebbek.

A fő méretek szerinti sorrendben az alábbi típusok sorozatgyártását, illetve fejlesztését végzi vállalatunk:

- Pn 2—1 típusú normál méretű mikrokapcsoló család (E terméket sorozatban gyártjuk.)
- Pt 2—1 típusú törpe méretű mikrokapcsoló család (E termék fejlesztése jelenleg folyik.)
- Pm 2—111 típusú miniatűr méretű mikrokapcsoló család (E terméket sorozatban gyártjuk.)

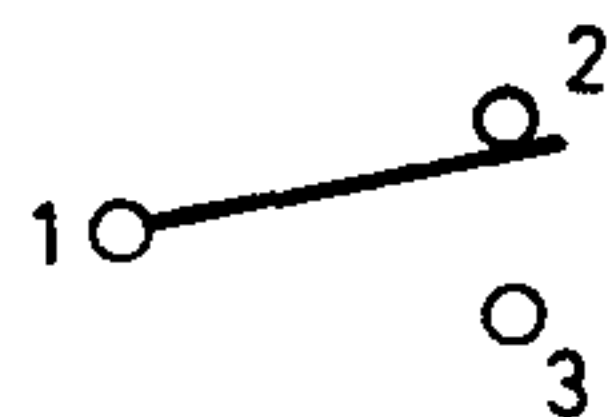
A következőkben az egyes típusokat részletesen ismertetjük.

Normál méretű mikrokapcsoló család (Pn 2—1)



Méretek mm-ben

Kapcsolási alaphelyzet



Pn2-1 típus

1. ábra

A Kontakta ezt a típust gyártja a legrégebben, és a hosszú idő alatt szerzett gyártási tapasztalatokkal megbízható működésű, szigorú műszaki paramétereknek megfelelő normál méretű mikrokapcsolókat állít elő.

A Pn 2—1 típusú alapkapszó szerkezete műanyag házba van beépítve.

Működtetése fém nyomógombra ható erő hatására szigonyrugón alapul. Ez a rugóforma biztosítja a jellemző kapcsolási erő-út paraméterek szűk intervallumon belüli állandóságát és a nagy mechanikai élettartamot.

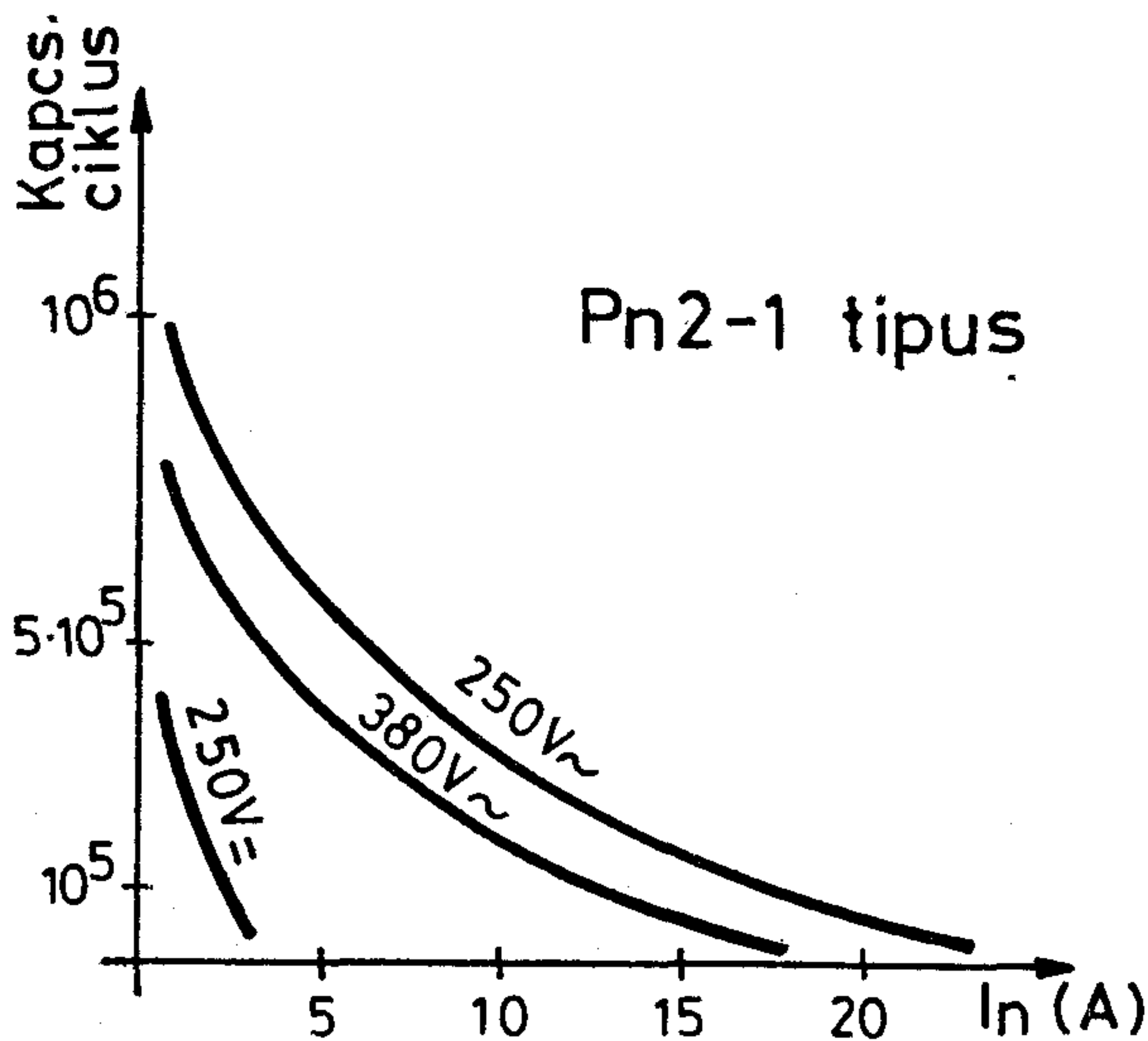
A vezetékbekezdés hüvelykapcsos kialakítású, a vezeték rögzítése M3-as csavarral történik.

A normál méretű mikrokapcsoló a szigetelőtesten kiképzett két furaton keresztül 2 db M 3,5-ös csavarral rögzíthető.

Az alaptípus felhasználásával különböző működtető szervekkel felépített mikrokapcsolókat hozunk forgalomba, illetve a külsőteri alkalmazáshoz csepegő víz ellen védelmet nyújtó védett tokozású kivitelek készülnek.

Az alaptípus körvonalrajzát és a kapcsolási alaphelyzetét az 1. ábra, a kapcsolható áramerősség és az élettartam közötti összefüggést a 2. ábra szemlélteti.

Élettartam a kapcsolható áramerősség függvényében



2. ábra

MŰSZAKI ADATOK

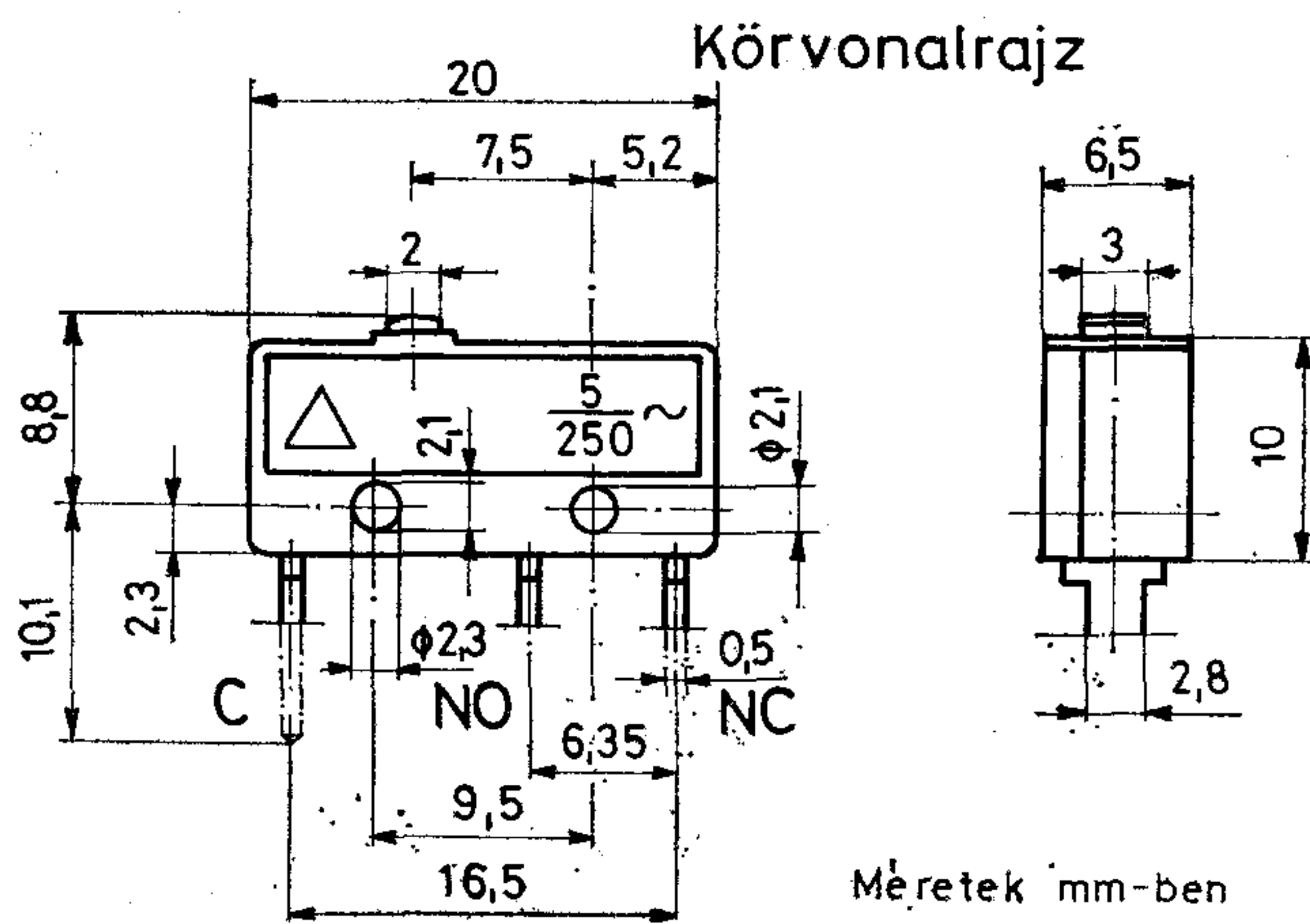
Névleges feszültség	380 V _{eff}
Névleges áramerősség	15 A
Próbafezültség	
— nyitott érintkezők között	1150 V _{eff} 50 Hz
— egyéb helyen	2000 V _{eff} 50 Hz
Szigetelési ellenállás	min. 1000 Mohm
Érintkezők átmeneti ellenállása	max. 20 mohm
Kapcsolási erő	max. 5,5 N
Kioldó erő	min. 1,10 N
Előfutási út	max. 0,7 mm
Túlfutás	min. 0,1 mm
Mozgáskülönbség	max. 0,1 mm
Mechanikai élettartam	min. 10 ⁶ kapes. ciklus
Környezetállósági kulcsszám	25/085/21

A Pn 2—1 típusú normál méretű mikrokapcsoló megfelel az MSZ—05 61.6102—78 szabványban előírt követelményeknek.

A műszaki követelményeknek megfelelően és a külföldi, hasonló típusokkal való versenyképesség megtartása, valamint a nemzetközi szabványkövetelmények teljesítése érdekében fejlesztési tervünkben szerepel e típus továbbfejlesztése.

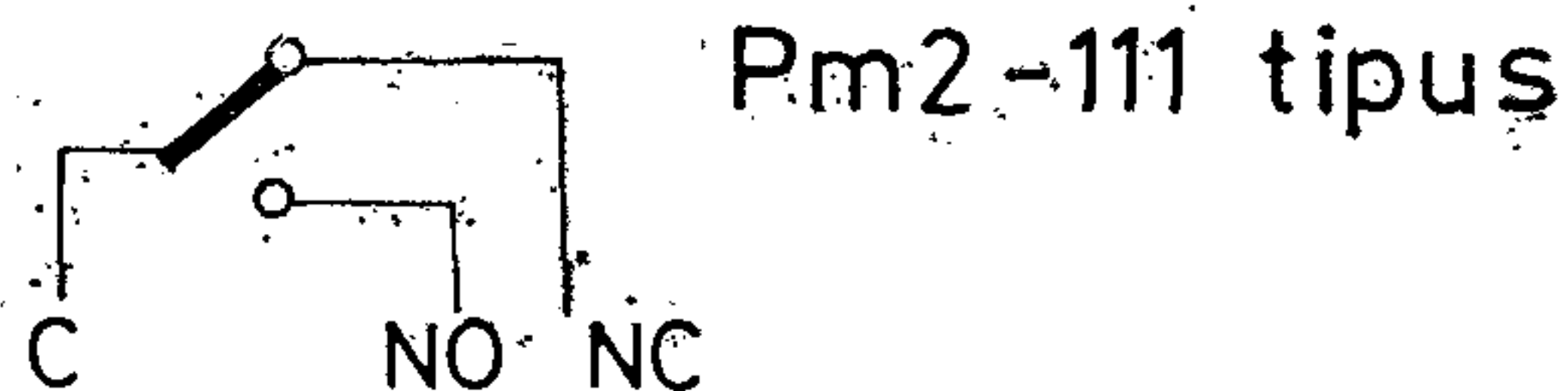
E munka keretén belül foglalkozunk a robbanásbiztos tokozású mikrokapcsolók fejlesztésével is.

Miniatűr méretű mikrokapcsoló család (Pm 2—111)



Méreték mm-ben

Kapcsolási alaphelyzet



3. ábra

A Pm 2—111 típus a vállalatunknál gyártott legkisebb méretű mikrokapcsoló család.

Kis méretének ellenére igen nagy teljesítmény kapcsolására alkalmas.

A konstrukció kialakítását tekintve a kapcsoló-szerkezet kétrészes műanyagházban helyezkedik el.

A kapcsoló mechanizmusa ún. „omega rugós” kivitelű.

A konstrukció kialakításakor a kis méretek és a nagy kapcsolási teljesítmény mellett komoly feladatot jelentett a hosszú élettartam biztosítása.

Ennek érdekében a szerkezet kialakítását úgy választottuk meg, hogy az omega rugó működése a legoptimálisabb keretek között történjen.

A vezeték bekezdése a kivittől függően történhet:

- 2,8×0,5 mm-es csatlakozósaruval (AMP)
- forrasztással
- nyomtatott áramköri lapba történő beforrasztásra alkalmas kivitel (külön megrendelés esetén)

A kapcsoló a szigetelőtesten kiképzett két furaton keresztül 2 db M2-es csavarral szerelhető fel.

Ezt az alapkapsolót is különféle — az alkalmazási terület kibővítése érdekében — rugós és merev működtető szerelvényekkel is szállítjuk.

Az alaptípus körvonalrajzát és a kapcsolási helyzeteket a 3. ábra szemlélteti.

MŰSZAKI ADATOK

Névleges feszültség	250 V _{eff}
Névleges áramerősség	5 A
Próbafezültség	
— nyitott érintkezők között	750 V _{eff} 50 Hz

ETO 621.3.049.77

Dr. Szép I.:

Mikroelektronika 2000-ig

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 5. sz.

A cikk az eddigi és a jelenlegi fejlődési irányzatokból kiindulva elemzi a mikroelektronikának az évezred végéig várható fejlődését, a gazdasági hatások figyelembevételével. A mikroelektronikai technológia és a gépi rendszertervezés elterjedése elkerülhetetlenné teszi a készülék és az alkatrész-gyártás integrálódását. Ehhez fejlettebb, maximálisan automatizálható technológiai eljárásokra és a számítógéppel irányított tervezésben és gyártásban képzett új konstruktőr nemzedékre van szükség.

ETO 621.3.049.774.2

Nemes M.:

MOS LSI áramkörök építőelemeinek dinamikus leírása

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 5. sz.

A cikk MOS LSI áramkörök építőelemeinek olyan dinamikus leírási módját mutatja be, amely megkönnyíti a nagy elemszámú áramkörök tranziens vizsgálatát.

ETO 621.396.677.45.095

Kapor J.:

Szimmetrikus táplálású sík archimedesi spirálantenna

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 5. sz.

A szerző a sík szimmetrikus archimedesi spirál-antenna sugárzási mechanizmusát vizsgálja. A spirálantenna pontforrás-modellje alapján az axiális módban működő antenna iránytényezőjét is meghatározza. A gyakorlatban megvalósított spirálantennák mérési adatai jól egybeesnek a végzett analízis alapján kapott eredményekkel.

ETO 621.315.17

Mihály A.—Muzik L.:

A Telefongyár korszerű kábellétra-szerkezetének konstrukciós ismertetése

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 5. sz.

A szerzők összefoglalják a kábellétrászerkezet létrehozásával kapcsolatos előzményeket és a konstrukciós kialakítással szemben támasztott tervezési célkitűzéseket, valamint a megvalósítás eredményeit. Ezután rövid funkcionális áttekintést adnak a létraszerkezet általános szerkezeti felépítéséről. Végül részletesen ismertetik a főbb alapelemeket, amelyek kialakítása során hasznosításra kerültek a könnyűszerkezetes elemek használatából származó- és a korszerű technológia nyújtotta előnyök.

ETO 621.396.65:654.165

Malcsiner F.:

Rádiótelefonok hazai gyártása és alkalmazása II. rész

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 5. sz.

A hazai ipar három évtizede foglalkozik rádiótelefonok gyártásával. Legfőbb gyártási bázis a Budapesti Rádiótechnikai Gyar, mely országos hálózatok megtervezését, kiépítését, telepítését és karbantartását vállalja. A cikk első része az üzemmódok ismertetésével és a hírközlő rendszerek térbeli elrendezésével foglalkozik. — Gazdasági szempontok figyelembevételével ismerteti a több felhasználó szerv által közösen használt szabadcsatornakereső rendszer előnyeit. A cikk második része áttekinti a rádiótelefonok számára engedélyezett csatornák frekvencia-kiosztását és az alkalmazott üzemmódokat. Tárgyalja a mozgó járműveken telepített berendezéseket és azok csatlakoztatását az országos vezetékes telefon és telephálózatokhoz. Ismerteti a vonalhosszabbító rendszereket, a felügyelet nélküli ismétlőállomásokat, a digitális rendszerű járműazonosító rendszereket és végül a szekvenciális szelektív hívó alkalmazását.

ДК 621.3.049.77

Др. Сэп, И.:

Микроэлектроника до 2000 года

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. № 3.

Статья исходя из направлений развития за истекшее и настоящего времени анализирует ожидаемое развитие микроэлектроники до конца тысячелетия с учетом экономических воздействий. Распространение технологии микроэлектроники и машинного проектирования системы привлечет за собой неизбежную интеграцию производства аппаратуры и элементов. Для реализации этого будут необходимы технологические процессы с максимальной автоматизацией и новое поколение конструкторов ознакомились с проектированием и производством с управлением на ЭВМ.

ДК 621.3.049.774.2

Немеш, М.:

Динамическое описание структурных элементов схемы МОС ЛШИ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. № 5.

Статья излагает такой метод динамического описания структурных элементов схем МОС ЛШИ, который упрощает проведение переходных испытаний схем с большими числами элементов.

ДК 621.396.677.45.095

Капор, Й.:

Плоская спиральная антенна архимеда с симметрическим питанием

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. № 5.

Автор рассматривает механизм измерения плоской спиральной антенны архимеда. На основе „модели точки-источник“ спиральной антенны определяет коэффициент направленности антенн в аксиальном режиме. Данные измерения спиральных антенн, реализованных в практике благополучно совпадают с результатами проведенного анализа.

ДК 621.315.17

Михай, А.—Музик, Л.:

Изложение конструкции современной структуры стойки с консолями для кабелей завода Телефондьяр

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. № 5.

Статья обобщает предшествующие события связанные с созданием структуры стойки с консолями для кабелей и предъявляемые целеустановки по проектированию конструктивного исполнения, а также полученные результаты осуществления. После этого, дается краткий функциональный обзор общего структурного построения стойки. В заключении подробно излагает основные элементы, при создании которых использовались преимущества применения элементов легкой структуры и современной технологии.

ДК 621.396.65:654.165

Малчинер, Ф.:

Национальное производство и применение радиотелефонов. Часть II.

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. г. за № 5.

Местная промышленность ВНР в течение трех десятилетий занимается с производством радиотелефонов. Основной базой их производства является Будапештский Радиотехнический Завод (БРГ), который принимает заказ по проектированию общегосударственных сетей, оборудованию, установке и по техобслуживанию. В первой части статьи излагается виды рабочих режимов и пространственное расположение систем связи. С учетом экономических точек зрения, описывает преимущества системы неограниченного искания каналов, применяемой одновременно несколькими потребителями. Часть вторая данной статьи рассматривает выделенные на радиотелефоны частотные диапазоны каналов и используемые рабочие режимы. Рассматривает устанавливаемые на подвижных объектах аппаратуры и их соединение с общегосударственной телефонной и телеграфной сетью. Излагает системы линейного удлинителя, станции повторения без обслуживания цифровые системы опознавания дорожного транспорта и в конце применение секвенционного избирательного вызывного аппарата

DK 621.3.049.77

Dr. Szép, I.:

Mikroelektronik bis 2000

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983 Nr. 5.

Der Artikel analysiert, ausgehend von den bisherigen und den gegenwärtigen Entwicklungsrichtungen, die bis zum Ende dieses Jahrtausends zu erwartenden Entwicklung der Mikroelektronik, mit Hinsicht auf die ökonomischen Auswirkungen. Die Verbreitung der mikroelektronischen Technologie und der maschinellen Systemplanung, macht die Integration der Fertigung von Geräten und Bauelementen unvermeidbar. Dazu braucht man maximal automatisierbare Verfahrensmethoden. Ausserdem braucht man eine neue Generation von Konstrukteuren, die in der mit Komputern unterstützten Planung und Fertigung ausgebildet sind.

DK 621.3.049.774.2

Nemes, M.:

Die dynamische Beschreibung der Bauelemente von MOS-LSI Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 5.

Der Artikel demonstriert so eine dynamische Beschreibungsmethode der Bauelemente von MOS-LSI Schaltungen, welche die Transientenprüfung der Stromkreise mit grosser Elementenstückzahl erleichtert.

DK 621.396.677.45.095

Kapor, J.:

Archimedische Flachspiralantenne mit symmetrischer Speisung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 5.

Der Verfasser des Artikels untersucht den Strahlungsmechanismus der symmetrischen archimedischen Flachspiralantenne. Auf Grund des Punktquellenmodells, wird auch der Richtungsfaktor der in axialer Betriebsart funktionierenden Spiralantenne bestimmt. Die Messergebnisse der in der Praxis verwirklichten Spiralantennen koinzidieren sehr gut mit denjenigen Messergebnissen, welche bei der durchgeführten Analyse erhalten wurden.

DK 621.315.17

Mihály, A. — Muzik, L.:

Bekanntmachung der Konstruktion des modernen Kabelleitergerüsts der Budapester Telefonfabrik. (Telefongyár)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 5.

Die Verfasser des Artikels fassen die Vorereignisse, hinsichtlich der Errichtung des Kabelleitergerüsts zusammen und berichten über die Planungszielsetzungen gegenüber der Konstruktionsformung, sowie über die Ergebnisse der Verwirklichung. Danach bekommen wir einen Funktionsüberblick von dem allgemeinen Aufbau des Leitergerüsts. Zuletzt werden die Grundelemente ausführlich erörtert, im Laufe deren Ausformung wurden die aus der Benutzung der Leichtbauelemente stammenden, und seitens der modernen Technologie gebotenen Vorteile ausgenutzt.

DK 621.396.65:654.165

Malcsiner, F.:

Herstellung und Verwendung von Funktelefonen in Ungarn. (Teil II.)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 5.

Die ungarische Industrie befasst sich seit 3 Jahrzehnten mit der Herstellung von Funktelefonen. Die wichtigste Herstellungsbasis ist die Budapester Radiotechnische Fabrik. (Budapesti Rádiótechnikai Gyár), welche die Planung den Ausbau, das Anglegen und die Instandhaltung des Landesnetzsystems untermimmt. Der erste Teil des Artikels berichtet über die verschiedenen Betriebsarten und die räumliche Anordnung der Fernmeldesysteme. Der Verfasser erörtert, mit Bezugnahme auf die wirtschaftlichen Standpunkte, die Vorteile des sogenannten Freikanal-Suchersystems welches von mehreren Teilnehmern gemeinsam benutzt werden kann. Im zweiten Teil des Artikels bekommen wir eine Zusammenfassung über die Verteilung der Frequenzen für die Kanäle, welche für die Funktelefoneräte genehmigt sind. Ausserdem können wir einiges über die verwendeten Betriebsarten lesen. Der Artikel befasst sich mit den auf funktionierenden Fahrzeugen angefertigten Einrichtungen und deren Verbindung mit dem Landesnetz für Leitungstelefonie und Telexsystem. Der Artikel gibt uns eine Bekanntmachung über die Systeme für Linienverlängerung, über die unbewachten Repetierstationen, über die System des Kennungsabfrageverfahrens für Fahrzeuge und zuletzt über die Verwendung des Sequenzialen Selektivsuchers.

UDC 621.3.049.77

Dr. Szép, I.:

Microelectronics up to 2000

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 5.

The paper analyses the development of microelectronics expectible up to the end of this thousand years, starting from past and present trends, taking into account economical influences. Because of the propagation of microelectronics technologies and computerized system design the integration of equipment and component manufacturing becomes unavoidable. This requires more advanced, fully automated technological processes and a new generation of designers qualified in CAD/CAM.

UDC 621.3.049.774.2

Nemes, M.:

Dynamic description of MOS LSI circuit components

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 5.

The paper introduces such a dynamic description of MOS LSI circuit components, which makes easy the transient test of circuits with large number components.

UDC 621.396.677.45.095

Kapor, J.:

Symmetrically fed plane Archimedean spiral aerial

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 5.

The author examines the radiation mechanism of plane symmetrical Archimedean spiral aerial. The direction factor of the aerial operating in axial mode is defined on the basis of point radiator model of spiral aerial. The test results of realized spiral aeriels coincide with the results of analysis.

UDC 621.315.17

Mihály, A. — Muzik, L.:

Introduction of the modern cable ladder construction of Telefongyár

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 5.

The authors summarize the antecedents of producing the cable ladder, the design aims, as well as the results of realization. Then a brief functional survey of general structure of cable ladder is given. At last major basic elements are introduced in details, which utilize the advantages of using light metal constructions and up-to-date technology.

UDC 621.396.65:654.165

Malcsiner, F.:

Radiotelephone Production and Application in Hungary Part II.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 5.

Hungarian Industry has dealt with the production of radio telephones for three decades. BRG is the major production basis, it designs, builds plants and maintains national networks. The first part of the paper introduces modes of operation and deals with the arrangement of communication systems. The advantages of free channel hunter system used by several users are reviewed, considering economical respects. Part two reviews the frequency allocation for radiotelephone channels and the used modes operation. Mobile equipment on vehicles, and their connection to the national telephone and telex wire networks are treated. Line extension systems, unattended relay stations, digital vehicle identifiers and the use of sequential selective caller are introduced.

URH—FM ADÓRENDSZEREK

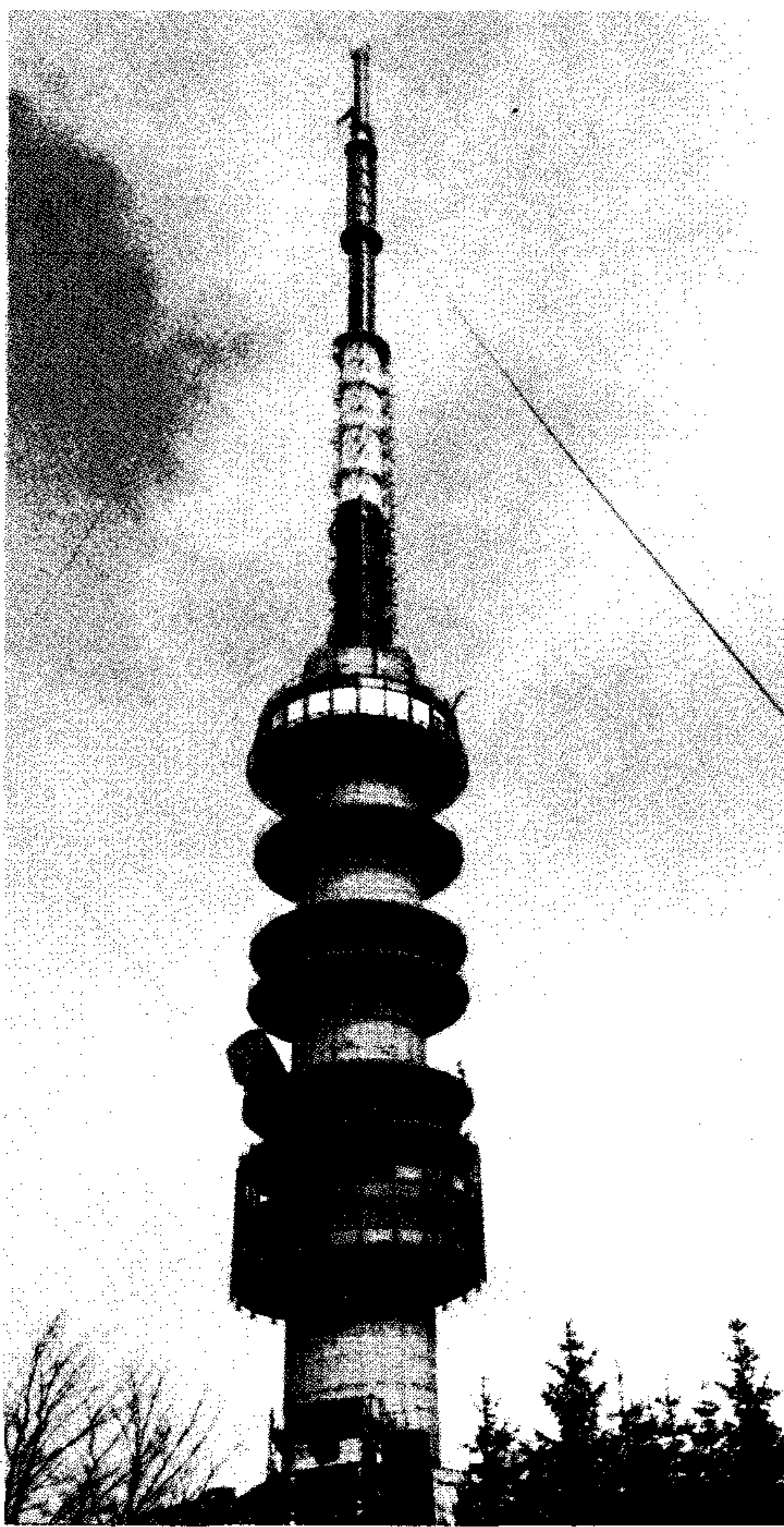
Az URH—FM adóberendezések rádióműsorok kisugárzására szolgálnak a 66...73 MHz-es OIRT, vagy a 87,5...108 MHz-es CCIR frekvenciasávban. A BA és BB típusorozat alkalmas monó és sztereó program kisugárzására különféle, az ellátandó területeknek megfelelő teljesítményszinteken.

Az adóberendezések a kiegészítő berendezésekkel összekapcsolva adórendszerek kialakítására alkalmasak.

Az adóberendezés tranzisztorszálalt, és csak a 3, ill. 10 kW-os erősítő fokozatban tartalmaz egy elektroncsövet. Frekvencia-modulátora szélessávú, vivőfrekvenciája digitálisan változtat-

ható, négy különböző vivőfrekvencia előre programozható. Az adó távvezérelt, felügyelet nélküli üzemmódra alkalmas. Az adó tartozékként szállított hűtőmű tápfeszültségét maga az adó szolgáltatja.

Kiegészítő berendezések
Adóantenna rendszerek
Teljesítményösszegezők
Antennakapcsolók
Tartalékoló automatika



Tv és URH-adóállomás Kékestetőn

MŰSZAKI ADATOK

Kimenő teljesítmény	50 W, 3 kW, 10 kW	előkiemeléssel, a névleges görbéhez képest	jobb, mint ± 1 dB
Terhelő ellenállás	50 ohm	Torzítás 100%-os modulációnál 30 Hz...15 kHz között	jobb, mint 0,5%
A terhelés állóhullám-aránya üzemi működési	max. 1,2 max. 1,5	Sztereó áthallási csillapítás 100 Hz...5 kHz között	nagyobb, mint 38 dB
Frekvenciatartomány OIRT sáv CCIR sáv	66...73 MHz 87,5...108 MHz	30 Hz...15 kHz között	nagyobb, mint 35 dB
Frekvenciastabilitás	jobb, mint ± 500 Hz/hónap	FM zaj 100%-os modulációhoz viszonyítva	jobb mint -60 dB (szűrő nélkül) jobb, mint -65 dB (pszofometrikus szűrővel)
Harmonikus teljesítmény	jobb, mint 1 mW de jobb, mint -60 dB	AM zaj 100% AM-hez viszonyítva	jobb, mint -48 dB
Mellék hullám-teljesítmény	jobb, mint 1 W	Szinkron AM 100% modulációnál, 100% AM-hez viszonyítva	jobb, mint -40 dB
Modulációs mód	F 3	Környezeti hőmérséklet	+5...+40 °C
Sztereó adásmód	CCIR 450 ajánlás 2. szakasz szerinti pilotjeles eljárással	Teljesítmény	50 W 3 kW 10 kW
Maximális modulációs frekvencialöket	OIRT: ± 50 kHz OIRT: ± 75 kHz	Hálózati feszültség	220 V 3 x 220 V/380 V
Modulációs bemenő ellenállás	600 ohm \pm nagyobb, mint 2 kohm (rendelés szerint)	Teljesítményfelvétel	kb. 250 VA 8 kVA 22 kVA
A maximális frekvencialökehez tartozó bemenő szint	-6...15 dBm (0,25 dB-es lépésekben beállítható)	Mechanikai méretek mm-ben:	
Amplitúdó-frekvenciamenet-ingadozás 30 Hz 15 kHz között előkiemelés nélkül	jobb, mint $\pm 0,5$ dB	Szélesség	
		X magasság	436 x 132 586 x 2160 586 x 2160
		Mélység	455 980 988

BHG Híradástechnikai Vállalat

1509 Budapest Pf. 2.

Telefon: 453-390

Exportálja BUDAVOX H—1392

Budapest P.O.B. 267.

