

HÍRADÁS- TECHNIKA

A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

10

HÍRADÁS- TECHNIKA

1976. október XXVII. évfolyam 10. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. KOZMA LÁSZLÓ: 100 ÉVES A TELEFON	289
CSIMINSZKY GYŐZŐ—FUTÓ PÉTER: Mérnöki és matematikai meggondolások a magyarországi mikrohullámú hálózat optimális bővítésének tervezésében	299
DR. CSERNY LÁSZLÓ: Az ellátottság számítógépes meghatározása TV, illetve URH—FM adóknál .	303
Dr. Ruppenthal Péter	313
KOVÁCS OSZKÁR: Beállítási módszer bikvadratikus aktív RC alaptagok sorozatgyártásánál	314
Szemle	298, 302, 312
Tartalmi összefoglalások	318
Обобщения	318
Zusammenfassungen	319
Summaries	319
Résumés	320

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL,
DR. FLESCHE ISTVÁN, MAY PÉTER, DR. SÁRKÖZY GÉZA. — Szerkesztőségi
és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ,
telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja:
a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi
Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlapirodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI
215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta.
A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest. Postafiók 149
76.5435 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

Index: 25 375

HÍRADÁS- TECHNIKA

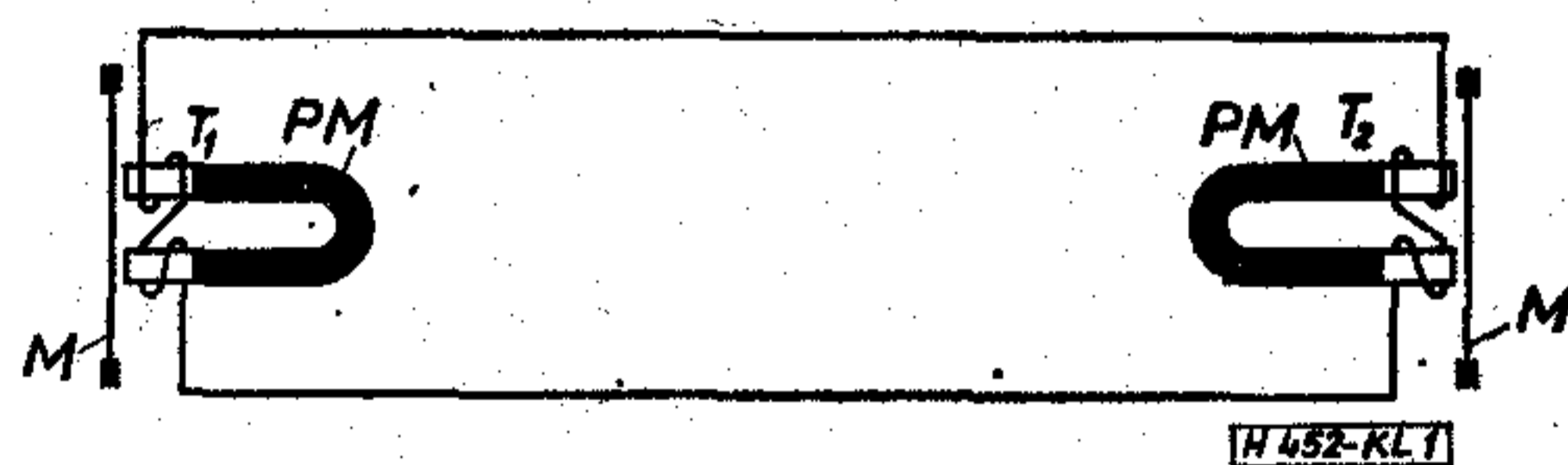
DR. KOZMA LÁSZLÓ
az MTA rendes tagja

100 éves a telefon

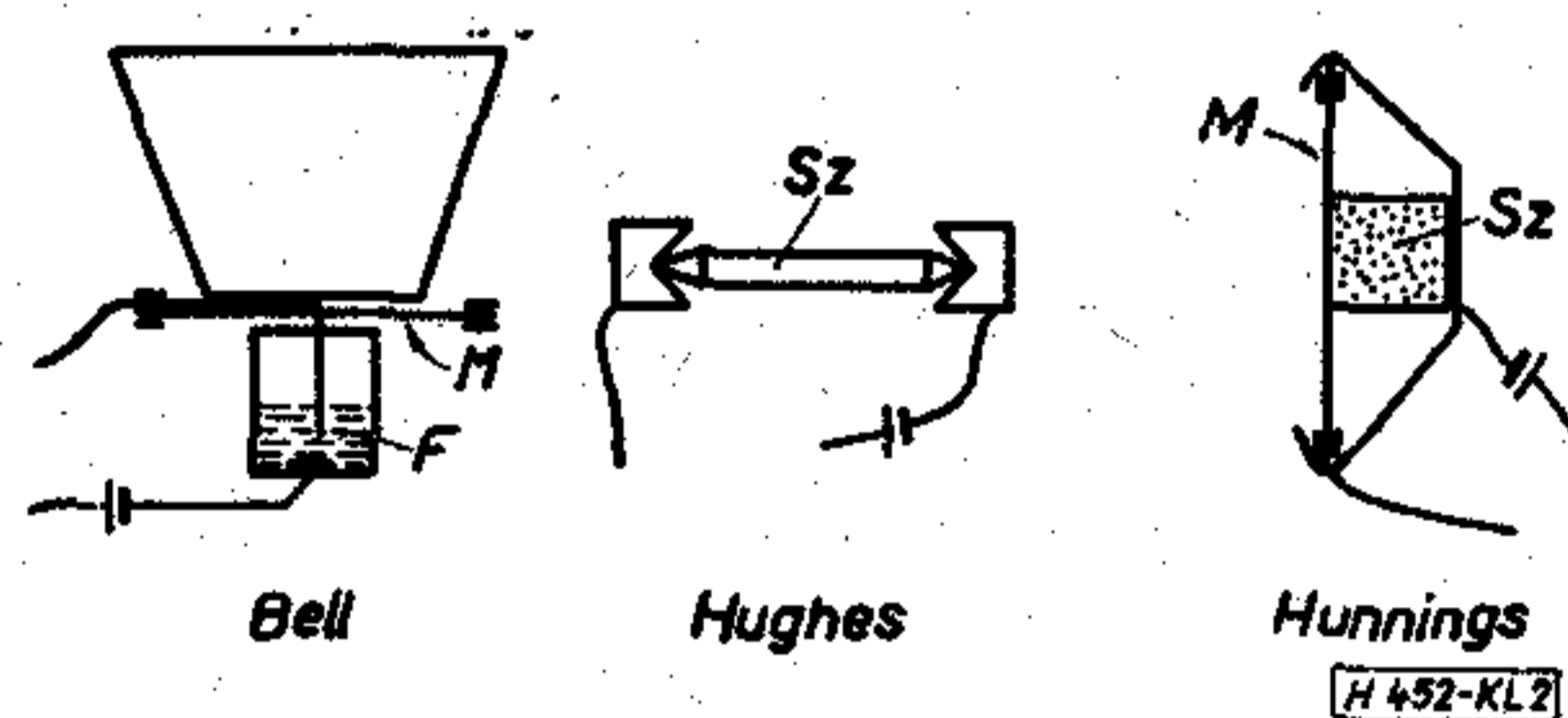
ETO 621.395(091):654.15(091)

Ebben az évben van 100 éve annak, hogy Alexander Graham Bell, egy 29 éves, skót származású, süket-némákat oktató tanár, aki az észak-amerikai Boston városában telepedett le, feltalálta a telefont. Bell az oktatáson kívül, mint feltaláló is tevékenykedett, főként az elektromosság területén. Korának sok nyüzsgő feltalálójához hasonlóan ő is az akkor már elterjedten használt távíró berendezések tökéletesítésén dolgozott, nem is eredménytelenül. Tudott azonban a korábbi kezdetleges beszédátviteli kísérletekről és miközben e témával is foglalkozni kezdett, összeállított egy olyanfajta szerkezetet, amelyet ma hallgatónak nevezünk, ő azonban a telefon nevet adta neki. Ebből egyet-egy felállított két egymás mellett levő szobában és vezetékkel összekötötte. Az egyik telefonba kellett mint mikrofonba belebeszélni, a másikon pedig hallgatni lehetett, azonban az így átvitt beszéd rendkívül gyenge, alig hallható volt. Bell találmányát 1876. február 14-én szabadalmaztatta. Később egy szabadalmi tárgyalás folyamán eskü alatt vallotta, hogy ő már 1874-ben, amikor a szülei házáat meglátogatta Brantfordban — egy kis kanadai városban — leskiccelte apjának telefonkészülékének elvét. Ezért azután két város vetélkedik ma a telefon feltalálásának dicsőségéért: Brantford és Boston. Végül is hivatalosan Bostont ismerték el, minthogy a szabadalmat Bell ott jelentette be és kapta meg 1876. március 7-én. Mindazonáltal a brantfordiak nagy ünnepséget rendeztek 1974 nyarán. Hogy hol találták fel a telefont, az érdekes lehet a történetírók számára, de a mai többszáz millió telefonelőfizetőt már nem érdekli. Marad mint tény, hogy a telefon első szabadalmának kelte 1876. március 7.

Bell telefonjának vázlatát mutatj az 1. ábra. Ez egy patkó alakú permanens mágnesből állt; a patkó két szára meg volt hosszabbítva lágyvas pólusokkal, rajtuk egy-egy tekerccsel. A két pólus előtt egy több mint 10 cm átmérőjű bőr membrán volt kifeszítve, amelynek a közepére — a pólusokkal szemben — vaslemezt ragasztott. Ha már most a membránra rábeszéltek, akkor az rezegni kezdett és a légrés a vaslemez és a pólusok között a beszédnek



1. ábra. Bell telefonja



2. ábra. Mikrofonok

megfelelően változott, aminek következtében a patkó mágneses fluxusa is ingadozott. A váltakozó fluxus a tekercsben váltóáramot indukált, amely tehát arányos volt a beszéddel. Ezt az áramot átvezetve a másik telefonba ennek fordítottja zajlik le: a tekercsben folyó váltóáram hatására változik a fluxus és a membrán rezegni kezd. Ez a berendezés csak elvben működött, gyakorlatilag használhatatlannak bizonyult: az egyik készülékbe a membrán fölé helyezett tölcseren át ordítani kellett, hogy a másik telefonban valami hangot észlelni lehessen.

Bell nagyon jól tudhatta, hogy telefonja nem alkalmas mikrofonként való használatra. Olyan készülékre lenne szükség, amelyet egy külső áramforrásból táplálva, a membrán rezgéseivel nagyobb áramváltozásokat lehetne elérni. Sikerült is egy érzékenyebb mikrofont összeállítani oly módon, hogy egy edénybe valamilyen — az áramot rosszul vezető — folyadékot öntött és ebbe merült bele egy elektróda, amely a membrán közepére volt erősítve (2. ábra). Egy külső telep árama ezen az elektródán és a folyadékon át egy — az edény alján elhelyezett — fix elektródához folyt. A membránra rábeszélve, ennek rezgéseit követve, a ráerősített elektróda a beszéddel arányosan merült a folyadékba és ennek arányában változott a folyadék ellenállása. Az így keletkezett lüktető egyenáramot a korábbi telefonba lehetett vezetni és ezzel lényegesen erősebb hangot ért el. Ilyen kombinációval sikerült neki több mint 100 méterre beszélni.

A mágneses hallgató feltalálása egyértelműen Bell érdeme, ezt senki sem vitatja. A mikrofon után azonban nagyon sokan kutattak, így például Edison is, aki Bellnek vetélytársa volt ezen a területen. Érdekes megemlíteni, hogy egykorúak voltak, mindketten 1847-ben születtek! Még egy név vált ismertté a mikrofon témában. Bellel pontosan egyidőben egy másik amerikai feltaláló, névszerint Elisha Gray, feltalálta pontosan ugyanazt a folyadékmikrofont mint Bell. Szabadalmi pereskedésre került a sor kettőjük között. A szabadalmi bíróság Bell javára döntött azzal az indoklással, hogy — bár tényleg egy napon kértek szabadalmi védettséget ugyanarra a találmányra — azonban Bell megelőzte Grayt egy órával!

Akár mennyire is alkalmas volt a folyadékmikrofon beszédnek árammá való átalakítására, gyakorlatilag mégsem bizonyulhatott kielégítőnek. Eltekintve a mégis csak rossz hatásfoktól, a készülék használata nehézkes lehetett. A jó mikrofon feltalálása még váratott magára. Ennek tudatában volt Bell is, mindazonáltal szerette volna találmányát a meglevő állapotban a nyilvánosság tudomására hozni, azaz a közvélemény figyelmét felhívni rá. Még ugyanabban az évben, azaz 1876-ban, világkiállítást rendeztek Philadelphiában és a feltalálók sátorsora közt ott volt Bell is. Sikere azonban nem volt, az emberek közönyösen mentek el a sátra előtt. Ekkor történt meg az ilyenkor szokásos „Deus ex machina!” Bell sátra előtt haladt el Don Pedro, Brazília császára kíséretével és Bell unszolta a császárt, hogy hallgassa meg a beszélő készülékét. A császár érdeklődését ugyan nem keltette fel Bell telefonja, de megtetszett neki Bell szakállal körített szimpatikus arca és kegyesen hajlandónak mutatkozott a telefonkagylót füléhez emelni. Bent a sátorban Watson nyilván folyamatosan beszélt a folyadékmikrofonba. A császár meglepetéssel felkiáltott:

— This speaks!!

Most már kíséretének tagjait is érdekelte a készülék és egymásután behallgattak, ami általános fel-tűnést keltett a vásár látogatói között, mindenki meg akarta hallgatni a csodálatos készüléket, így tehát teljesült Bell kívánsága: az emberek tudomást szereztek a telefon létezéséről.

Bell találmánya a feltalálók körében nem jelentett nagy szenzációt. 1876-ban a hírközlés már jó ideje ismeretes volt az elektromos táviratozás formájában. Samuel Morse, aki egyébként festő volt, már 1837-ben kezdett villamos távjelzési kísérletekkel foglalkozni, a „telegraph” elnevezésű készüléke azonban csak 1844-ben nyert gyakorlatilag használható formát. Ennek segítségével — felhasználva a róla elnevezett Morse ABC jeleit — lehetett információt továbbítani ismétlő jelfogók közbeiktatása révén több ezer kilométeres távolságra is. Utána egyre többen a táviró tökéletesítésével kezdtek foglalkozni, köztük a zseniális angol fizikus, Hughes már 1854-ben feltalálta a betűíró távirógépet. A feltalálók egész sora törte magát olyan táviró rendszerek kifejlesztésére, amelyeknek segítségével minél több táviratot lehessen egyidejűleg és minél nagyobb sebességgel továbbítani egyazon vezetéken át. Bell és Edison is foglalkoztak a

gyorstávíró problémájával, sőt a század végén még két magyar mérnök: Virág József és Pollák Antal kidolgoztak és szabadalmaztattak egy olyan gyors-távíró, amelynek nagy sebességére abban az időben nem volt szükség.

A táviratozás azonban a rohamosan fejlődő kapitalizmus igényeit már nem elégítette ki! Már a 19. század első felében jelentkeztek a távbeszélési igények, amelyeknek létezéséről konkrét adataink vannak. A feladat tehát adva volt és nem a véletlen juttatta az emberiséget a telefonhoz. Általában mindig előbb a társadalmi igények jelennek meg és ezek terelik a műszaki beállítottságú emberek figyelmét az aktuális problémákra. Többen keresik a lehetséges megoldásokat, míg végül valamelyik ügyesebb feltaláló, aki egészen más területen tevékenykedik, sikerül egy tökéletesebb megoldással az elsőbbséget magának biztosítani. A múlt század végén szerte a világon hemzsegtek az egyéni feltalálók. A kapitalizmusnak szüksége volt reflektorfénybe állítani olyan embereket, akik hirtelen az ismeretlenségből bukkantak fel és a társadalom biztosította meggazdodásukat. A századforduló után eltűnnek az egyéni feltalálók és helyükbe lépnek a kutató intézmények.

A köztudat ma általában Bellnek tulajdonítja a telefon feltalálását, ez azonban visszanyúlik egy negyedszázaddal korábbra. Sőt, már 1845-ben egy német költő — Annette Droste Hülshoff — egyik levelében említi, hogy hallott egy olyan találmányról, amely szerint egy drót vastagságú csövön át egy másik városba lehet majd átbeszélni. 1854-ben egy Charles Bourseul nevű francia technikus publikál egy cikket, amelyben — többek közt — a következőket állítja: „Tételezzük fel, hogy valaki egy megfelelően rugalmas tárcsára beszél, amely tárcsa tudja követni a hang rezgéseit és eközben szaggatja egy telep áramát, akkor elképzelhető bizonyos távolságban egy másik tárcsa, amely egyidejűleg rezgéseket végez. Szinte bizonyos, hogy belátható időn belül beszédet lehet majd továbbítani az elektromosság segítségével. Én kísérleteket folytattam, ezek kényesek és türelmet igényelnek, de kétségtelenül eredményre vezetnek majd”.

Valószínűleg erre a cikkre figyelt fel Philip Reis német fizikus és kezdett beszédátvitellel foglalkozni. Reis megvalósította Bourseul elképzelését, készülékével a hangfrekvencia ütemében egy telep áramát oly módon szaggatta, hogy egy hártymembrán közepére fémlapot ragasztott és ezt a fémlapot egy tű hegye lazán érintette. A membrán a beszéd hatására rezegni kezdett és szaggatta a telep áramát. Vevőkészüléként egy tekercsbe dugott vasrudacs-kát használt, amely impulzusonként valamilyen hangot adott. Reis 1861-ben bemutatta ugyan a készülékét Frankfurtban egy német tudós társaságnak, de nem volt sikere, még ki is nevelték. Történt pedig ez 7 évvel Bourseul cikkének megjelenése után és 15 évvel Bell felfedezése előtt! Lassan mentek a dolgok akkoriban, pedig sokan játszottak ezzel a problémával. Reis készüléke csak az alaphangnak megfelelő rezgéseket vitte át és ezen felül vevőkészüléke valószínűleg csak torz hangokat produkált. Reis elkedvetlenedett és abbahagyta a kísérletezéseket. Ennek ellenére a németek őt tekintik a telefon fel-

találójának, ha nem is nagy meggyőződéssel. Reis és családja később Bell sikerét látva pereskedni kezdett vele, a pert azonban elvesztette, hiszen Bell készüléke egészen más elven alapult. Reis bemutatójától tehát még 15 évet kellett várni, míg valaki olyan készüléket talált fel, amely nemcsak az alaphangot, hanem a felharmonikusokat is átviszi áram formájában. Helmholtz munkái a hang természetéről Reis idejében már ismertek voltak.

1876-ban tehát még csak a kifogástalan hallgatót találták fel, a jó mikrofon feltalálása még váratott magára. És bár ez már nem Bell nevéhez fűződik, Bell világszerte híres ember lett, hazájában nagy tudósként tisztelték, kinevezték egyetemi tanárnak, később róla nevezték el „Bell System”-nek az USA telefonhálózatát. Dicsőségtől övezve, meggazdagodva, halt meg 1922-ben 75 éves korában. Megérte a telefon sikeres elterjedését, halálakor az USA-ban már 12 millió telefonkészülék volt üzemben.

1876 után a feltalálók sokasága vetette rá magát a mikrofon problémára. Edisonnak érdeme, hogy felhívta a figyelmet a szénre, amelynek a fajlagos ellenállása megfelelő és érintkezésbe hozva egy fémmel az érintkezési pont átmeneti ellenállása függvénye a nyomásnak, tehát a hangnyomásnak is, de Edison nem jutott használható megoldáshoz. Jobban érdekelte őt akkoriban az izzólámpa, mely számára igyekezett szénszálakat előállítani. (Egyébként az izzólámpa csak 1879-ben valósul meg, közben azonban 1878-ban a fonográfja születik meg).

Edison javaslatára felfigyelve Hughesnek sikerült az első szénmikrofont előállítani. Hughes szénrudakkal kísérletezett. Egy ilyen rúd két végét meghegyezte és fűrt vajatok közé helyezte úgy, ahogyan a 2. ábrán látható. A két érintkezési pontnak lazának és stabilnak kellett lennie, ezért a rudat vízszintesen fektette. Ennek a mikrofonnak sem volt elégséges a határfoka és nem volt praktikus sem, mert szűrtől felülre kellett rábeszélteni.

A következő néhány évben nagyon sok mikrofon szabadalmat jelentettek be, de egyik sem vált be teljesen, noha közben egyre több telefonkészüléket helyeztek üzembe. A kielégítő mikrofon feltalálása késett. Az igazi megoldásra csak 1881-ben jött rá Hunnings angol lekipásztor! Neki jutott eszébe először szénszemcséket helyezni a rezgő membrán mögé! Az ilyen mikrofon úgy fogható fel, mint amelyik nagyon sok Hughes-féle miniatúr pálcikából áll, párhuzamosan és sorba rakva (2. ábra). Ebben a mikrofonban pontosan az az elv valósult meg, amely még ma is jellemző a használatban levő mikrofonokra. Természetesen a konstrukció azóta sokat és sokszor változott, de az alapelv maradt. Az 1880-as évekre jellemző, hogy egy amatőr feltaláló tette meg a döntő lépést a mikrofon történetében!

Egy évvel a telefon feltalálása után, tehát 1877-ben már felbukkan a központ gondolata, annak ellenére, hogy még csak kezdetleges mikrofonokkal rendelkeztek. A központ olyan természetes ötlet volt, hogy nem fűződik egy feltaláló nevéhez sem. Mi ugyan emlegetni szoktuk hazánkfia nevét: Puskás Tivadart mint a telefonközpont feltalálóját, ugyanis a Posta múzeumában őriznek egy másolatot Edison egyik leveléről, amelyben megemlíti, hogy tudomása sze-

rint Puskás vetette fel először a telefonközpont gondolatát. Erre a levélre csak mi szoktunk hivatkozni. Ha el is fogadjuk, hogy a posta múzeumában őrzött másolat egy valódi levélről készült, akkor is elképzelhetetlen, hogy Puskás, aki bizonyítottan kiváló üzletember volt, nem jelentett volna be szabadalmat a központra. Neki éreznie kellett volna a központ jelentőségét. Puskás nem jelentett be szabadalmat, pedig abban a korban a feltalálók mániákus szabadalombejelentők voltak. Edisonnak pl. több mint ezer szabadalma volt! Puskás egyébként nem volt Edison munkatársa, csupán üzleti összeköttetésben álltak rövid ideig. (Ellenben volt Edisonnak egy magyar származású belső munkatársa: Fodor István, akiről Edison sokszor nyilatkozott igen elismerően, aki azonban meghúzódott a háttérben, Edison árnyékában).

A központ tehát Puskás vagy mások ötlete alapján egyszerűen létrejött 1877-ben és az első központot még ugyanabban az évben üzembe helyezték Bell szűkebb hazájában, Bostonban. Fura egy létesítmény lehetett! Az előfizetőknek egy külön bejelentő körvezetéken kellett kérni a kapcsolást egy a körvezetékre állandóan rákapcsolt központi hivatalvezetőtől, aki azután utasítást adott a kezelő személyzetnek a kapcsolat létrehozására. A kapcsolómező vízszintes és függőleges rudakból állott és a kívánt összeköttetést fémdugaszokkal hozták létre. A hivatalvezetői állás bizalmi jellegű volt: nem volt jelzés a beszélgetés befejezéséről és ezért a hivatalvezetőnek időnként diszkrétan bele kellett hallgatóznia az egyes összeköttetésekbe és ha a felek már nem beszéltek, adott utasítást a kapcsoló személyzetnek az összeköttetés bontására.

Mint hogy az előfizetőket valahogy fel kellett tudni hívni, szükség volt valamilyen akusztikai jelzésre. A váltóáramú csengő ugyancsak Edison találmánya. Azután hamarosan rájöttek, hogy ha az előfizető is rendelkezne váltóáram forrással, akkor nem lenne szükség a külön jelentkező áramkörre, hanem adhatna hívó és bontó jelzést az egyéni vezetékén. Akkor az induktornak nevezett készülék már ismert volt, így azután az előfizetői készülékekben hamarosan megjelentek a csengőn kívül az induktorok is és a bejelentéseket fogadó hivatalvezetőre már nem volt szükség.

A manuális központok nagyon gyorsan fejlődtek és terjedtek el. Nálunk az első manuális központot 1881-ben helyezték üzembe. Puskás Tivadar vállalkozása volt, de a tényleges üzemvezetést öccse, Puskás Ferenc látta el. A központ a Fürdő utcában került felállításra. (Ma József Attila utca.) 50 előfizetőt szolgált ki. Az előfizetési díj elég magasra rúgott: havi 100 koronára. Ez akkoriban egy munkás havi keresetének felelt meg!

A manuális telefonszolgáltatás a kezdeti idegenkedés után igen népszerű lett. Az előfizetők száma egyre emelkedett. Nálunk a századfordulóban a Teréz központnak már 15 000 előfizetője volt. Persze ezt már a Posta vette állami kezelésbe. Az emberek rájönnek a telefon jelentőségére, látják, hogy milyen hasznos eszköz nemcsak a hivatalos kapcsolatokban, hanem magánszemélyek között is. A millennium körüli években a hazai ipar nagy mértékben

fejlődött, a polgárság jólétre tett szert és igényelte a telefont.

A Postának már csak azért is át kellett vennie a telefon üzemeltetését, mert a légvezetékek száma egyre emelkedett és a háztulajdonosok gyakran tiltakoztak a vezetékeknek a házukon való átvezetése ellen. A vezetékeket ezért sokszor cikkcakkosan kellett az utcák fölött elhelyezni. Amikor a központok a Posta kezelésébe kerültek, törvénnyel rendezték a légvezetékek elhelyezését. A nagy városokban — így Pesten is — lassanként a földbe fektetett kábelek váltották fel a légvezetékeket.

A telefónia fejlődésének első korszaka az I. világháború kitörésével lezárul. A századfordulóban és utána nagyon sokfajta előfizetői készülék és manuális központ lát napvilágot. A jól használható mikrofonoknak volt köszönhető, hogy a telefon nemcsak egy városon belül vált használhatóvá, hanem interurbán hívásokat is lehetővé tett. Igaz, hogy e célra 3–5 mm-es vezetékekre volt szükség, míg városokon belül — az akkori városoknak terjedelmét figyelembe véve — 0,6–0,8 mm-es kábelerek elégségesek voltak. Interurbán viszonylatban is, főleg biztonsági okokból és gazdaságosság miatt, igyekeztek kábelek használatára áttérni. Ekkor azonban jelentkeztek a korlátozó tényezők, elsősorban az összeköttetés csillapításának növekedése. Ennek a csillapításnak képlete:

$$\alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \text{ neper/km}$$

Mint hogy a vezeték indukciója a nevezőben szerepel, R -t és C -t pedig gazdaságosan csökkenteni nemigen lehet, magától értetődően adódott, hogy az indukciót kell növelni, a probléma csak az volt, hogy hogyan. A gyakorlati megoldásra Pupin Mihály fizikus jött rá először. Meghatározott távolságokban csévéket iktatott a vezetékbe. Ezzel elérte, hogy kábeleken keresztül telefonálni lehetett akár 100 km-re is. Pupin 1858-ban született Temesvárott, amely akkor Magyarországhoz tartozott és ilyen alapon magyarnak lehetne tekinteni őt, azonban kikerült Amerikába és ott jugoszlávnak vallotta magát. Kint halt meg 1935-ben, 77 éves korában.

Nálunk az első nagy manuális telefonközpontot 1901–1903-ban helyezték üzembe, ez volt a Teréz, a másodikra, a Józsefre 1913-ban került sor. Az első mérnököt 1887-ben nevezik ki a Postához akkor, amikor a központokat állami tulajdonba vették.

Az I. világháború kitörésekor a világon már közel 10 millió telefonkészülék van felszerelve. Nálunk is — a vidékkel együtt — van már vagy 60 ezer állomás.

A telefóniának második szakasza a két világháború közé esik. E fejlődésnek két fő jellemzője van:

- a telefonközpontok gépesítése,
- az erősítők felfedezése, ennek minden következményével.

Az automata telefonok története visszanyúlik a telefónia őskoráig. Alig hogy az első manuális központok üzembe kerültek, máris jelentettek be szabaddalmi igényeket automata kapcsoló gépekre. 1879-ben — tehát amikor még csak 3 év telt el a telefon feltalálásától — az amerikai Connelly szabadalmat

kapott egy lépésenként működő, azaz impulzusokkal hajtott kapcsoló gépre. Ez a gép a gyakorlatban használhatatlannak bizonyult. Az első gyakorlatban bevált kapcsológépet 1891-ben szabadalmaztatták és a szabadalom tulajdonosa a később világhírre szert tevő Strowger volt. Ő fogalmazta meg először ebben a szabadalomban a „felfelé és körbe” mozgó kapcsológép alapelveit. Mégis akármennyire életképesnek bizonyult a kapcsológépe, annál használhatatlanabb volt az általa kidolgozott telefonközpont. Például az előfizetői készülék és a központ között nem kevesebb mint 5 szál vezetékre volt szüksége. Később erre a gépre alapozva a csikágói Automatic Electric-ben kidolgozták azt az automata telefonközpontot, amely azután Strowger néven elterjedt az egész világon. Persze ez a központ már 2 eres előfizetői vezetékekkel működött. Bár az idők folyamán igen sokszor módosították, még ma is szerinte a világon működik. Változatai elterjedtek Európában is, többek között Angliában és Németországban. A Siemens központ is a Strowgeren alapul és mindezeket a központokat még ma is gyártják. Egyébként az első Strowger központot Angliában, Epsom városában 1912-ben helyezték üzembe.

Az 1910-es évektől kezdve igen élénk fejlesztői tevékenység indul meg, mind az automata telefonközpontok, mind pedig az interurbán összeköttetések távolságának növelése területén. Most már alábbhagyott az egyéni feltalálás. Az automata központok bonyolultságán már nem tudnak úrrá lenni egyes személyek, hanem szükség van mérnök-konstruktorokra, de megjelennek a gépészmérnökökön túlmenően a vegyészmérnökök, fizikusok és matematikusok is. A manuális központokban nincs forgalmi probléma, egyszerűen egy kezelő annyi előfizetőt szolgál ki, amennyit tud, amikor azonban a manuális központ nagy kapcsoló mezejét felosztjuk realizálhatóan kisebb méretű automata gépekre, akkor már a sorba és párhuzamosan kapcsolt sok géppel összefüggésben szembe találjuk magunkat forgalomirányítási problémákkal és szükség van a valószínűség-számítás igénybevételére a megoldás érdekében.

Nálunk a század elején a budapesti manuális telefonközpontban már közel 20 ezer előfizető van bekapcsolva és minthogy megvalósíthatósági okokból egy manuális központnak ez a maximális kapacitása, ezért felvetődött egy második budapesti központ létesítésének szükségessége. Minthogy ekkor már ismeretesek voltak automatikus központok, a Posta bizottságot bízott meg a kérdés tanulmányozásával. A bizottság felkeresett külföldön több ilyen üzemben levő központot, de nem láttak biztosítékot arra, hogy hazai bevezetését javasolják. Így került sor a manuális József központ üzembe helyezésére 1913-ban. Ennek lett következménye, hogy a budapesti telefonhálózat automatizálására elég későn, csak 1928-tól kezdődően került sor.

Az első világháború alatt az amerikai Western Electric nevű gyárban dolgozták ki a Panel központot, amely nevét a síkban elhelyezett érintkezőkkel képzett kapcsológéptől kapta. A fő és új jellemzője azonban ennek a rendszernek a regiszterek megjelenése volt. Az I. világháború után a Panel rendszer konkurrensé lett a Strowgernek, de míg ez utóbbi

elterjedt az egész világon, a Panel rendszert csak az USA-ban vezették be. Ugyancsak az I. világháború alatt kapcsolódott be az ITT konzern az automata központok tervezésének munkájába. Valamilyen együttműködési szerződés alapján átvették a Panel áramköröket, de az európai és más kontinensek viszonyainak jobban megfelelő kisebb méretű forgó gépet dolgoztak ki és a rendszert elnevezték rotary-nak. Az első ilyen központ az I. világháború vége felé került üzembe Svájcban.

A Magyar Posta természetesen tudott a rotary létezéséről, de nem dönthetett mellette csupán próbaközpontok alapján, tehát várakozó álláspontra helyezkedett. Akkoriban kellett a Francia Postának is elhatároznia magát a bevezetendő automata rendszert illetően. Párizsról volt főleg szó. Az ITT óriási erőbevetéssel — áldozatoktól sem riadva vissza — küzdött a kedvező döntés elérése céljából, ami végül is sikerült. Tulajdonképpen a Francia Postának nem volt nagy választéka. A panel rendszert Amerika nagy városai számára fejlesztették ki és a Western Electric nem is nagyon exponálta magát a Panel külföldi alkalmazása mellett. Maradt a Strowger rendszer, de emellett való döntés egyértelmű lett volna a német Siemens rendszer elfogadásával, amit politikai okokból (a 20-as években!) nem akartak. Így tehát a Rotary mellett döntöttek. Most már könnyű volt a Magyar Postának is állást foglalnia, főleg, amikor az ITT ígéretet tett a magyarországi gyártásra is. Így született meg a rotary melletti döntés Magyarországon.

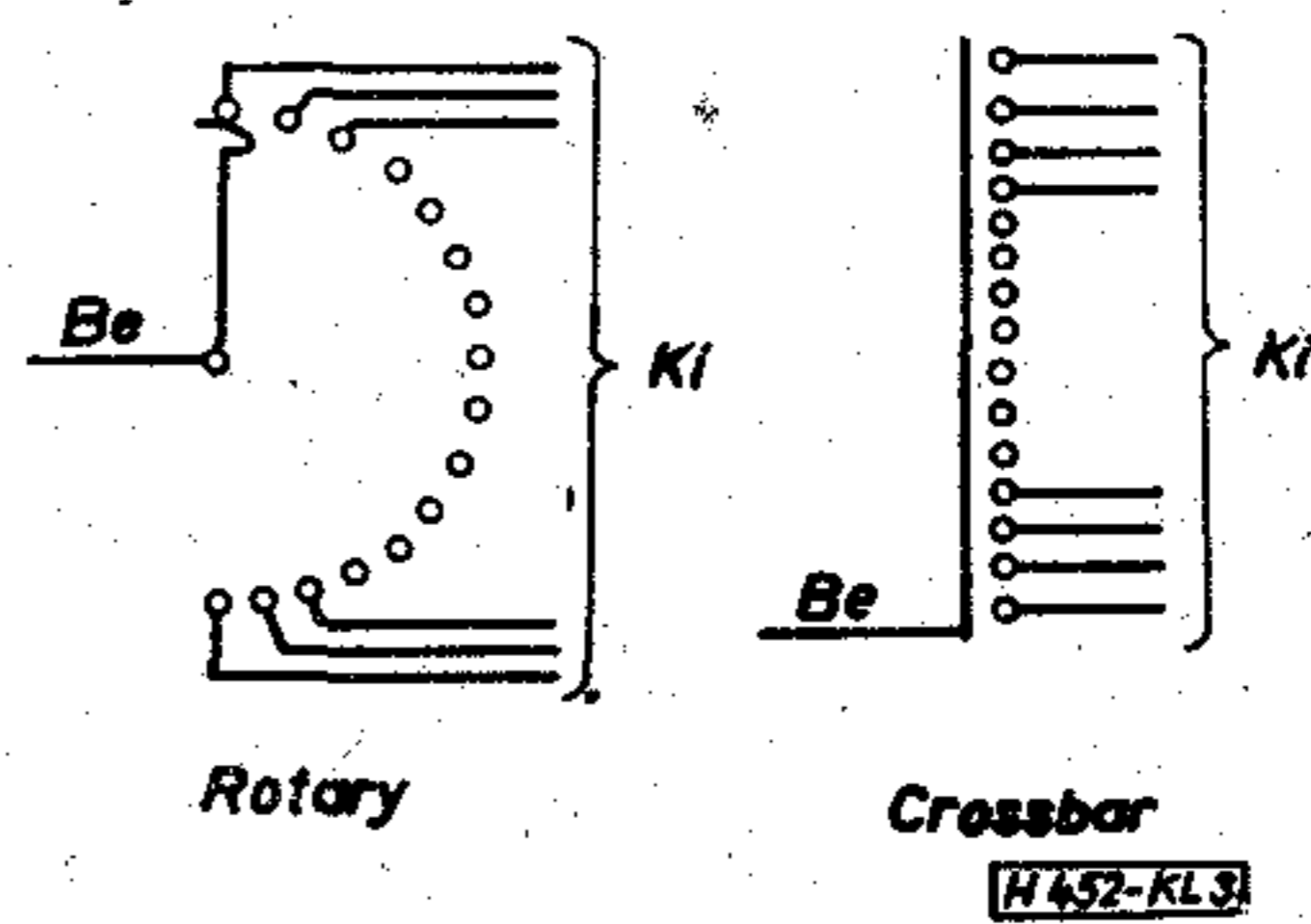
A két világháború között a telefónia világszerte nagy mértékben fejlődött, bár voltak gátló körülmények, így a 30-as évek gazdasági válsága, majd utána a háborús készülődés. Ennek ellenére Budapest automatizálása az Erzsébet központ üzembehelyezésével 1938-ban befejeződött és számos vidéki város is kapott automata központot. A II. világháború kitörésekor már üzemben volt több mint 200 ezer készülékünk. A világ legfejlettebb telefonhálózatában, az USA-ban, akkor lehetett már kerekben 20 millió telefon. (Felosztásuk: 40% manuális, 20% Strowger, 40% panel.) Az egész világon akkoriban már több mint 40 milliónyi előfizető volt, felében manuális.

A crossbar típusú központok fejlesztése a 30-as évek vége felé indult meg a Bell Laboratóriumban. Az ilyen fajta központok a nevüket a kapcsológéptől kapták. A 3. ábra szemlélteti a különbséget a mozgókefés, például rotary kapcsológép és a crossbar között. A mozgó gépnél a kefe egy sor csúcson halad át, hogy a kívánt állást elérje, ezzel szemben a crossbar gépnél a szükséges kapcsolatot egy jelfogó-szerű elmozdulással valósítja meg. Ennek következtében a crossbar gép kapcsolási ideje egy nagyságrenddel kisebb, mint a mozgást végzőké és ennek megfelelően alakul a központ elvi felépítése, ahogyan az a 4. ábrán blokkdiagram szerűen látható. A *K* kapcsolómező gépek sokaságából áll, amelyek csoportokat képezve sorba és párhuzamosan vannak kapcsolva. A kapcsolómező egyik oldalára sorakoznak az *E* előfizetői vonalak, a másik oldalra pedig kimenő és bejövő trónkók, *KT* és *BT* kapcsolódnak más központokkal (helyi hívás esetén a kapcsolat

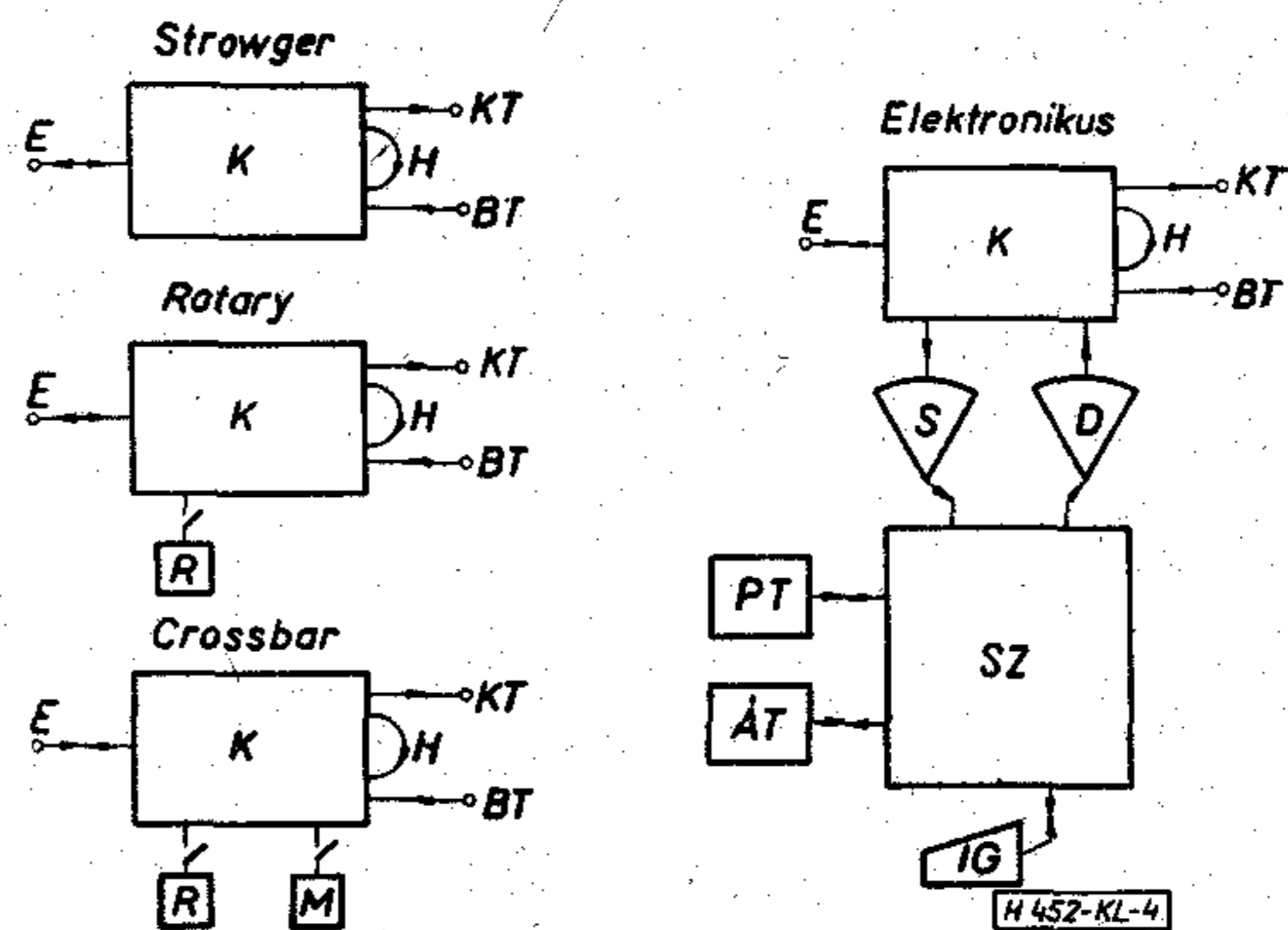
helyben marad). A kapcsolásra vonatkozó információ az előfizetőtől érkezik — például impulzusok formájában — a központ feladata a kapcsolást a hívott féllel létrehozni és gondoskodni a beszélgetést biztosító feltételekről (csengetés, foglaltság, rossz hívószám, tápáram biztosítása, számlálás, bontás és egyéb feladatok, amelyek a telefonközpontok üzemeléséből adódnak). A Strowger központ kapcsolómezeje saját maga fogadja az információt, létrehozza a kapcsolást, és gondoskodik minden logikai funkcióról.

A panel és rotary rendszerekben az információ fogadását és tárolását, valamint a kapcsolat létrehozásával összefüggő logikai feladatokat leválasztották a kapcsolómezőről abból az elgondolásból kiindulva, hogy ezekre csak a kapcsolat felépítésénél van szükség, de a beszélgetés alatt már nem. Így keletkeztek az *R* regiszterek. Ezek ugyancsak kapcsológépeken át csatlakoznak a hívásokhoz, de a tartási idejük leredukálódik a kapcsolat felépítésének idejére, ami egy nagyságrenddel rövidebb, mint a beszélgetés időtartama. A regisztereknek módjukban van a kapott információt a lehető legrövidebben felhasználni, függetlenül azok érkezési sebességétől. A kapcsolat létrehozásának ideje nagyjából azonos a számjegyek beküldésének idejével.

A crossbar központban a kapcsolat felépítése több mint egy nagyságrenddel rövidebb, mint a rotaryban, éppen a gyorsabban működő kapcsológépek következtében. Célszerűnek mutatkozott tehát szétválasztani az információk fogadását a kapcsolat felépítésétől. Új szervek jelennek meg: a markerek. A regiszterek fogadják továbbra is az előfizetőktől érkező információkat és tárolják azokat, azonban ezeket — miután minden információ beérkezett — átadják a markereknek, amelyek a kapcsolással összefüggő logikai műveleteket elvégzik. A nagyságrendekre jellemző adat, hogy például egy 10 ezer előfizetős központban a kapcsolómező 1000 összeköttetésre van méretezve, ugyanakkor a regiszterek



3. ábra. A kapcsológépek elve



4. ábra. A központok blokk-diagramja

száma 100 körül van, a markerek mennyisége pedig csak 10.

A crossbargép alapszabadalma még az I. világháború előtt keletkezett, Betulander nevű svéd mérnök nevéhez fűződik. Találmánya azonban feledésbe merült és csak 1930 körül vette elő a Bell Laboratórium. Az első központ még a II. világháború előtt üzembe került, de nagyméretű elterjedésére csak 1945 után került sor. Általában mindenfajta új telefonközpont bevezetésekor nagyfokú óvatosság tapasztalható, így volt a gépesítés kezdetekor is. Az óvatosságra szükség van, mert nagy értékű berendezésekről van szó. Európában a crossbar bevezetésére nem is került sor a II. világháború előtt, csak valamikor 1950 körül.

Az interurbán összeköttetések egyre hosszabbodtak, de a társadalmi körülmények már igényelték a kontinentális telefonforgalmat. Ezen azonban a pupinizálás már nem tudott segíteni. (A sokszor 5 mm-es rézvezetékek tekintélyes súlyt képviseltek. Például egy 1000 kilométeres szakasz súlya 350 tonna!) A nagytávolságú beszélgetések díja a vezeték ára miatt magas volt. Ezért a forgalom mérsékelten alakult, így azután, hogy a Posta a költségeket fedezze, még magasabbra emelte a díjakat. Ebből a „circulus vitiosus”-ból csak úgy lehetett kikerülni, ha sikerülne az egy beszélgetésre eső vezeték-költségek amortizációját csökkenteni. A fantomizálás nem sokat segített. Az igény jelentkezett, a megoldás késett. Előbb fel kellett találni az elektroncsövet, azután lehetett erősítők alkalmazásával a keresztmetszetet csökkenteni, majd pedig a vezetékeket többszörösen kihasználni. És bár Edison már 1883-ban felfedezte, hogy a légtérben izzó szál elektronokat bocsát ki, 30 évnek kellett eltelnie, amíg 1913-ban sor kerül az elektroncsöveknek mint beszéderősítőknek alkalmazására. Az I. világháború után indul meg az interurbán forgalom rohamos fejlődése.

Az erősítők használata az átviteltechnikában lehetővé tette az interurbán forgalom kiterjesztését az egész kontinensre. Nálunk 1930-ban kerül sor Budapest és Bécs között az első erősített távkábel üzembehelyezésére. A kábel 1,3 mm-es kéthuzalos és 0,9 mm-es négyhuzalos audiófrekvenciás áramköröket tartalmazott.

1930 után megjelennek a vivőhullámú berendezések is és ezzel megkezdődik a vezeték többszörös kihasználása. Az egyik korai berendezésben 1,3 mm-es átmérőjű kábelben át 9 beszélgetést tudtak továbbítani 1300 kilométer távolságra, 40 kilométerenként erősítővel. Kezdetben azonban főleg 3 és 12 csatornás berendezéseket helyeztek üzembe, előbb légvezetéken, majd kábelben is. A későbbi 12 és 24 csatornás berendezéseket 0,9 mm-es érnegyesekből sodrott szimmetrikus kábelekre helyezték.

A bécsi távkábelünk nem volt alkalmas többszörös csatornás berendezések üzemeltetésére, mert a pupinizált kábelek csak a beszédfrekvenciát vitték át. Légvezetéken azonban nálunk is használtak kis csatornaszámú vivőhullámú berendezéseket a II. világháború kitörésekor.

A fejlődés következő mérföldköve a koaxiális kábelek megjelenése. Az első ilyen kísérleti kábelt 1937-

ben adták át a forgalomnak New-York és Philadelphia között, 150 kilométeres hosszban, 10 kilométerenként erősítővel, lehetővé téve 240 egyidejű beszélgetést. Nekünk még 35 évet kellett várni a koaxiális kábelre! Európában is csak a háború után került sor a koaxiális kábelek bevezetésére.

A 30-as évek második felének eseménye még a digitális elven működő átviteli rendszerek feltalálása. A párisi Standard Laboratóriumban dolgozták ki. Sokféle változat ismeretes (amplitúdó-, fázis-, kód-, deltamoduláció). Ezek közül csak a pulzus kód modulációnak (PCM) lett sikere, de ez is csak a háború után terjedt el.

Interkontinentális telefonálásra használtak már ekkor rövidhullámú rádióösszeköttetéseket, az ismert minőségben.

Az automatikus távhívások ugyancsak 1930 körül kezdenek elterjedni. Előbb a kezelők, majd az előfizetők számára is. A II. világháború előtt már hangfrekvenciás jelzésrendszerek üzemeltek, így hazánkban is 1938-ban kéthangfrekvenciás távválasztást vezettek be, több relációban, kezelők számára. Európában több országban — ott, ahol elégséges számú áramkörrel rendelkeztek — bevezették az előfizetői távhívó rendszert, igen nagy sikerrel.

A II. világháború kitörése megállította a fejlődést, főképpen Európában, de bizonyos stagnálás volt tapasztalható az USA-ban is.

A telefónia fejlődésének harmadik nagy korszaka a II. világháború utáni időkre esik. Különösen az utolsó 10 év fejlődése szédítő, szinte ijesztő és eddig elképzelhetetlen távlatokat nyit a telefónia előtt. E harmadik szakasz két részre bontható: 1965 előtt és utána. Az első rész főbb jellemzői a következők:

- a crossbar rendszer nagymérvű elterjedése,
- országos és nemzetközi távhívó rendszerek — előfizetői is — rohamos fejlődése,
- koaxiális kábeleken sok csatornás rendszerek alkalmazása,
- tenger alatti telefonkábelek fektetése.

Az 1965 utáni fellendülés főbb jellemzői:

- az elektronikusan vezérelt központok megjelenése,
- szélessávú rendszerek elterjedése,
- távközlési műholdak bevezetése,
- a világ telefonhálózat alapjainak lerakása.

Európában a crossbar rendszer csak 1950 után jelenik meg. Az úttörő munkát az Ericsson cég végezte. Nem vették át az amerikai rendszerek egyikét sem, hanem olyan elvekre alapozták fejlesztésüket, amelyek az európai viszonyokat jobban figyelembe veszik és az így megvalósított rendszerük alkalmas lett a fejlődő országok számára is.

Nálunk a viszonyok szomorúan alakultak. A háború, de különösen Budapest ostroma alatt tönkrement Budapest majdnem minden központja és a vidéki központok többsége is megsemmisült. A felszabadulás után nem lehetett szó új rendszer bevezetéséről, örülhettünk, hogy néhány év alatt sikerült a telefonhálózatunkat újjáépíteni. De 1950 után lehetett volna már a crossbar rendszer alkalmazására gondolni, azonban licencet abban az időben még nem lehetett szerezni, saját erőnkől pedig nem lett egy ilyen központtípus kifejlesztésére, tehát

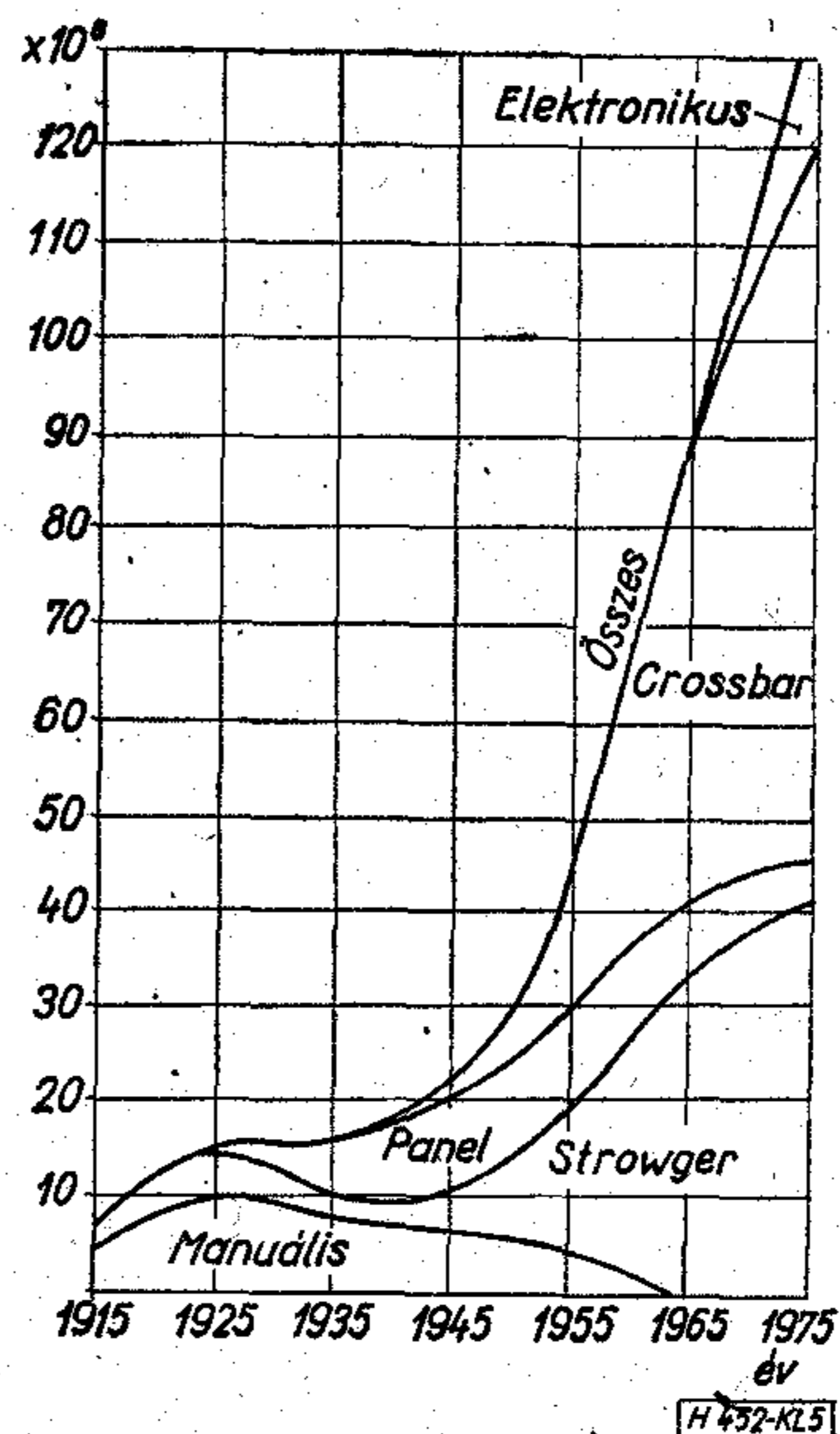
folytattuk a már elavult rotary rendszer gyártását és csak közel 20 éves késéssel jutottunk hozzá az Ericsson licenchez és ha lassú ütemben fejlődünk is fel, mégis kezdtünk gyártani ilyen berendezéseket.

A tranzisztor felfedezése 1948-ban néhány év alatt fellendítette a számítógépipart. A telefon szakemberek hamarosan rájöttek, hogy a telefonközpontokban alkalmazott logikai műveletek nagyon hasonlóak a számítógépekben szereplőkhöz és így jöttek létre azok az új típusú telefonközpontok, amelyekben az információk fogadása, tárolása, feldolgozása és az utasítások kiadása elektronikusan történik, csupán a kapcsolómező marad elektromechanikus, mert olyan eszköz az elektronikában egyelőre nem ismeretes, amelynek olyan paraméterei lennének, mint a fémes érintkezőknek. Az ilyen központokat nevezzük elektronikusan vezéreltnek vagy kvázielektronikusnak. Mégis a kapcsolómező gépei annyiban változtak, hogy új technológiával miniatürizált kapcsológépeket fejlesztettek ki. (Ezek közé tartoznak az ún. „reed-relay”-k).

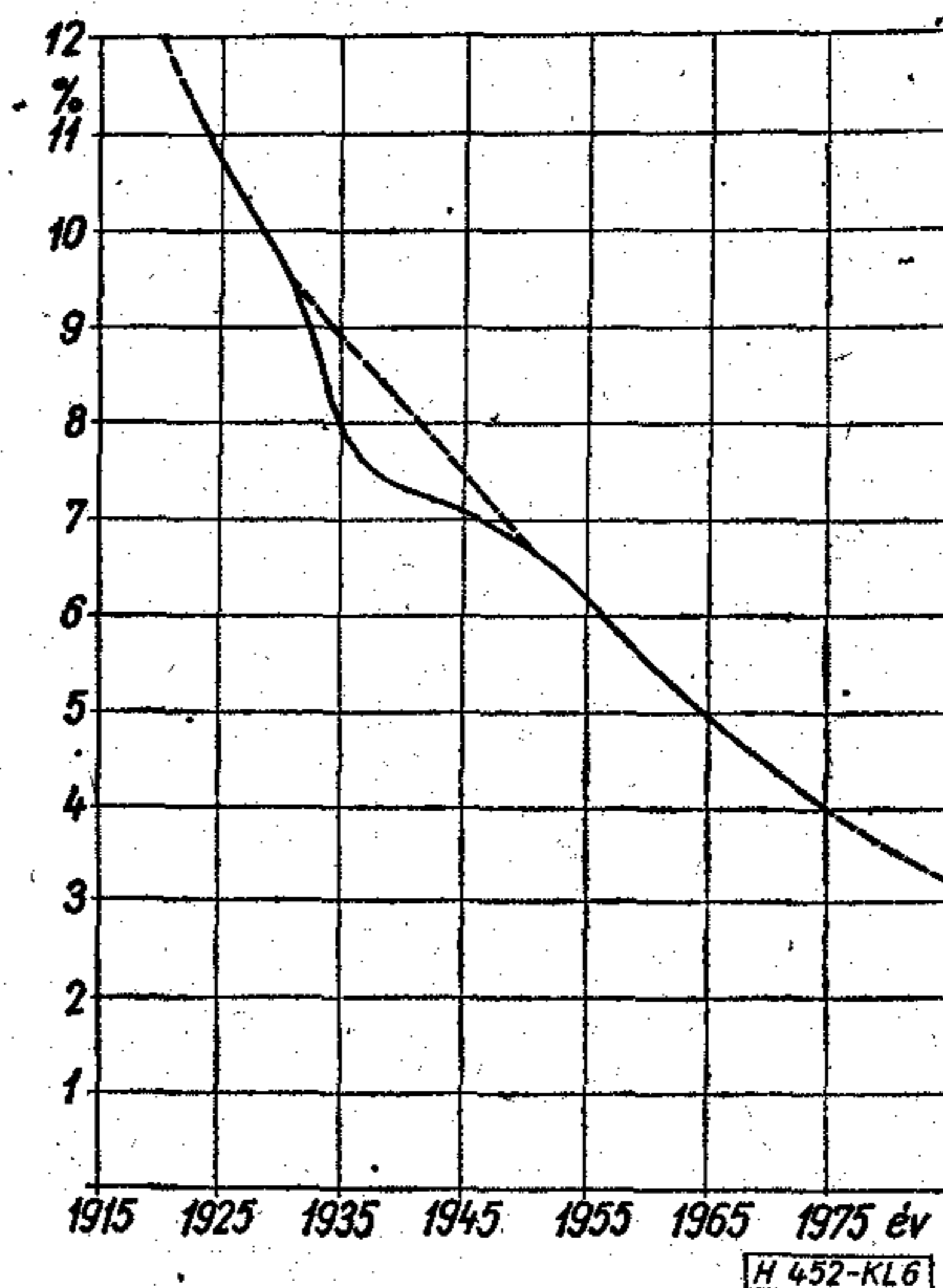
A 4. ábrán látható egy ilyen kvázielektronikus telefonközpont blokkdiagramja. A közös — rendszerint egy tartalékkal rendelkező — SZ számítógép végez minden logikai funkciót, a K kapcsolómező csak az összeköttetést tartja fenn a beszélgetés számára. Az S scanner folyamatosan letapogatja a kapcsolómező mindazon pontjait, ahol valamilyen igény jelentkezhet közbeavatkozásra. Ha ilyen igény jelentkezik, az SZ konzultálja a PT permanens tárolót, amelyben minden elképzelhetően előforduló esetre egy program van lerögzítve. Most SZ a jelzett programot végrehajtja. Ha szükséges, információt tárol az AT átmeneti tárolóban, ha pedig valamilyen változtatást kell eszközölnie a kapcsolómezőben, akkor a D distributor segítségével utasításokat ad a kapcsolómezőnek a változás végrehajtására. Amennyiben SZ valamilyen hibát észlel, akkor az azonosító adatokat kiírja egy IG írógépen. Üzemeltetéssel kapcsolatos változtatásokat szintén írógéppel küldik be a gépbe.

Ebben a fejlesztési munkában is a Bell Laboratórium járt élen. 1950 körül kezdték el a kutató-fejlesztési munkákat és az első központot 1965-ben helyezték üzembe. Azóta egyre módosítják, de már több mint 10 millió készülék van ilyen típusú központhoz kapcsolva. Ma már 10–12 világcég legalább kétszer annyiféle kvázielektronikus központot fejlesztett ki, most már Európában is. Nálunk a BHG — ha szerény mértékben is — foglalkozik ilyen fejlesztő munkákkal és kisebb vidéki központok már üzemelnek is.

Hogy hová fejlődhet egy ország telefonhálózata, arra a legjobb példa az USA-ban végbement fejlődés, amelyet az 5. ábra szemléltet. A görbék megmutatják az üzemben levő központtípusok mennyiségének változását 1915-től kezdve napjainkig. A manuális központok 1965-ben eltűnnek, a Strowger központok már 1915-ben léteznek és még ma is fejlődnek. A Panel rendszer sohasem volt 10 milliónyi előfizetőnél többhöz kapcsolva. A Crossbar 1935 körül kezdi megdiadalmas útját, amely töretlen fejlődést mutat. 1965-től lép be a kvázielektronikus központ. Jelenleg az USA telefonsűrűsége a legnagyobb a világon: 65%!



5. ábra Az USA telefonhálózatának fejlődése



6. ábra. AZ USA telefonhálózatának fejlődési üteme

A görbe szerint a telítésnek még nincs nyoma. Az ilyen görbét, mint amilyen a burkoló görbe, szokták tangens hyperbolicusnak tekinteni, ettől azonban eléggé eltér és nem lehet tudni, hogy egyáltalán fog-e és hol asszimptotikusan hozzásimulni valamilyen értékhez, amely persze lehet több is mint 100%!

Ezzel a görbével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy ez az üzemben levő állomások számát adja meg, a gyártásnak ennél többnek kell lennie, mert a telefonközpontok élettartama általában 25–30 év, tehát ha az USA jelenlegi telefonállománya közel 140 millió, akkor elvben 5 milliónak megfelelő mennyiségű központot le kell cserélni évente! Ha megvizsgáljuk az USA hálózat évi átlagos növekedési %-át, akkor a 6. ábrán mutatott görbét kapjuk. Mivel ennek a görbének 0-ban kell kezdődnie (1877-ben!) és elvben, ha a telítettséget elérjük (a népesség szaporulátát nem véve figyelembe), akkor az idő végtelenségében újra 0-nak kell lennie, ezért ez a görbe hyperbolához hasonlítható. Látható, hogy az évi fejlődés az I. világháború végén 10% körül volt és az utóbbi években lecsökkent 4%-ra. Az eredmény tehát az,

hogy az USA-ban ma már körülbelül még egyszer annyit kell gyártani, mint amennyivel fejlődik a hálózat!

Hogy hol a határ a telefonfejlesztésben, arra válaszolni nem lehet, mert nem tudhatjuk, hogy a jövőben milyen új szolgáltatások várhatók.

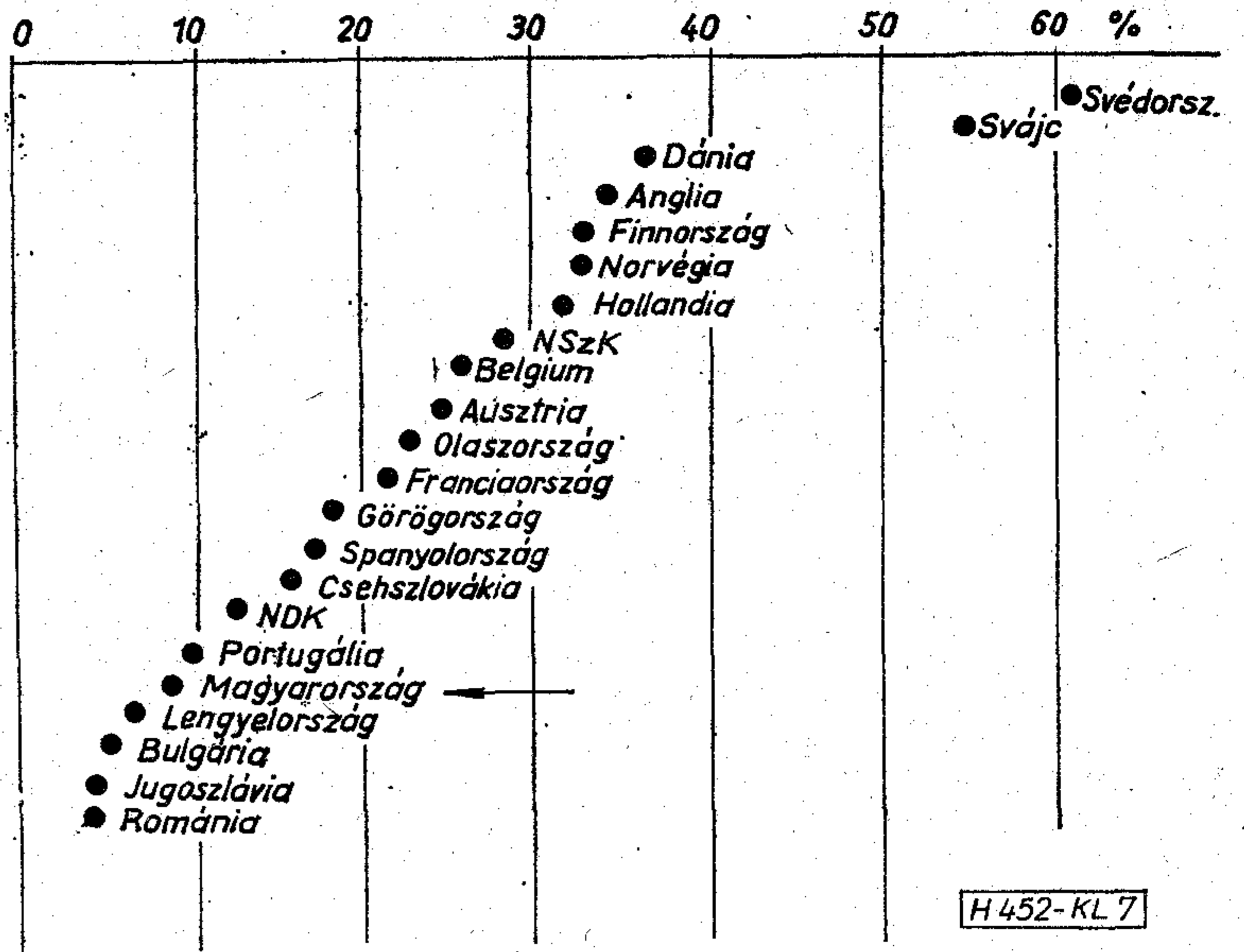
Hogy az európai országok többségének — így nekünk is — nem kell tartani a telítettségtől, azt bizonyítja 7. ábrán látható táblázat, amely az egyes országok telefonsűrűségét adja meg érték szerint sorba rakva. Az országok közül kimaradt a Szovjetunió, mert a nyugaton közölt adatok egyrészt bizonytalanok, másrészt nincs megadva, hogy mekkora rész jut Szibériára, amely nem Európa. Ugyanezen okból nem szerepel Törökország, valamint elmaradtak a nem érdekes kisebb államok: Luxemburg, Albánia, Lichtenstein, Izland. A táblázatban így is 22 európai ország adata szerepel. Látható, hogy az USA 65%-át csak 2 ország közelíti meg: Svédország és Svájc. A legkisebb érték Romániáé: 4,5%, míg a fejlett telefonhálózattal rendelkező országok telefonsűrűsége 30 és 40% körül van. Mi a 9%-os adatunkkal sajnos, eléggé a táblázat alján vagyunk.

Az átviteltechnika a II. világháború után hatalmas fejlődésnek indult, különösen a félvezető eszközök elterjedése után. A szimmetrikus kábeleken 12 és 24 csatornás berendezések működtek, később 60 csatornát is elértek. A nagy változást a koaxiális kábelek elterjedése hozta. A nagy koaxiális kábel (5 cm külső átmérővel) a háború után jelent meg Európában (Franciaországban), de hamarosan kiszorította a kis koaxiális kábel 2,6/9,5 mm-es méreteivel, amelyen maximálisan át tudnak vinni egyszerre 10 800 beszélgetést. (Arra a kérdésre, hogy hol van ilyen nagy áramkörnyalábra szükség, megemlíthető, hogy pl. Londonban 4 millió telefon van, az egyidejű beszélgetések száma kb. 400 ezer és ennek 10%-a lehet interurbán, a kimenő irányokon kívül, az országos gerinchálózatban, egyesek vihetik az egész távforgalomnak akár 20%-át is.)

A kis koaxiális kábelek után sor került a „mini”-ekre is 1,2/4,4 mm-es méretekkkel. A közbenső erősítők számának növelésével egy ilyen kábelen ma maximum 2700 beszélgetést lehet képezni és természetesen egy köpenyben több ilyen kábelt lehet elhelyezni. Egy beszélgetés ára a 12 csatornás berendezés egy csatorna árához viszonyítva lecsökkent 1/10—1/20-ára, persze csak ha a kábel teljes kapacitását kihasználják.

Ugyancsak a II. világháború után került sor a mikrohullámú összeköttetések elterjedésére. Ezek szintén igen széles sávot — több GHz-nyit visznek át, szemben a kiskoaxiális 60 MHz-ével —, de inkább több fehér-fekete és színes TV program átvitelére használják, telefonbeszélgetésekre adottságaiknál fogva kevésbé alkalmasak.

Amilyen mértékben szaporodtak a távolsági összeköttetések, olyan mértékben gépesítették a távhívásokat, előbb csak országos, majd nemzetközi viszonylatban is. A távválasztás már a II. világháború előtt

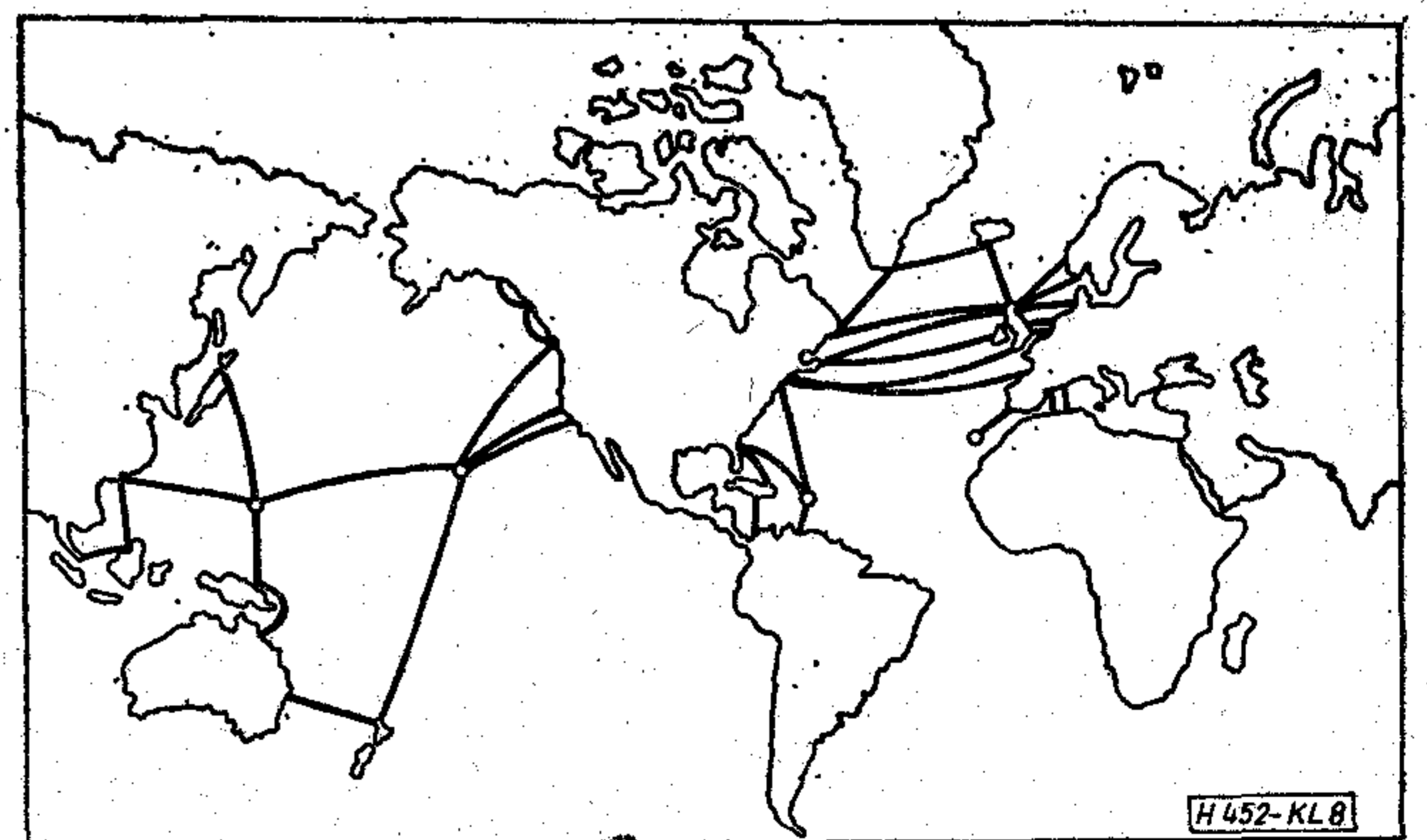


7. ábra. Telefonsűrűség

is létezett. Így nálunk is volt automatikus távhívó rendszer üzemben a 30-as évek végén kezelők számára Budapest—Miskolc és néhány dunántúli város között, de ezek a háború alatt mind elpusztultak. A Magyar Posta elkezdte az országos távhívó szolgálatot előfizetők számára kiépíteni. Az iparilag fejlett nyugati országok ma már egységes automatikus távhívó hálózattal rendelkeznek.

Nálunk a távhívó rendszer az országos gerinchálózatra épül, amelyben kis koaxiális kábelek játsszák majd a főszerepet. Lehetséges, hogy a jövőben sor kerül a minikábelek használatára is.

Interkontinentális összeköttetések számára a II. világháború után tenger alatti kábeleket kezdtek fektetni. Az első ilyen kábelen csak 48 beszélgetést tudtak elhelyezni 50 kilométerenként közbeiktatott erősítőkkel, de azután a félvezető erősítőkkel az erősítő szakaszokat csökkenteni lehetett és a csatornaszámok egyre emelkedtek. A 8. ábrán látható, hogy 1965-ben mennyi tenger alatti kábelt fektettek már le. A kábelfektetést azóta is folytatták és most 1976-ban üzembehelyeznek Európa és az USA között egy új kábelt, amelyik (igaz, hogy csak 3 kHz-es sáv szélességgel) 4000 beszélgetést fog biztosítani. A CCITT kidolgozott egy olyan új jelzési rendszert — az 5-ös számút —, amelynek segítségével



8. ábra. Tenger alatti kábelek

megindulhatott az előfizetői távhívási szolgálat Európa és Észak-Amerika között.

Az első műholdat — a Szputnyikot — 1957-ben bocsájtották fel, majd 1965-ben sor került az első távközlési műholdakra is: az Intelsat I-re és a Molnyijára. Akkor 1965-ben senki sem merte volna megjósolni, hogy 10 év leforgása alatt a műholdak milyen karriert fognak befutni! Hamarosan pályára kerültek a Synchron sorozatok, amelyek az egyenlítő fölött 35 000 km magasságban együtt forognak a földdel, vagyis egy fix pontban állanak. Az 1971-ben pályára állított Intelsat IV már rendszeresen bonyolít le interkontinentális forgalmat. Ma már több mint 20 távközlési műhold van fent, ezek mind aktív szatellitok, azaz napelemekkel működnek. Most fogják üzembe helyezni az Intelsat V-öt, amely nem kevesebb mint 25 000 telefoncsatornát fog biztosítani! A 9. ábra mutatja a távközlési műholdak (Intelsat IV-ek az egyenlítő fölött, az Atlanti-, a Csendes- és az Indiai-óceánok térségében) és a földi állomások helyét. Ezeknek száma ma már jóval 100 fölött van. A műholdak tranzitálni is tudnak és így gyakorlatilag bárhol a világ bármelyik készülékét fel lehet hívni telefonon. Az elmaradt afrikai országok a bizonytalan rövidhullámú rádióösszeköttetésekön kívül a műholdak segítségével léphetnek kapcsolatba a világgal. Nekünk is lesz hamarosan földi állomásunk.

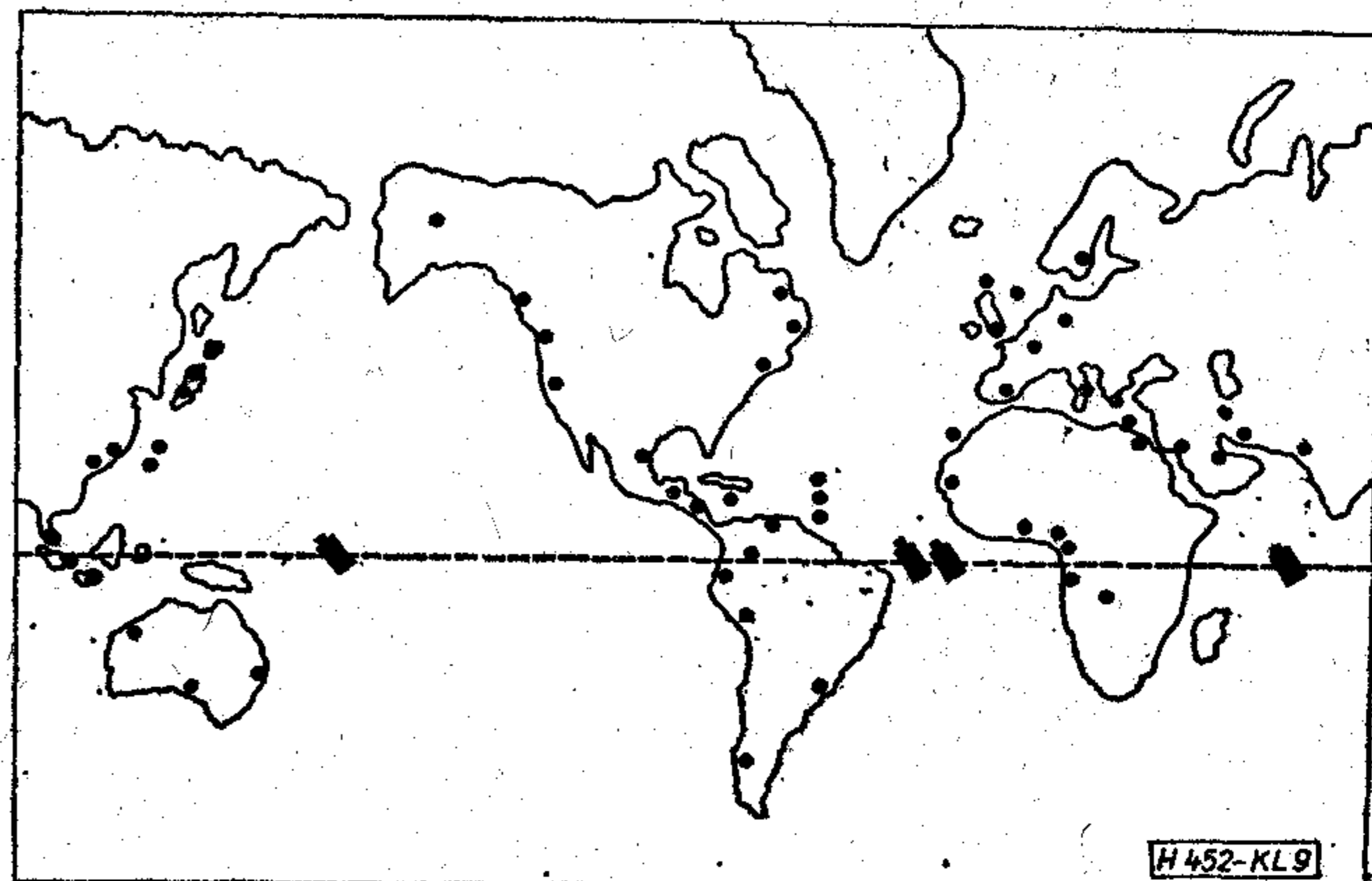
Természetesen a műholdak fő szerepe a TV-műsorok közvetítése. Interkontinentális célokra egyébként jobban megfelelnek a tenger alatti koaxiális kábelek a rövidebb terjedési idők miatt. Az USA-ban felméréseket végeztek e tekintetben: az Európával folytatott beszélgetések után megkérdezték az előfizetők véleményét a kapcsolat minőségét illetően, természetesen úgy, hogy az előfizetők nem tudták, kábelen vagy Telstaron át beszéltek-e. Túlnyomó többségben a kábeles összeköttetéseket minősítették jobbnak. Persze a véleményeket sok más tényező is befolyásolja, így nem mindegy, hogy milyen földi vezetékek kerülnek sorba kapcsolva és milyen a központok és az előfizetői készülékek minősége. De hogy a kábelkapcsolások jobbak, azt bizonyítja az, hogy még ma is fektetnek tenger alatti kábeleket!

Ily módon megvalósultak egy — az egész világot átfogó — telefonhálózat létesítésének feltételei. A CCITT már jó ideje előre foglalkozott a világhálózat szabályozásával. Kidolgozták a világhálózat számozásrendszerét, a kapcsolások felépítésének módját, a központok hierarchiáját, a kapcsolások felépítésének alapelveit, a jelzésrendszereket, a veszteségek elosztását, a megengedhető zajszinteket stb.

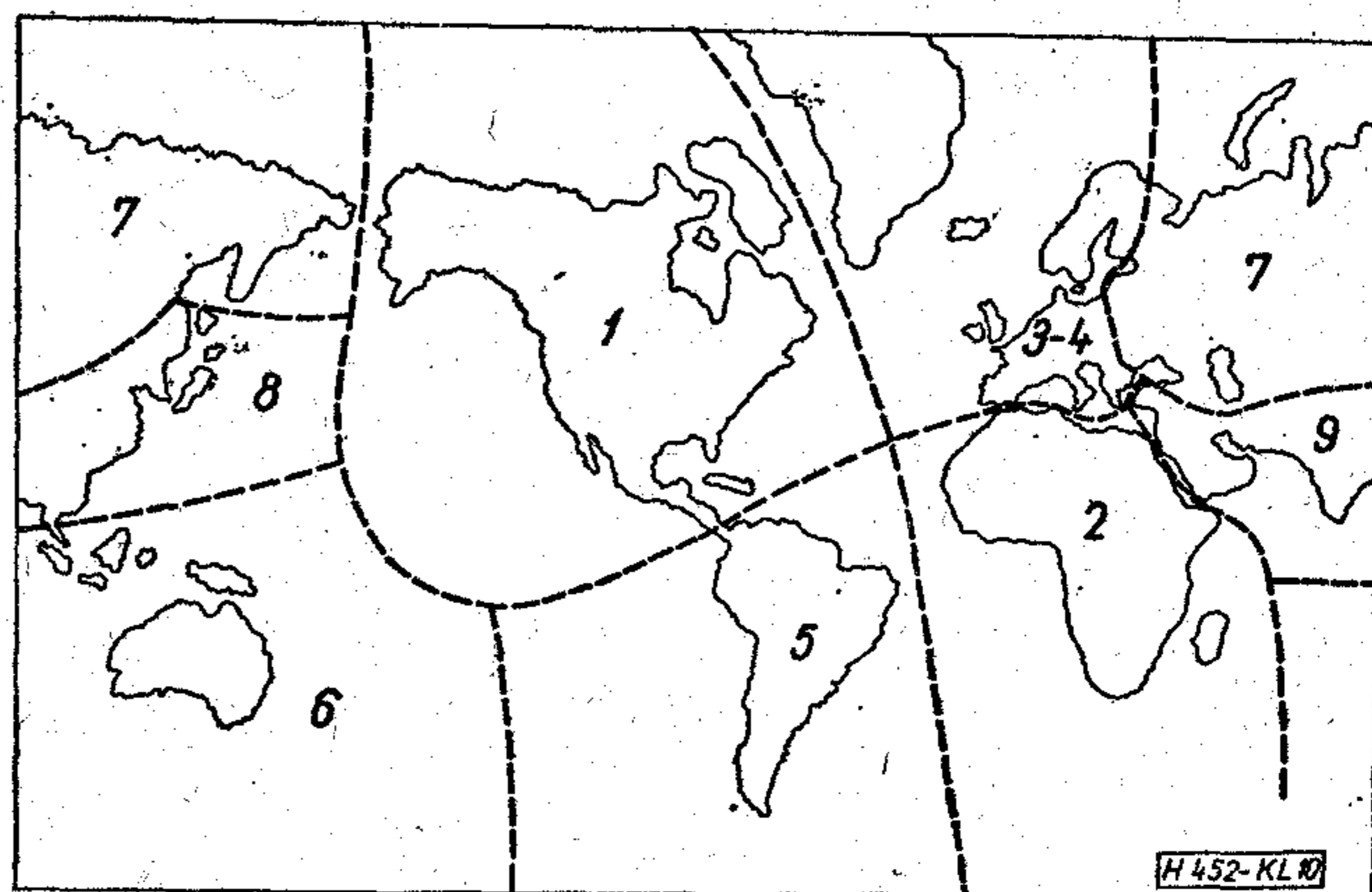
A világot a CCITT a 10. ábra szerint felosztotta 9 körzetre. Európa 2 számot kapott: a 3-ast és a 4-est. Egy körzeten belül az egyes országok egy vagy két számjeggyel vannak meghatározva, attól függően, hogy mennyi a lakosok száma és milyen fejlett az illető ország telefonhálózata. Ilyen alapon Magyarország hívószáma 36 lett. Példaképpen megemlítem, hogyha valaki pl. Kölnből fel akarja hívni Pécs valamelyik előfizetőjét, akkor folyamatosan a következő számjegyeket kell tárcsáznia:

00-36-72-XXXXX

ahol 00 jelenti a nemzetközi hívási szándékot, 72



9. ábra. Távközlési műholdak és földi állomások



10. ábra. A világhálózat számozása

pedig a pécsi körzet hívószáma, amelyen belül az előfizetői számozás 5 számjeggyel.

Míthogy a nemzetközi beszédcsatornák általában 0 csillapításúak, az átvitel jósága legalább olyan jó, mint egy helyi hívásé.

Kontinentális viszonylatban az utóbbi időben a koaxiális kábelek mellett egyes országokban hullámvezetőket (wave guide) fektetnek le, amelyekben nagyobb erősítő távolságokkal mint koaxiális kábelek esetében lehet több ezer, sőt több tízezer beszédcsatornát elhelyezni. Ilyeneket létesítenek pl. Francia- és Nyugat-Németországban. A jövő fogja megmutatni, hogy mely széles sávú átviteli kábelek válnak majd be legjobban és hogy mindenben hol találja meg helyét a PCM átviteli mód.

Még egy átviteli rendszernek jósolnak nagy jövőt: az ún. üvegszál vezetéknek (fiber optic). Egy fényt vezető kb. 0,1 mm-es üvegszál beborít egy fényt visszaverő üvegcső. Míthogy így az üvegcső törékeny, beágyazzák valamilyen védő anyagba, azután több ilyen üvegszál helyeznek el egy köpenyben. Állítólag egyetlen ilyen szálon át lehet vinni 20 TV programot vagy több 10 ezer telefonbeszélgetést. Az átvitel fényel — laserrel — történik. A szakemberek csak 1990 körül várják az elterjedését, akkor is csak országos viszonylatban, mert ilyen sok csatornát igénylő forgalom nemzetközi viszonylatban nem valószínű.

**

Ide jutott tehát a telefónia röpke 100 év alatt. Hogy ezek után mi várható a közeljövőben, erről befejezéséig érdekes néhány mondatban említést tenni.

Mindenekelőtt világszerte igen nagy mennyiségi növekedés várható. A fejlődés üteme annál nagyobb lesz, minél elmaradottabb ma egy ország telefonhálózata. Hazánk viszonylatában el kell érünk, hogy minden lakásban legyen telefon. A falvakban is meg kell valósítani az éjjel-nappali automatikus szolgálatot. A világméretű telefonhálózat hozzá fog járulni a béke ügyéhez.

Ugyancsak javul majd a szolgálat minősége. Az elavult központok kiválnak, a hálózat felújítása is megindul. Az előfizetői készülékek minősége is javulni fog, főleg a mikrofoné és a hallgatóé, az elektronikus eszközök elterjedése következtében. Új szolgáltatások, jellegzetességek, a kényelmet növelő eszközök jelennek majd meg. Így a tárcsázás helyett a hívás billentyűzettel történik. Mód lesz a gyakran hívott számokat 2-3 számjeggyel hívni. Távollétben a beérkező hívásokat át lehet irányítani egy minden esetben megadott másik számra stb.

A távolabbi jövőben elterjed majd a videotelefon. A beszélő felek látni is fogják egymást, ha akarják.

És ha már egyszer egy képcső létezik, akkor egy tároló adapter hozzáadásával a képcsövet lehet alfa-numerikus display-nek használni és információkat, szöveget, ábrákat stb. megmutatni rajta.

Egyszer majd megvalósul az egységes távközlő világhálózat, amely nemcsak a telefonszolgáltatást biztosítja, hanem képes a házba hozni 15-20 különböző TV programot is, kitűnő minőségben, a világ minden tájáról. Az előfizetői vonalak mini koaxiális kábelek lesznek, vagy valami más hozzá hasonló átvivő közegek. Ha sikerül majd ilyenfajta rendszert megvalósítani, akkor az emberek lassankint otthoncentrikusok lesznek. A városi közlekedés egyre elviselhetetlenebb, a személykocsikat amúgy is ki fogják tiltani a városok belterületéről, parkírozás lehetetlenné válik. A TV pedig behozza a színházat, a mozit, a hangversenyeket, a sport- és társadalmi eseményeket a házba, minek kell akkor az embernek tülekedni, magát kényelmetlen körülményeknek kitenni?! A rokonokkal, barátokkal érintkezni lehet majd a videotelefonon keresztül.

Hogy milyen lesz egy ilyen munkahelyekre és otthonokra redukált világ, azt elképzelni ma még nehéz. Egy azonban biztos: a telefon jelentősége fejlődő társadalmunkban egyre nagyobb mértékben emelkedni fog.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL *

Az Unitra külkereskedelmi vállalat és az RCA között létrejött szerződés szerint komplett színes televízióképcső gyárat szerelnek fel Lengyelországban. A gyár 21 hüvelyk átlóméretű 110°-os képcsöveket fog gyártani, kezdetben évi 300 ezer darabos mennyiségben, amelyet duplájára lehet bővíteni. Az RCA nem kizárólagos és nem korlátozó szabadalmat ad át a képcsövek és vevőkészülékek gyártására és értékesítésére. A gyár építése, amelyben részegységeket gyártanak és képcsövet szerelnek, 1976 harmadik negyedében, a gyártás beindítása pedig 1979 első félévében nem később kezdődik. (*Electronics of America*, 1976. ápr. 24. [92])

Az adatátvitel rendkívül gyors növekedése a végberendezések új generációjának kifejlesztését tette szükségessé. Sok számítógépgyár speciális berendezéseket és módszereket vezet be a gyors adatátvitel biztosítására, ami a felhasználók más berendezéseikhez történő csatlakoztatását megnehezíti. Ezen szervezési szabványokkal, szerződésekkel próbálnak segíteni. Az első ponttól-pontig összeköttetés kábeleken történt, ma már azonban elterjedt a több pontot összekötő hálózat, amelynek távvezetékes megoldása drága, viszonylag nehezen karban tartható. A jövőben a hálózatot homogénnek kell feltételezni, amely sokban különbözik a közhasználatú telefonvonalaktól. Ilyen homogén adatátviteli rendszerek már Amerikában és Európában is léteznek. Ezeknek a rendszereknek a kihasználhatósága az elérési módtól függ. A hálózatnak hibaellenőrzést is el kell végeznie, bár hiba szempontjából a puffertes terminálok felhasználása kedvezőbb, mert ezek, a hiba észlelése esetén az átvitel megismétlését kérik. Az összeköttetésnek duplex- vagy félduplex összeköttetésnek kell lennie, amely lehet műholdon keresztüli összeköttetés is. (*Datamation*, 1976, márc. [193])

* Válogatás a KGM TMTI gyorstájékoztatójából

Annak ellenére, hogy a félvezető gyártók komoly eredményeket értek el a félvezetők közül a hibásaknak már a gyártáskor történő kiemelésében, mégis szükség van a felhasználók ellenőrzési módszereire is. A HP például majdnem minden, a HP 2000-es miniszámítógépből felhasznált 4 K-s RAM-ot letesztel. Sok felhasználó küszködik olyan hibákkal, amelyek nem rendszeresen ismétlődnek (soft-hibák). Frankenberg (HP) kifejtette, hogy egész sor ellenőrző és tesztelő módszert fejlesztettek ki, hogy a számítógépek minden elemét vizsgálni tudják. Vizsgálják pl. a fémvezetékek kapacitását és a műanyag részek ellenállásának hatását és változását, pl. az órajelet előállító fokozat érzékenységét a fenti hatásokra. A Prime Computer Inc. a kísérletek folyamán 50°C-ra fűti fel az egységeit olyan követelmények mellett, mintha azok működnének az adott rendszerben. A sok eszközre kiterjedő eredmények biztatóak, pl. Burroughs 300 db RAM-ot égetett 3000 óráig meghibásodás nélkül. (*Electronics*, 49. k. 5. sz. [194])

Az USA egyes, jól informált körei tudni vélik, hogy a Zenith Radio Corp. (Chicago) rövid időn belül radikálisan új színesképcső koncepciójával jelenik meg. Az új képcső mindenekelőtt lényegesen olcsóbb lesz az eddigieknél és ezzel jó fegyver lesz a japán képcsőimport ellen. A Zenith az Egyesült Államok legnagyobb televíziókészülék gyártója rendelkezik saját képcsőüzemmel is. Az USA piacának 25%-át tartja kezében a vállalat. Az új 100°-os eltérítésű cső keret nélküli maszkot tartalmaz majd. Az ernyő alumíniumozása és a foszfor felvitele is újszerű módszerrel történik.

Az egyik leglényegesebb újítás, hogy a korábbi sajtolt köpeny helyett síkűveget használnak. Ennek kifejlesztésében részt vett a Corning Glass üveg-konzern is. Átdolgozták a fűtést és az elektródrendszert is. Először egy 56 cm-es képcsövet, majd később egy 66 és egy 48 cm-es típust fognak gyártani. Az új képcső nem csereszabatos az eddig gyártottakal. (*Funkschau*, 1976. 48. k. 6. sz. [195])

(Folytatás a 302. oldalon)

Mérnöki és matematikai megfontolások a magyarországi mikrohullámú hálózat optimális bővítésének tervezésében

ETO 621.396.43:621.396.7.029 (439)

A hírhálózatok tervezésének kezdeti szakaszában az információk nagy biztonságú átvitelét úgy tekintették megoldottnak, hogy az átviteli úton nagy megbízhatóságú többszörös párhuzamos tartalékoltságú berendezéseket alkalmaztak.

Ez a megoldás nem minden értelemben helyes. Nagy feltűnést keltettek a hírhálózat-tervezés azon elméleti vizsgálatai, melyek bebizonyították, hogy kisebb megbízhatóságú berendezésekből is lehet nagy megbízhatóságú hírendszerket kiépíteni.

A hírhálózat tervezők rájöttek, hogy más feladat az alkatrészek és berendezések megbízhatóságvizsgálata és más a hírhálózat megbízható információ átvitelének vizsgálata.

Az országos mikrohullámú hálózat rekonstrukciójával a különböző postaszervek által készített tervek foglalkoznak. Az egyes tervek készítői a fent említett megbízható információátvitelt úgy kívánják realizálni, hogy az adott irányokba párhuzamos tartalékoltságú vonalakat építenek ki, — vagyis tulajdonképpen az első sorokban említett módszert alkalmazzák.

A jelen dolgozat az előbbi gondolatot változatlanul hagyva az országos mikrohullámú körhálózat kiépítésénél esetleg alkalmazható új gondolatot ismerteti.

1. Az országos mikrohullámú hálózat

Az országos mikrohullámú hálózatnak az a feladata, hogy az ország különböző TV- és URH-adóinak telephelyére a modulációt eljuttassa, illetve adott irányokba a telefonforgalmat is lebonyolítsa.

Az első magyar mikrohullámú vonalat 1961-ben telepítették az 1. ábra szerint a Budapest—Kisvárdra nyomvonalra.

Ugyanez az ábra mutatja be a jelenlegi mikrohullámú hálózatot is, az egyes irányokba elmenő RF-csatornák számának megadása nélkül.

A közeljövőben az ország különböző pontjaira telepítendő URH- és IV-es sávú TV-adók modulációjának biztosítására tehát ezt az 1. ábrán bemutatott hálózatot kell bővíteni.

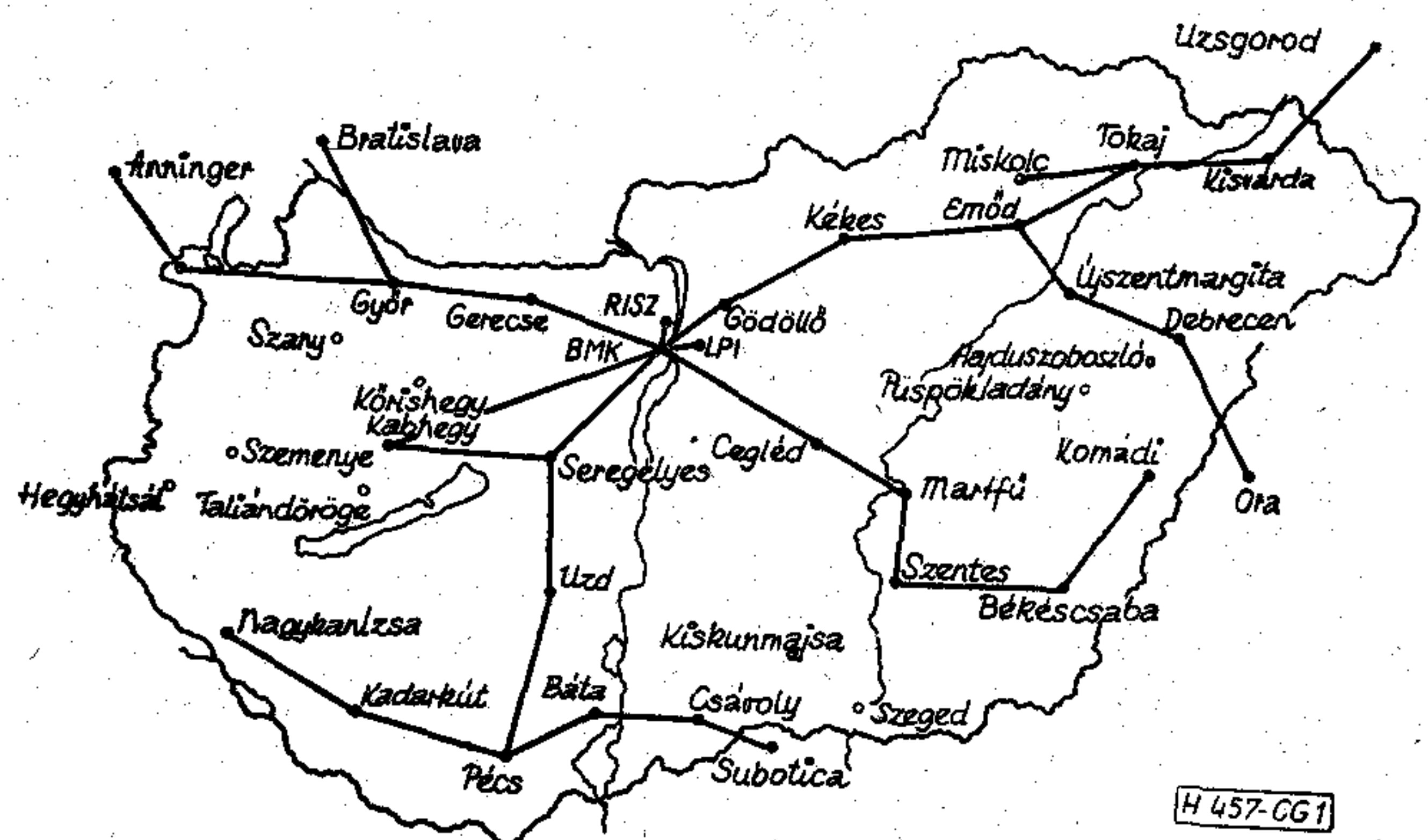
A bővítésre két lehetőségünk van, — az egyik az, hogy a jelenlegi irányokkal párhuzamos vonalakat építünk ki,

a másik az, hogy kialakítjuk a 2. ábra szerinti országos körhálózatot.

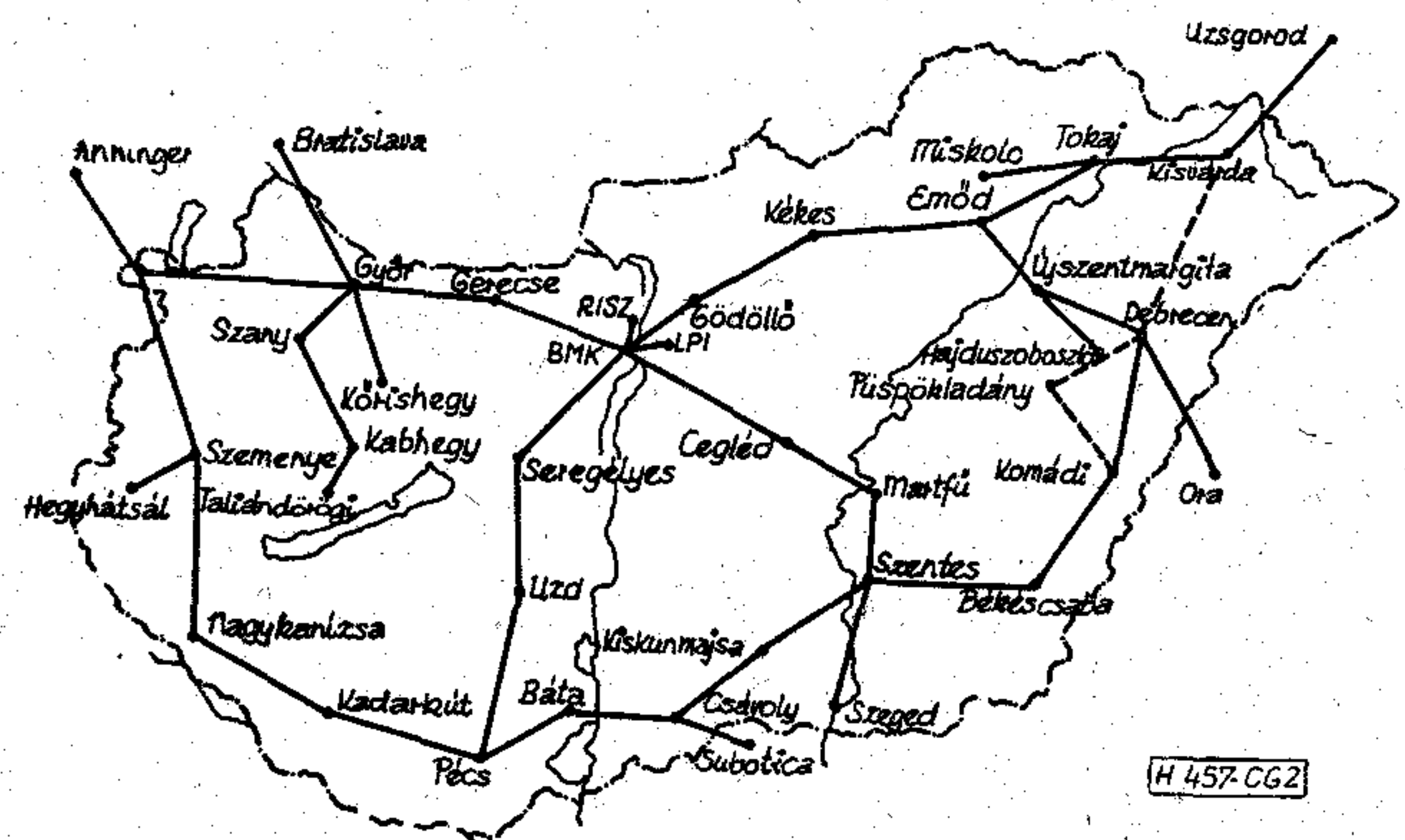
A dolgozat kizárólag csak a 2. ábra szerinti hálózatra alkalmazható megfontolásokkal foglalkozik.

Rajzoljuk át a 2. ábrát a könnyebb kezelhetőség érdekében a 3. ábrába és használjuk az ábrán megadott jelölésrendszert.

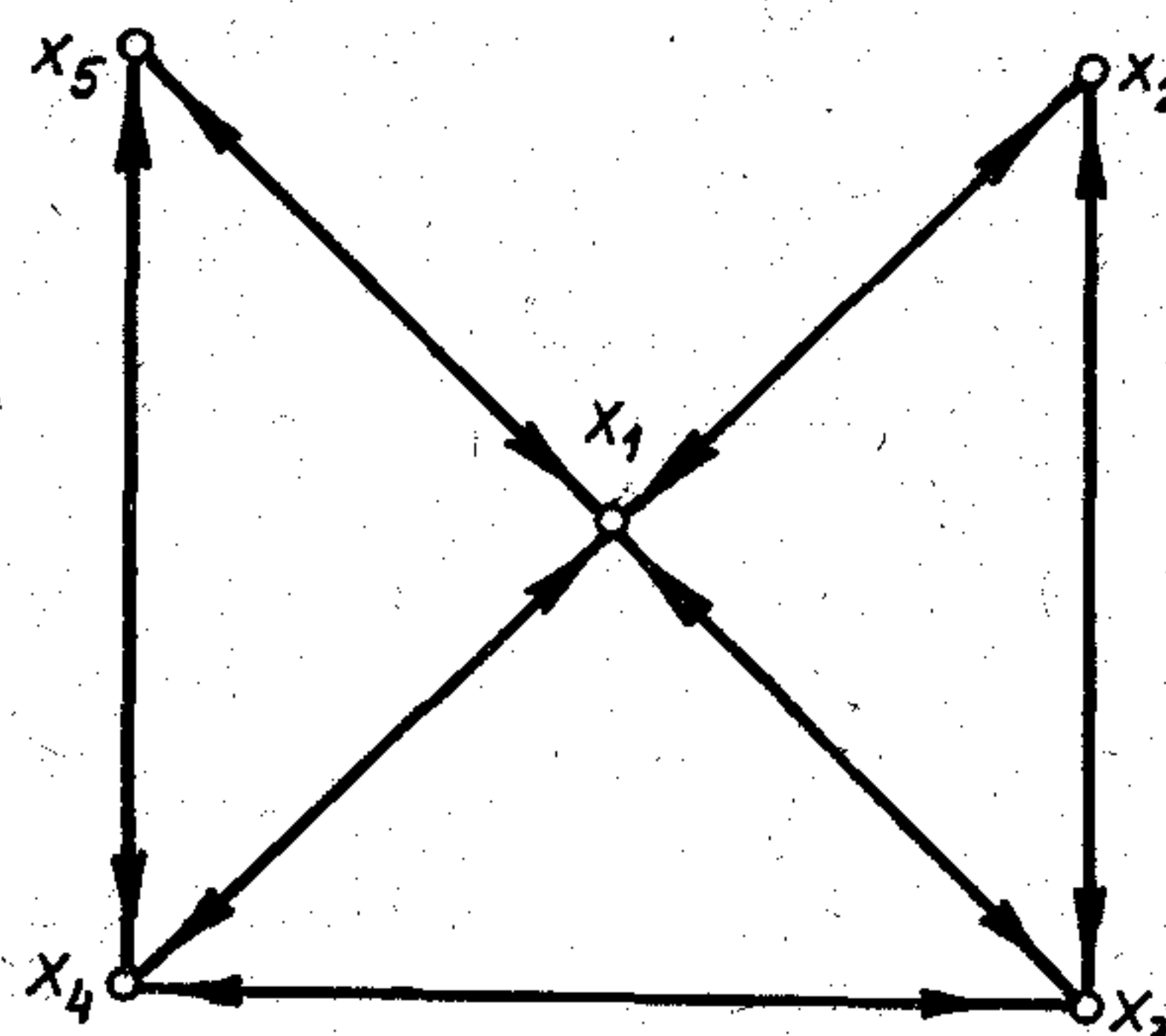
X_1 Budapest	X_2 Kisvárdra
X_3 Szentés	X_4 Pécs
X_5 Sopron	



1. ábra. Az ország jelenlegi mikrohullámú gerinchálózatának nyomvonalrajza



2. ábra. A javasolt országos mikrohullámú gerinchálózat nyomvonalterve



3. ábra H 457-CG 3

Nevezzük az X_i helyiségből X_j helyiségbe vezető információátviteli utakat pályáknak, — ezek legyenek azonos értékűek, tehát nincsenek kitüntetett információ átviteli utak és az adott $X_i - X_j$ reláció lehetséges pályáinak összegét nevezzük elérhetőségnek.

A dolgozatban egy később indokolandó szempont miatt nem vesszük figyelembe, hogy a rekonstrukciós tervben párhuzamos pályák is léteznek, azaz a megfontolások csak kör és párhuzam nélküli pályákra vonatkoznak.

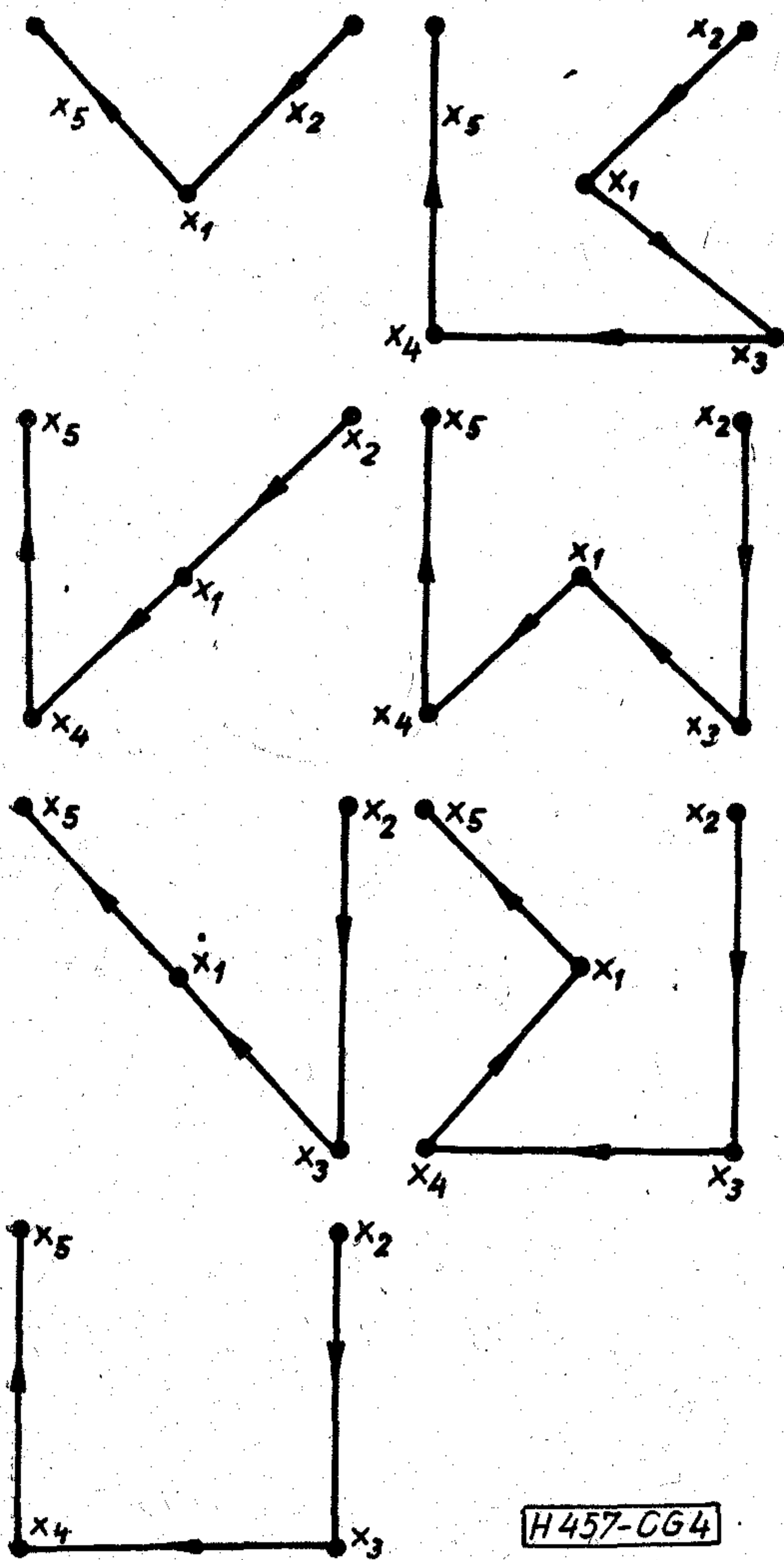
A fenti megfontolások alapján az (1) kifejezéssel írjuk fel az országos körhálózat elérhetőségi mátrixát:

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1	0	4	4	4	4
X_2	4	0	4	6	7
X_3	4	4	0	5	6
X_4	4	6	5	0	4
X_5	4	7	6	4	0

(1)

Az X_i oszlop és az X_j sor kereszteződésében az a szám áll, amely megmondja, hányféleképpen érhető el X_i -ből X_j .

Például a hetes szám az (1) kifejezésben azt jelenti, hogy Kisvárdából Sopronba az országos körhálózatban hétféleképpen lehet eljutni.



4. ábra. Kisvárdáról Sopronba

Erre az egy relációra a 4. ábrán bemutatott módszerrel azonos módon lehet az elérhetőségeket meghatározni.

A 2., illetve az azzal egyenértékű 3. ábra szerint az országos körhálózat 5 csomópontját az adott 7 pálya mentén 96 féleképpen lehet összekötni, ha az oda és visszautakat különbözőknek tekintjük. Más szavakkal, ha az (1) kifejezésben az E-mátrix elemeinek számát összeadjuk, akkor a 96 elérhetőséget kapjuk meg.

Ha az összes jelenleg is üzemelő és a közeljövőre tervezett párhuzamos pályákat is figyelembe vennénk gépi segítség nélkül már nehezen lehetne meghatározni az elérhetőségeket.

Az E-mátrix szimmetriája a 3. ábra szimmetria-tulajdonsága és az egyszerűsítő feltételek miatt következett be. A tervezett országos körhálózat összes pályáit magába foglaló mátrix már nem lesz szimmetrikus.

Érdeemes egy gondolat erejéig a 2. ábrához, a javasolt körhálózat ábrájához visszatérni.

Ennek az ábrának alapján határoztuk meg az elérhetőségeket. Az elérhetőségek megszámlálásából az következik, hogy még anyagi áldozat árán is előnyös lenne Debrecen Kisvárdával összekötni. Enélkül az összekötés nélkül — az 1. ábra szerint ez még nincs kiépítve — az információ átvitelt tekintve a Szovjet—Magyar határállomás egy csökkent elérhetőségű szárnyvonal. Mint javasolt alternatívát ezt a relációt a 2. ábrán szaggatott vonallal rajzoltuk be.

Az E-mátrixhoz visszatérve az alábbi észrevételeket tehetjük.

Igaz, hogy E mind az említett 20 relációban megadja az elérhetőségek számát, de kérdés az, hogy pusztán az elérhetőségek számának ismerete elegendő-e egy bővítésnél a bővítés módját meghatározó döntéshez.

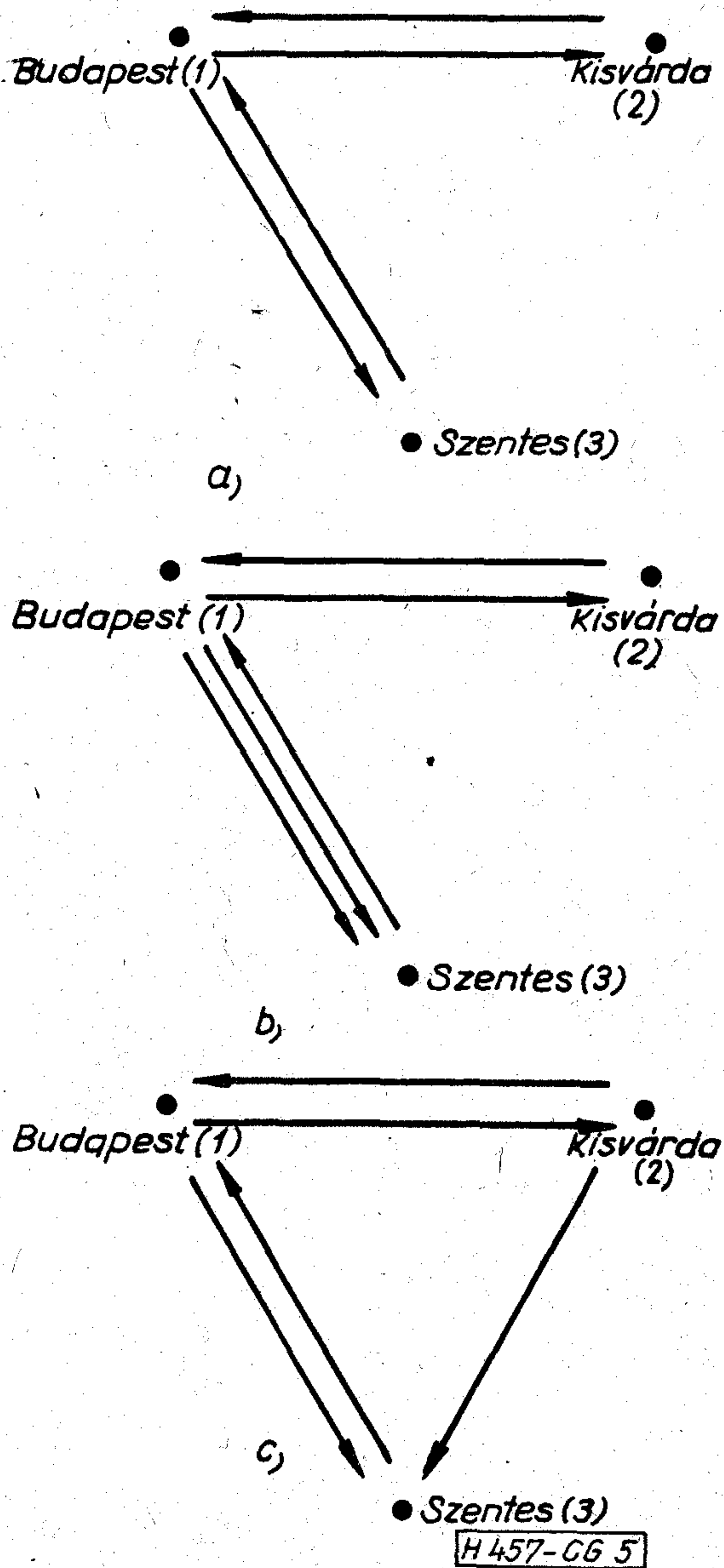
Két állomás összeköttetésének biztonsága nemcsak az E-mátrixban foglalt elérhetőségi számoktól függ, hanem attól is, hogy a különböző összeköttetések tartalmazznak-e közös pályákat. Minél több független párhuzamos út visz az egyik állomásról a másikra, annál kisebb az információátvitel során felmerülő konfliktus valószínűsége. Egyszerű számolás alapján meggyőződhetünk arról, hogy bár Kisvárdából Sopronba 7, Szentesről Pécsre pedig 5 féleképpen juthatunk el, mégis az utóbbi reláció a biztonságosabb, mivel itt több független párhuzamos összekötő utat találhatunk.

Konfliktuson azt értjük, hogy egy adott reláció esetén egy új információ átviteli igénynél a reláció összes lehetséges pályái más véletlenszerűen fellépő információ átvitel miatt foglaltak, tehát az új igény részére nem tudunk szabad pályát biztosítani.

2. A hálózat bővítése előtt elvégzendő számítások egy módszere

A módszert a valósághoz képest egyszerűsített 5. ábrán látható hálózaton mutatjuk be.

Tegyük fel, hogy a sokasodó információ átviteli igények kielégítéséhez már kevés az 5. ábrán látható konfiguráció négy vonala és egy ötödikkel akarjuk bővíteni a hálózatot.



5. ábra

Tegyük fel továbbá, hogy előzetes meggondolásokból nyilvánvalóvá vált az a néhány alternatíva — jövőben kiépítendő konfiguráció — amikl közül választani kell, — esetünkben az 5b és 5c konfiguráció.

Tegyük fel azt is, hogy azok az információ-átviteli igények, melyek nem — kielégíthetőségének valószínűségét minimalizálni akarjuk, ismert $(\lambda_{1,2}, \lambda_{2,1}, \lambda_{1,3}, \lambda_{3,1}, \lambda_{2,3}, \lambda_{3,2})$ intenzitással egymástól független Poisson-folyamatként lépnek fel az összesen lehetséges hat irányban (azaz reláción) és hogy az igények — ha kielégíthetők — igen kicsiny szórástól eltekintve ugyanannyi ideig, mondjuk egyenként három óra hosszat tartják foglaltan a nekik kijelölt pályát, vagy pályákat.

A $\lambda_{i,j}$ paraméter csak az i -edik csomópontból a j -edik csomópontba irányuló információ-átviteli igények időbeli sűrűségétől függ, tehát a konkrét mikrohullámú hálózattól független. A $\lambda_{i,j}$ paraméter jelentését az alábbi képlet világítja meg: annak valószínűsége, hogy t időegység alatt az i -edik cso-

mópontról a j -edik csomópontra n információ-átviteli igény kér átbocsátást:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda_{i,j}t)^n}{n!} e^{-\lambda_{i,j}t} \quad (2)$$

Ha ezek a feltételek fennállnak, a következő eljárás segíthet a jobbik konfiguráció kiválasztásában.

Célunk az, hogy összegyűjtsük a hálózatot egy időben terhelni kívánó információ-átviteli igények azon kombinációit, melyek az 5b irányban fejlesztett konfiguráción egyidejűleg kielégíthetők, az 5c konfiguráció esetén azonban konfliktushoz vezetnek: egy vagy több információ-átviteli igényt vissza kell utasítanunk.

Éppígy össze kell gyűjtenünk az 5c-n kielégíthető az 5b-n viszont konfliktushoz vezető igénykombinációkat.

Azt az eseményt, hogy a hálózatot olyan igénykombináció kívánja használni, melyet 5b kielégít, 5c viszont nem, nevezzük A -nak, azt pedig, hogy 5c megfelelne, 5b viszont nem B -nek.

Ha $P(A)$ nagyobb, mint $P(B)$, úgy az 5b hálózatot kell választani, egyébként az 5c-t kell kiépíteni.

Ezek után lássuk, hogyan határozhatók meg e valószínűségek.

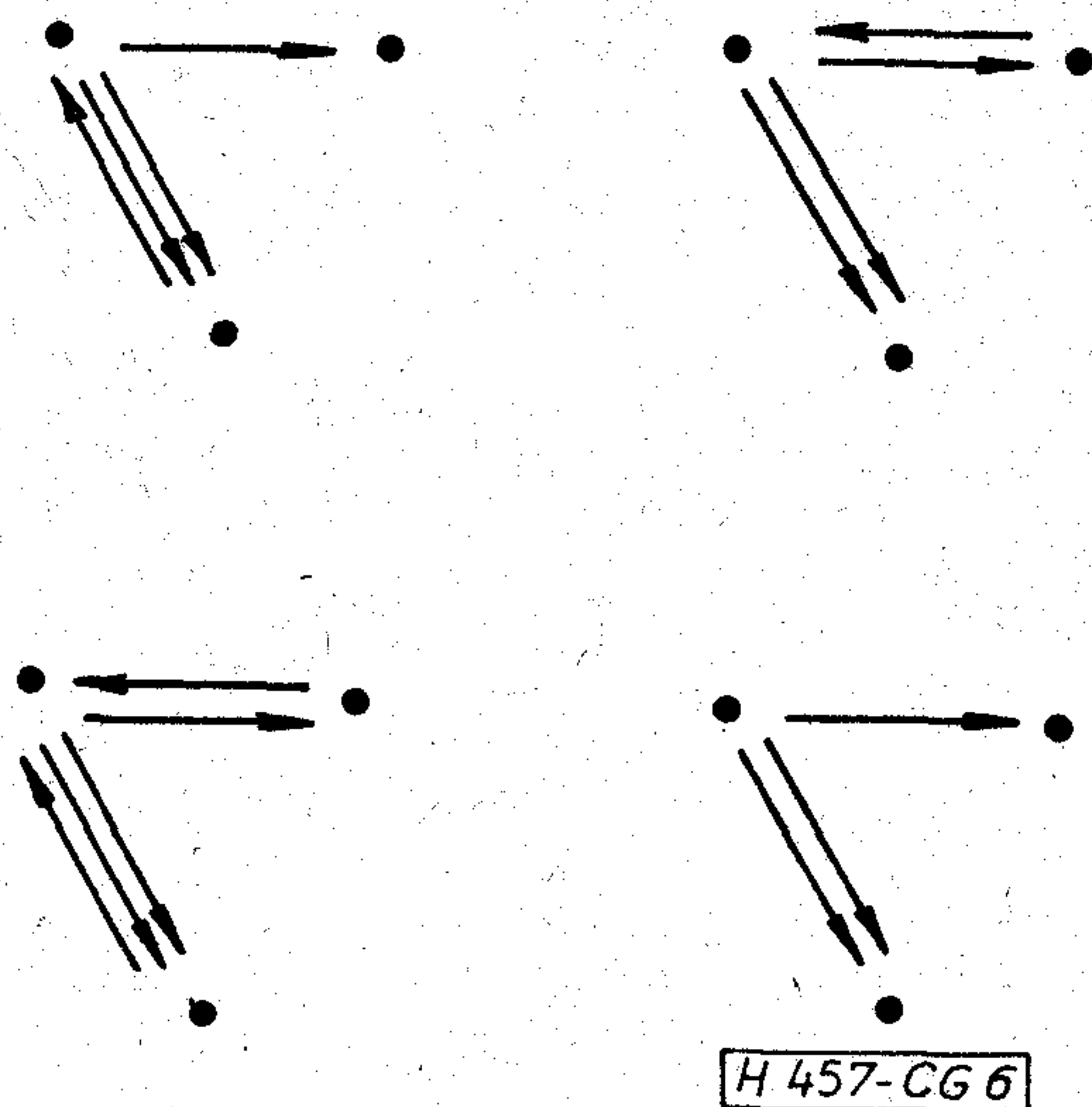
Az 5. ábrán látható nyilak konkrét információ-átviteli igényeket és nem mikrohullámú relációkat szimbolizálnak. A négy igénykombináció valamelyikének bekövetkezése azt jelenti, hogy az 5b hálózaton kielégíthetők ezen igények, de 5c-n nem.

Mivel az összes páronként diszjunkt (idegen) eseményt alkotó ilyen igénykombináció szerepel itt, ezek logikai diszjunkciója éppen az A esemény (6. ábra).

$P(A)$ kiszámítása úgy történik — diszjunkt eseményekről lévén szó —, hogy a négy esemény valószínűségét összeadjuk.

Egy ilyen esemény valószínűsége pedig a hat lehetséges igény valószínűségének megfelelő hat tényező $(P_1, P_2 \dots P_6)$ szorzataként áll elő.

Ha az (i, j) irányban nem lépett fel igény (azaz az ábrán nincs neki megfelelő nyíl), úgy $P_{i,j} = e^{-3\lambda_{i,j}}$ (3 óra hosszat tart 1 igény lebonyolítása.)



6. ábra. „A” esemény: az igények azon kombinációi, melyeket a II. hálózat nem képes kielégíteni, de az I. hálózaton lebonyolítható

Ha az (i, j) irányban egy igény lépett fel (azaz egy nyíl van a megfelelő irányban), úgy

$$P_{i,j} = 1 - e^{-3\lambda_{i,j}} \quad (3)$$

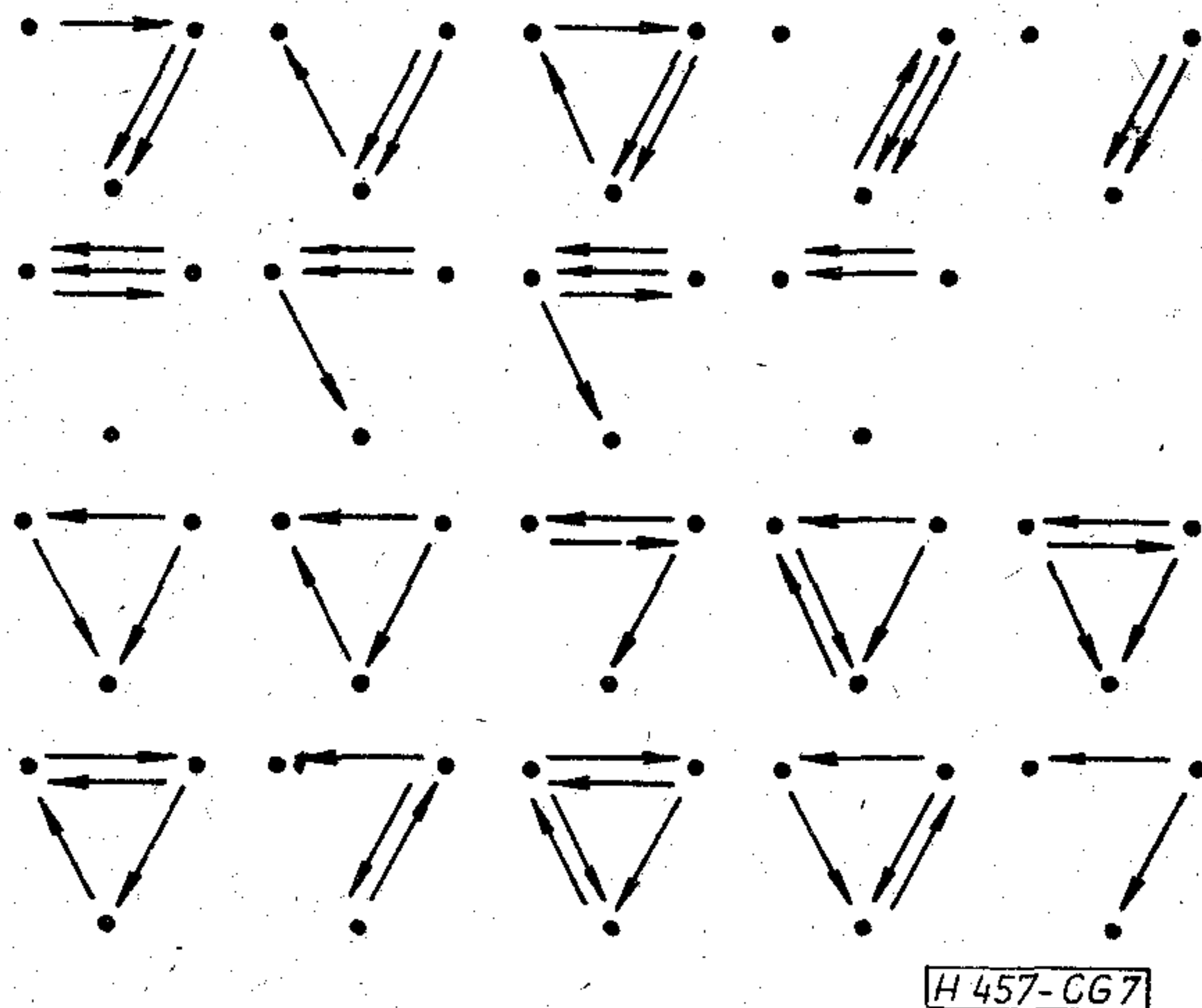
Ha az (i, j) irányban 2 igény lépett fel, úgy

$$P_{i,j} = 1 - e^{-3\lambda_{i,j}} [1 + 3\lambda_{i,j}] \quad (4)$$

Általánosságban, ha az (i, j) irányra k igény lépett fel, úgy $P_{i,j} = F_k(3)$, ahol $F_k(x)$ a k -ad rendű $\lambda_{i,j}$ paraméterű eloszlás eloszlásfüggvénye.

Ugyanígy kell a 7. ábra B eseményét is kiszámolni.

Már a $P(B)$ összegben szereplő tagok számából is érezhető, hogy — hacsak a $\lambda_{i,j}$ értékek nem mutatnak dominálónan sűrű észak-déli információ átviteli for-



7. ábra. „B” esemény: az igények azon kombinációi, amelyeket az I. hálózat nem képes kielégíteni, de a II. hálózaton lebonyolítható

SZEMLE

(Folytatás a 298. oldalról)

A francia kormány bejelentette, hogy nagyarányú telefonhálózat kibővítési programjának végrehajtásához közep-nagyságú svéd és amerikai telefonközpontokat választott. Jelenleg az ország lakossága egynegyedének van telefonja, 1980-ra előreláthatólag a lakosság kétharmada jut telefonhoz.

Az elkövetkező öt év során mintegy 104 milliárd frankot irányoztak elő modernizálásra és mintegy 8 milliót új fővonal beiktatására.

A választás az AXE és Metaconta számítógép vezérlésű, időosztásos rendszerre esett, amelyet a svéd Ericsson vállalat francia leányvállalata, a Le Matériel Téléphonique (LMT) fejlesztett ki. Az AXE és a Metaconta rendszert csak átmeneti időszakokra veszik igénybe. Franciaország hosszú távú hírközlési politikája elsőbbséget ad az új időosztásos digitális rendszernek, amelyet a CGE leányvállalata a CIT-Alcatel fejlesztett ki.

1977 végére a digitális központokhoz kapcsolt vonalak száma 800 000-re fog növekedni a jelenlegi 100 000-ről, 1982-re pedig több mint 5 millió előfizető lesz. (Financial Times, 1976. május 14. [196]).

Kutatók és az emberi egészség kérdéseit felelős szakemberek köreiben egyre nagyobb aggodalmat okoz az elektromágneses sugárzás káros hatásainak lehetősége. Ilyen vélemény hangzott el egy londoni konferencián a közelmúltban, amelyen hírközlő műbolygós hajó-rádiórendszerek kérdéseit vitatták meg. Az angol egészségügyi-bizottsági előírások jelenleg csak szárazföldi rádió-berendezésekre vannak kidolgozva, hajókra nem érvényesek. A javasolt hírközlő rendszer

galmat — a Kisvárdát Szentessel összekötő vonal megépítése a konfliktus elkerülésének szempontjából helyesebb.

Gazdasági vagy egyéb megfontolások természetesen más döntést sugallhatnak. A fenti számításokhoz az igények statisztikai felmérése és egy viszonylag egyszerűbb számítógépes program lefuttatása szükséges.

A módszer igazolása [5]-ben található „várakozási idő paradoxonok” címszó alatt.

Sok továbbfejlesztési alternatíva, vagy nem-konstans információátvitel lebonyolítási idők — ezeket a fenti példában 3 órának vettük fel — esetén számítógépes szimuláció vezethet célra.

3. Összefoglalás

A cikk az Országos Mikrohullámú hálózat bármely irányú bővítése előtt alkalmazható megfontolásokat tartalmazza. Konkrét számítási módszert ad, amelyet a valóságban is működő részhálózaton mutat be. Optimalizálási célként az információ átviteli igények konfliktus valószínűségének minimalizálása szerepel.

I R O D A L O M

[1] Von CH. Grandjean: Verkehrsberechnungen in Nachrichtennetzen mit Leitwegsuche durch Rundfrage. E. N. wesen. 1974. Band. 49.
 [2] Le Corre J.: Pirotte A: Vollautomatischer Fernmeldesystem mit Pulsmodulation für Militärische Zwecke. E. N. wesen. 1967. Band. 42. S. 216—233.
 [3] PRTMIG. Fejlesztési Osztályának tanulmánya. „Gerinc-hálózati mikrohullámú összeköttetések fejlesztési igényeinek és lehetőségeinek vizsgálata” 1975.
 [4] Rényi A.: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
 [5] Feller A.: An Introduction to Probability Theory and its Applications. Wiley Publ. 1970.

üzeme az említett előírások szerint a megengedettnél akár 50-szer nagyobb térerősséget is előidézhethet az antennák közelében.

A legújabb amerikai kutatások szerint még a jelenleg megengedhetőnek tartott sugárzási szintek is veszélyesek lehetnek. A Duke University Medical Center kutatói megállapították, hogy 5 mW/cm² mikrohullámú dózisoknak kitett állatok fehérvérsejtjei olyan változásokat szenvednek, amelyek nagymértékben csökkentik az állat ellenállóképességét.

Kanadában végzett vizsgálatok során azt kutatták, hogy a városi környezetben, rádió-, TV-, lokátoradók közelében milyen térerősségek alakulhatnak ki véletlenszerűen. A mérések szerint adók közelében lévő magas épületek környezetében 32 V/m, egy repülőterétől 2 mérföldre 45 V/m, végül leszállópályák útvonalában — a repülőgépek készülékeinek hatására — 50 V/m-nél nagyobb térerősség is kialakulhat. (Electronics Weekly, 1976. március 10. [197]).

Egy NSZK-beli cég olyan érintés nélküli távhőmérőt hozott forgalomba, amely az infravörös sugárzás felhasználásával nehezen hozzáférhető szerkezetek, pl. nagyfeszültségű távvezetékek vagy magasban elhelyezett csővezetékek helyi melegedését méri és ezáltal felkutatja a hibás helyeket. A hőmérőt puskaszerűen a vállhoz szorítva, vagy pedig egy állványra erősítve egy fonalkeresztes távcsővön keresztül lehet a mérendő helyet megcélózni. 12 m távolságból a mért felület csupán egy 40 mm átmérőjű kör. Max. 90 m távolságból lehet vele hőfokot mérni. A napfény, mesterséges fény, vagy gőz nem befolyásolja a mérés eredményét. (Energie, 1976. 28. k. 6. sz. [198]).

(Folytatás a 312. oldalon)

Az ellátottság számítógépes meghatározása TV, illetve URH-FM adóknál

ETO 621.396.74:654.19.021:65.011.44

A műsorszórási adók elhelyezése előtt fontos feladat megbecsülni a várható eredményt, a várható ellátottságot. A beruházások nagy költségigénye feltétlenül megköveteli a lehető legpontosabb becslést az ellátottságra vonatkozóan. Az előrebecsült eredmények korrigálása és a felépített rendszerek (ellenőrző) méréseinek helyes és pontos kiértékelése szintén fontos feladat.

Pontos eredményt tetemes számítással tudunk csak elérni. Ugyanakkor nagy mennyiségű adatot kell kezelni. Ezt a kettős problémát a jelenlegi technikai szinten már meg tudjuk oldani, mégpedig viszonylag olcsón (a beruházás összegéhez viszonyítva) és gyorsan a számítógép segítségével.

Az alkalmazott módszer rövid leírása

A cikk által tárgyalt számítási módszer csak az alkalmazott matematikai modellt tartalmazza, a számítási algoritmus részletes leírásával; mellőzve a részletes folyamatábrákat, miután azok már függenek az alkalmazott számítógéptől és programnyelvtől is és ezt a leírás terjedelme sem engedi meg.

A módszer elméleti alapjait [1] és [2] tartalmazza és a számítások ennek megfelelően kerülnek végrehajtásra. A számítások során az adó körül igen sok pontban meghatározzuk az ellátottsági valószínűség [1] értékeit és ezek ismeretében a rendszerre vonatkozó, a hatékonyságot leíró mérőszámokat is [2]. A pontonkénti számításokhoz az adó körüli terepet egy megfelelő osztású négyzetrácsalával felosztjuk (1. ábra). Minden A_i területű négyzeten belül, 16–25 pontra kiszámítjuk a hasznos jel értéket és az egész négyzetre vonatkozóan a zavaró jel teljes értékét; majd a kettő alapján az ellátottsági valószínűséget.

Az ellátottsági valószínűségek ismeretében, megrajzolható az ellátottsági térkép, amely egyértelműen kimutatja a jó, gyenge vagy rossz minőségű vétellel

rendelkező területeket; továbbá az ellenőrző mérések helyére és számára vonatkozóan kapunk tájékoztatást.

Az adatbázis

A számítások elvégzéséhez nagy tömegű adatot (terepadatok, terjedési adatok stb.) kell a számítógép számára elérhető formában tárolni.

A hullámterjedési adatokon, adóparamétereken kívül, az adatbázis szükséges adatainak többsége az alábbi elemekből áll:

- terepadatok,
- népsűrűségi adatok,
- zajadatok,
- földjellemzők,
- egyéb adatok.

Az adatfelvételt minden egyes A_{ij} területre el kell végezni. A rácsosztás csökkentésével a pontosság növelhető. VHF/UHF tartományban, műsorszórási rendszereknél az 500–1000 m-es rácsosztás elegendőnek tűnik, attól függően, hogy milyen típusú terepről van szó.

További, más jellegű szempontokat is figyelembe véve, a Magyar Posta hozott létre ilyen jellegű adatbázist, melynek legkisebb rácsosztása 100 m.

A továbbiakban feltételezzük, hogy minden egyes A_{ij} elemre vonatkozóan rendelkezésünkre állnak annak

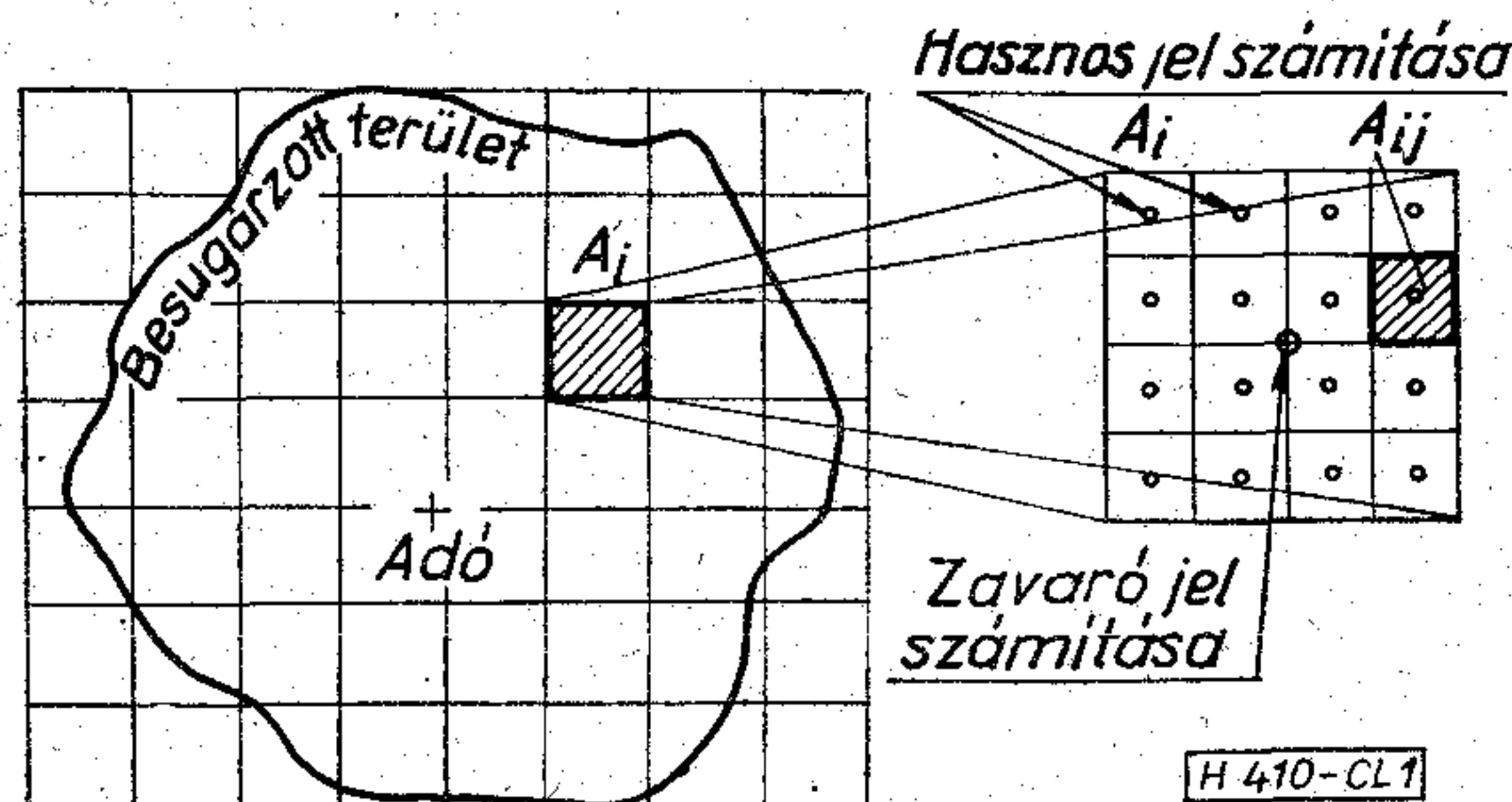
- terepadatai (helykoordinátái sík vagy gömbi koordináta-rendszerben, illetve magasságadata),
- népsűrűségi adata.

1. Az alkalmazott elhanyagolások

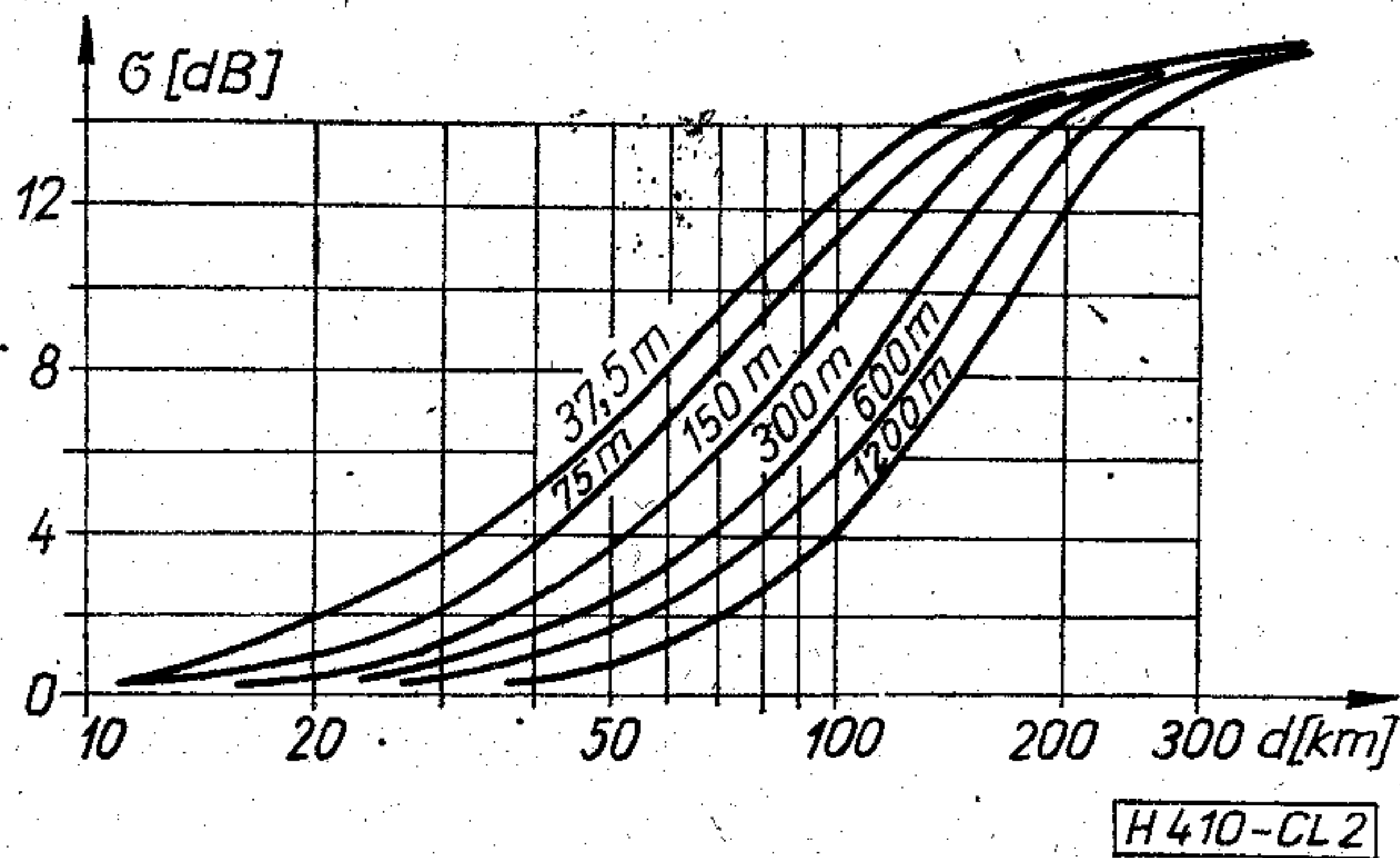
A számítások során több egyszerűsítést kell tenni, mégpedig:

- mivel a hasznos jel időbeli változásának szórását számítani nem tudjuk, közelítésként a CCIR hullámterjedési görbéit használjuk fel [3], melyek alapján, az effektív antennamagasság ismeretében, a szórás értékét becsülhetjük (2. ábra az I–II–III. sávra vonatkozóan).
- a zavaró, idegen adó jelének számításakor a terepmetszet figyelembevételétől el kell tekinteni, mivel azt nem ismerjük (a zavaró adók általában országhatáron kívül vannak) és a gépi időt jelentősen növelné,
- a zavaró adók jelének terep szerinti szóródását a hasznos jelével azonosnak vesszük, illetve azok segítségével számítjuk.

Beérkezett: 1975. VIII. 16.



1. ábra



2. ábra

Természetesen a fenti, fontosabb egyszerűsítések mellett, a számítások során még más elhanyagolásokat is figyelembe kell vennünk.

2. Az ellátottsági valószínűség meghatározása

Az ellátottság viszonylag pontos becsléséhez igen sok pontban kell meghatározni a jelteljesítményeket. A számítógép igénybevétele lehetőséget nyújt arra, hogy a hasznos jelteljesítményt pont-pont közötti számítással határozzuk meg, amely az elérhető pontosságot nagymértékben növeli.

Az ellátottsági valószínűség meghatározása az alábbi lépésekre osztható:

- hasznos jel számítása (pont-pont közötti számítással),
- zavaró jel(ek) számítása (CCIR terjedési görbék alapján),
- az ellátottsági valószínűség meghatározása.

Egy A_i felületelemre vonatkozóan, a számítás algoritmus a 3. ábrán látható.

2.1. A hasznos jel számítása

Miután a hasznos jel értékét pont-pont közötti számítással határozzuk meg, ehhez elengedhetetlenül szükséges az adó és vevőpont közötti terep alakulása. Ezért először a terepmetszet előállítását vizsgáljuk meg.

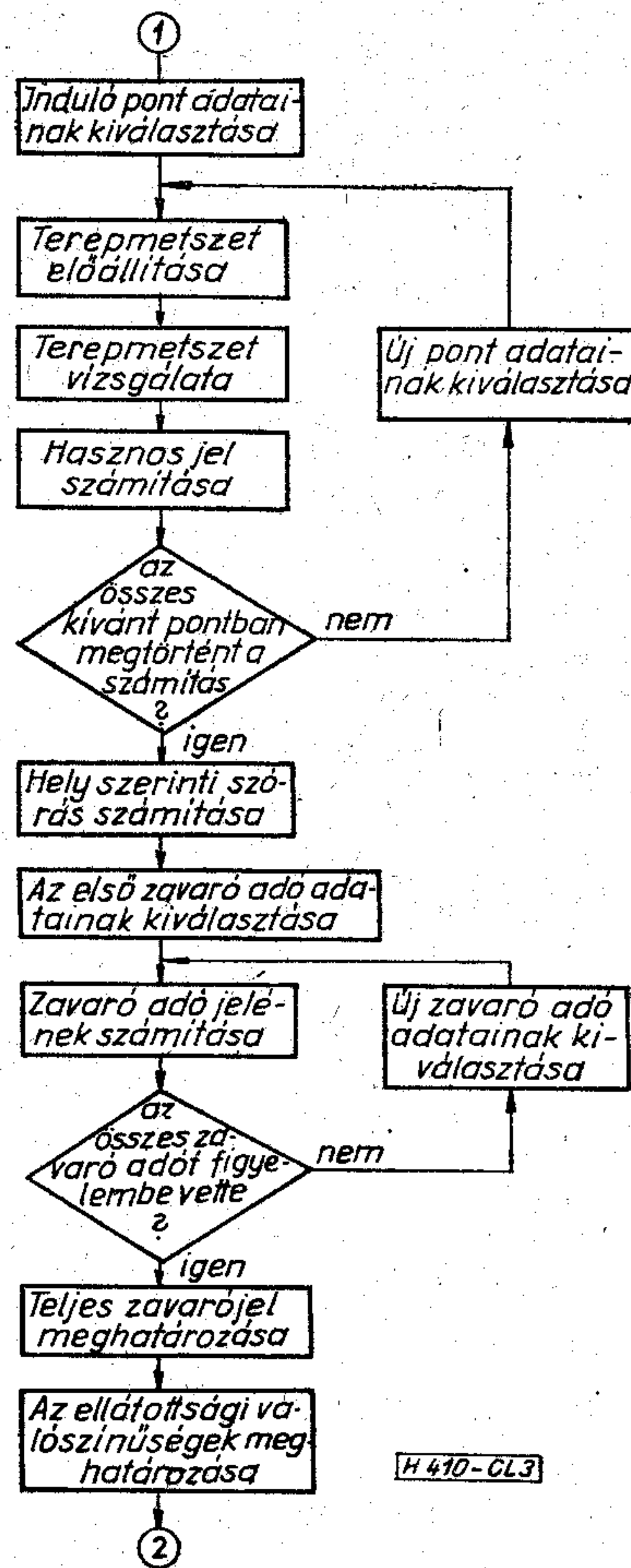
2.1.1. A terepmetszet előállítása

A terepmetszet kialakítása a tárolt hely- és magasság-koordinátákból történik az adó és vevőpont között, a távolság függvényében. A terepmetszet számított pontjainak sűrűségét úgy célszerű megválasztani, hogy ha a metszet valamelyik tengelyel párhuzamosan halad is, rácsoztként legalább két számított pontot kapjunk. Így

$$\Delta d \cong \frac{a\sqrt{2}}{4} \quad (1)$$

megfelelő, ahol a a helykoordináták lépésköze, a rácsoztkés nagysága (100–1000 m), Δd a terepmetszet lépésköze.

Az előállított terepmetszet végig egyenlő lépésközű és a metszet pontjainak magasságát az irányvonal mentén fekvő magasságadatokból kapjuk, lineáris interpolálással (4. ábra).



3. ábra

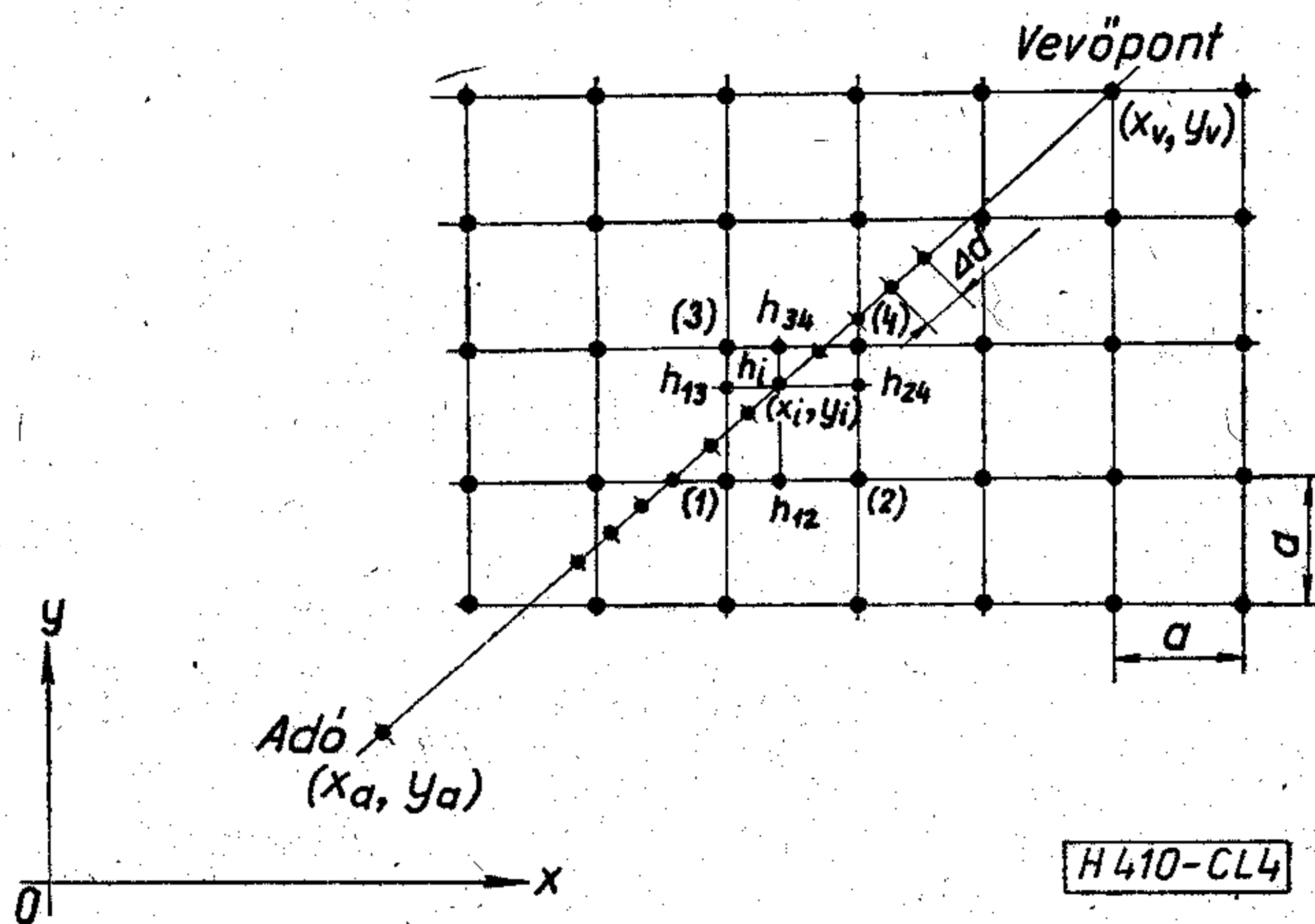
A számítások során a vevőpontot célszerű úgy venni, hogy az mindig valamelyik rácspontba (amelyre vonatkoztatjuk az adatbázis adatait) kerüljön. Így egy interpolációs számítási eljárással kevesebbet kell elvégezni.

A 4. ábra jelöléseivel az alkalmazandó lépésköz:

$$\Delta d = \frac{d}{n+1}, \quad (2)$$

ahol

$$d = \sqrt{(x_v - x_a)^2 + (y_v - y_a)^2} \quad (3)$$



4. ábra

az adó és vevőpont távolsága és

$$n = \left[\frac{4d}{a\sqrt{2}} \right]. \quad (4)$$

Ekkor az interpolált magasságértékek az i -edik pont körül, amely az adótól $d_i = i\Delta d$ távolságra van

$$\left. \begin{aligned} h_{12} &= h_1 + \delta_1(h_2 - h_1) \\ h_{34} &= h_3 + \delta_1(h_4 - h_3) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} h_{13} &= h_1 + \delta_2(h_3 - h_1) \\ h_{24} &= h_2 + \delta_2(h_4 - h_2) \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

ahol

$$\delta_1 = \frac{x_i}{a} - \left[\frac{x_i}{a} \right] \quad (7)$$

$$\delta_2 = \frac{y_i}{a} - \left[\frac{y_i}{a} \right]. \quad (8)$$

Így h_i -re két közelítést kapunk

$$h_{ix} = h_{13} + \delta_1(h_{24} - h_{13}) \quad (9)$$

$$h_{iy} = h_{12} + \delta_2(h_{34} - h_{12}), \quad (10)$$

amelyek számtani átlaga lesz h_i értéke, azaz

$$h_i = \frac{h_{ix} + h_{iy}}{2}. \quad (11)$$

Az így kapott

$$h = (h_0, h_1, \dots, h_i, \dots, h_{n+1}) \quad (12)$$

magasságérték-sorozat adja a terepmetszetet.

2.1.2. A terepmetszet korrekciója és simítása

A fent kapott terepmetszet azonban még nem veszi figyelembe a légkörnek a hullámterjedésre gyakorolt hatását, amelyet a megnövelt földsugárral tehetünk meg. Ennek érdekében a (12) alatti terepmetszet az 5. ábra alapján korrigáljuk.

A föld görbületét parabolával közelítve, az y_i lehajlást a következőképp számolhatjuk [4]:

$$y = \frac{x_{[km]}^2}{17} \quad [m]. \quad (13)$$

Ekkor

$$h'_i = h_i + \frac{d_i(d - d_i)}{17} \quad [m] \quad (14)$$

lesz, ahol h'_i az i -edik pont új értéke.

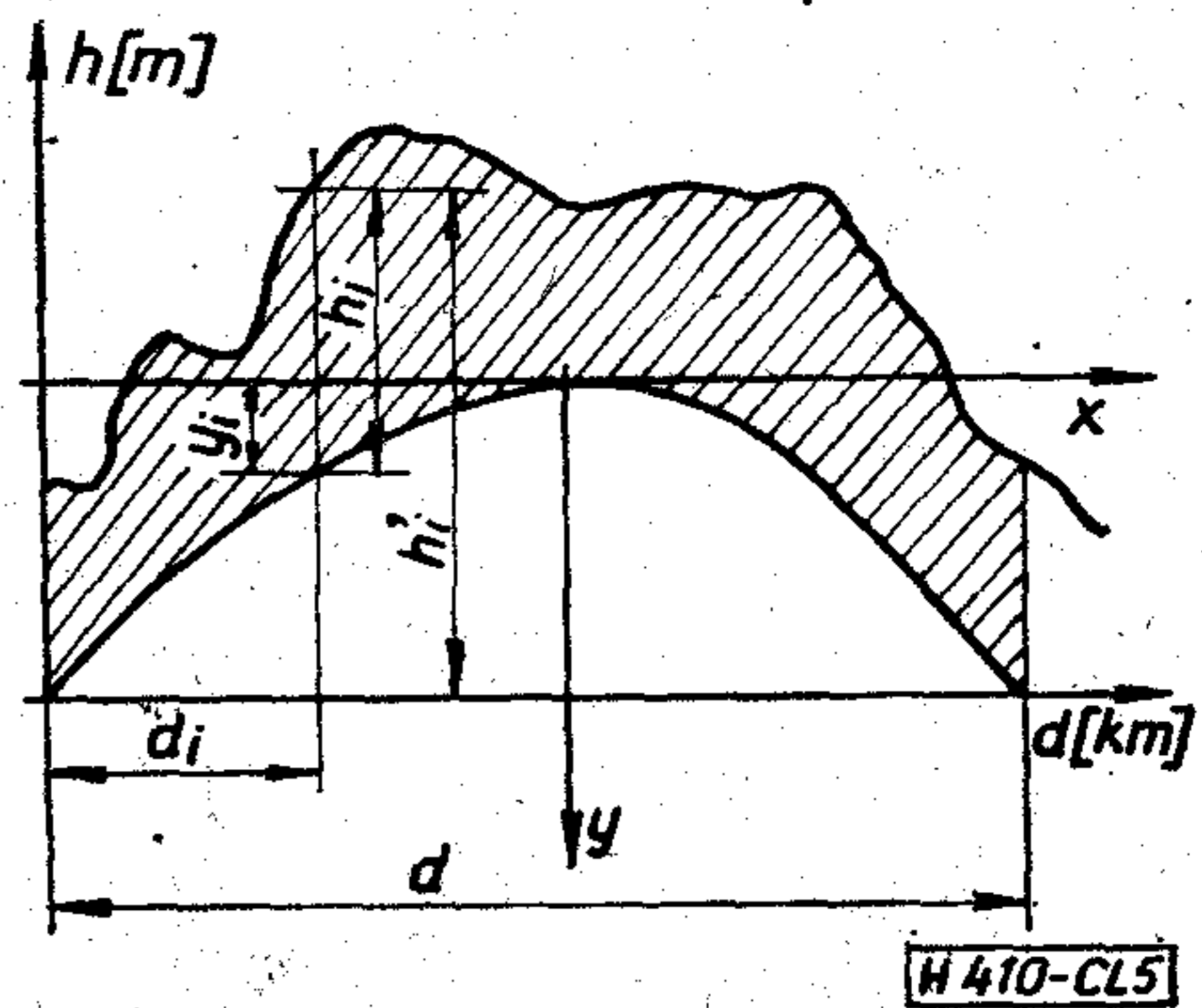
A gyakorlatban az így kapott terepmetszet azonban még nem használható, mert a terep minden alakulását hűen követi és így a hasznos jel számítása túl bonyolulttá válhat. Ezt elkerülendő a terepmetszetet simítjuk, mégpedig az alábbiak szerint:

$$h_i = \frac{h_{i-1} + h'_i + h'_{i+1}}{3} \quad 1 \leq i \leq n \quad (15)$$

és

$$\left. \begin{aligned} h_0 &= h'_0 \\ h_{n+1} &= h'_{n+1} \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

ahol h'_i a (14) szerint számított érték. A továbbiakban terepmetszet alatt a (15), (16) által leírt metszetet értjük.



5. ábra

2.1.2. A hasznos jel középértékének és szórásának számítása

A hasznos jel pont-pont közötti számítása három részre osztható

- a terepmetszet vizsgálata,
- a hasznos jel középértékének meghatározása,
- a hasznos jel szórásának meghatározása.

A jelteljesítmény számítására alkalmazott eljárás az [5] által javasolt algoritmusra épül; a feladat által megkövetelt módosításokkal. Ez a számítási folyamatára látható a 6. ábrán.

A számításokhoz a vevőantennát veszteségmentesnek tekintjük és a műsorszóró rendszert a 7. ábrának megfelelő felépítésben vizsgáljuk.

A 7. ábrán a vevőoldalon elhagytuk az antenna-áramkört jelképező téglalapot és mindkét oldalon elhagytuk az antennakábeleket, illetve az adó- és vevőkészülékeket jelképező téglalapokat.

Az alkalmazott jelölésekkel az átviteli veszteség [6, 7]:

$$L = L_b + L_{tp} + L_{rp} \quad [\text{dB}], \quad (17)$$

ahol

$$L_b = L_{tl} + A_0 + L_{rt} = A_0 \quad [\text{dB}] \quad (18)$$

az átviteli alapveszteség;

$$L_{tp} = -G_{tp} \quad [\text{dB}] \quad (19)$$

$$L_{rp} = -G_{rp} \quad [\text{dB}]$$

az adó-, illetve vevőantenna nyereségek;

$$A_0 = A_1 + A_2 \quad [\text{dB}] \quad (20)$$

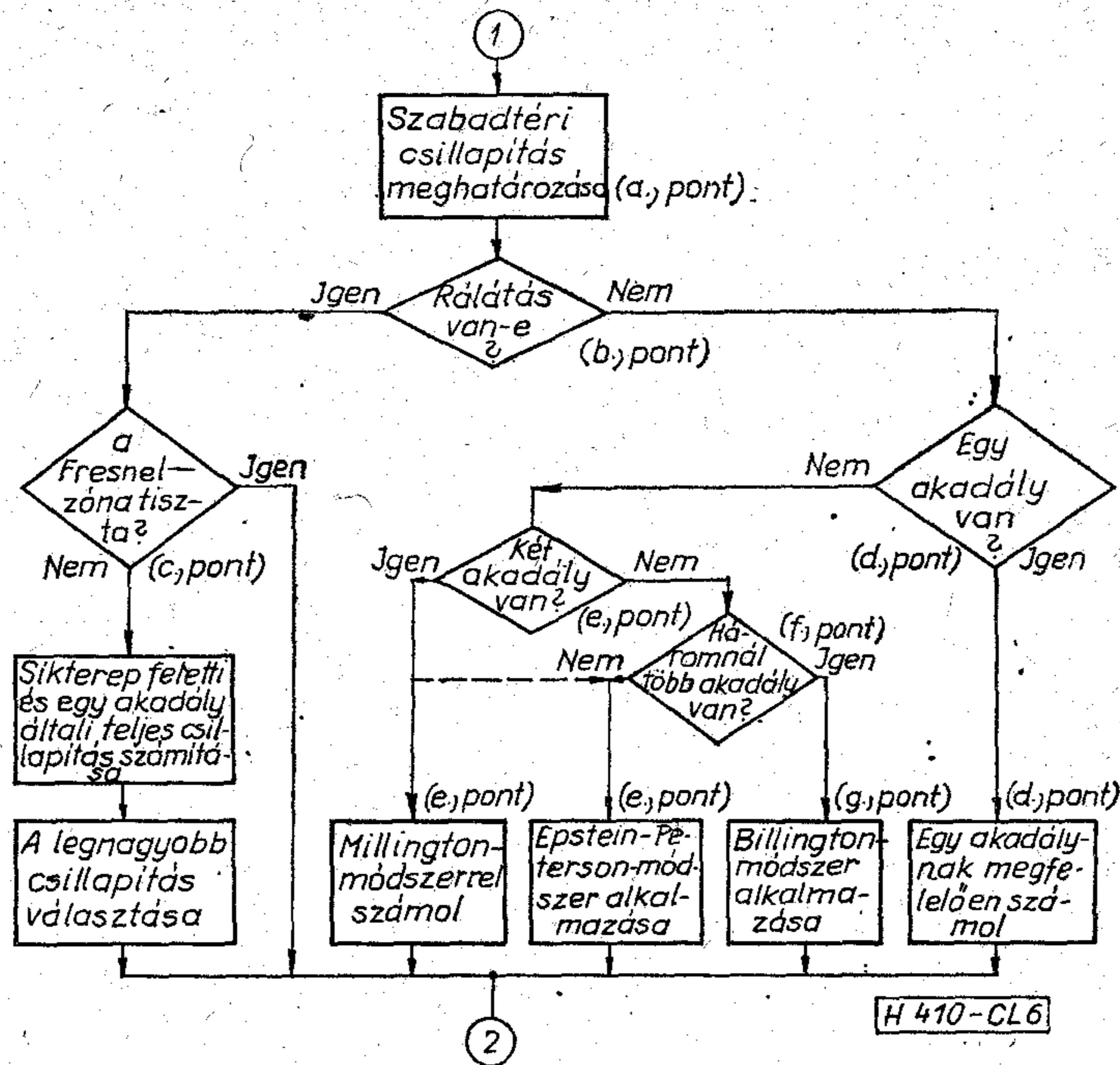
a terjedési út által okozott csillapítás, amely az A_1 szabadtéri csillapításból és az A_2 terjedési útvonalból adódó csillapításból áll.

A P_r középértékek számításához minden esetben ismerni kell az A_0 csillapítás értékét, amelyet a következőkben a 6. ábra minden egyes esetére vonatkozóan meghatározunk.

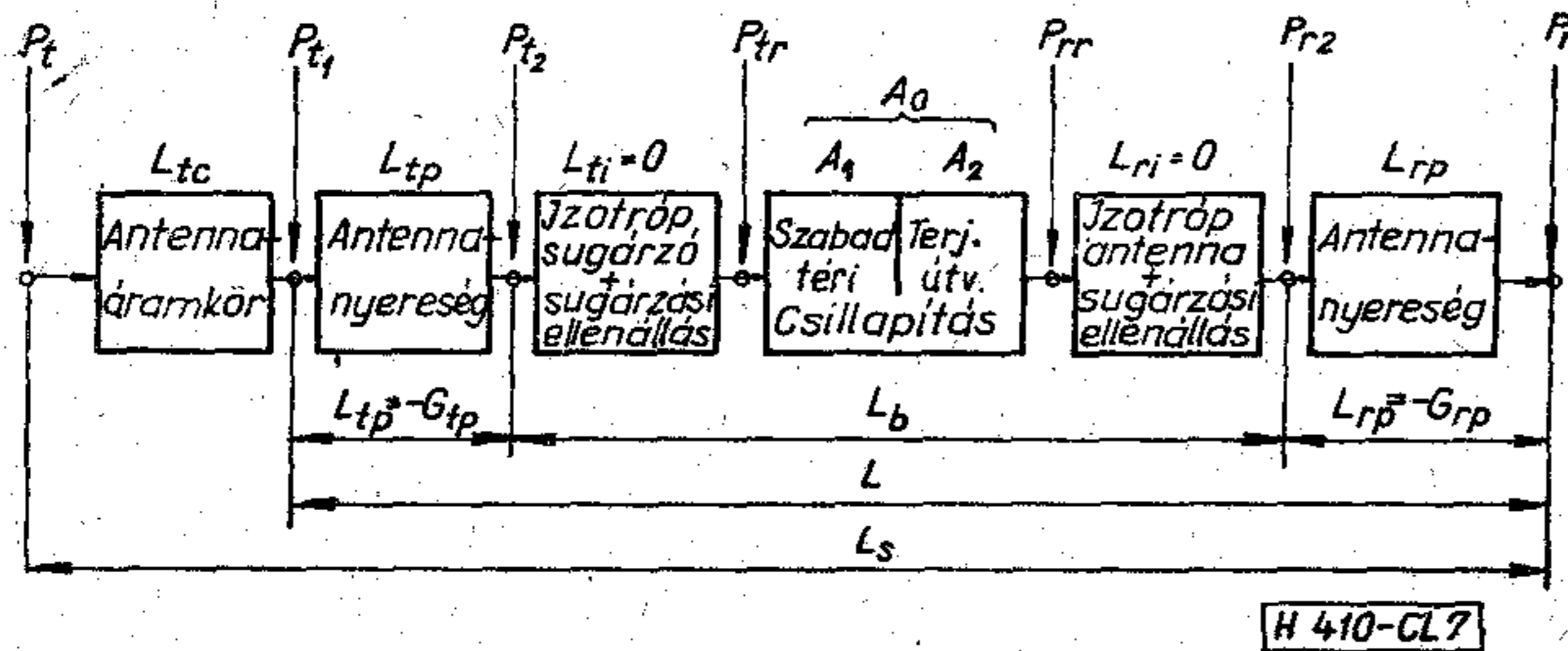
a) Szabadtéri csillapítás

A szabadtéri csillapítás minden esetben részét képezi a teljes csillapításnak és ehhez kell hozzáadni a terep által okozott csillapítást. Ennek értéke az ismert kifejezés [4, 8] alapján:

$$A_1 = 32,45 + 20 \log f_{\text{MHz}} + 20 \log d_{\text{km}} \quad [\text{dB}]. \quad (21)$$



6. ábra



7. ábra

b) Rálátás vizsgálata

A számítógép a terepmetszet alapján, a terepmetszet és az adó- és a vevőantennát összekötő egyenes közötti különbségeket képezi és vizsgálja ezek előjelét (8. ábra).

Az ábra jelölésével a különbség értéke:

$$H_i = \frac{(H_0 - H_{n+1}) + (h_0 - h_{n+1})}{d} d_i - (H_0 + h_0) + h_i \quad [m]$$

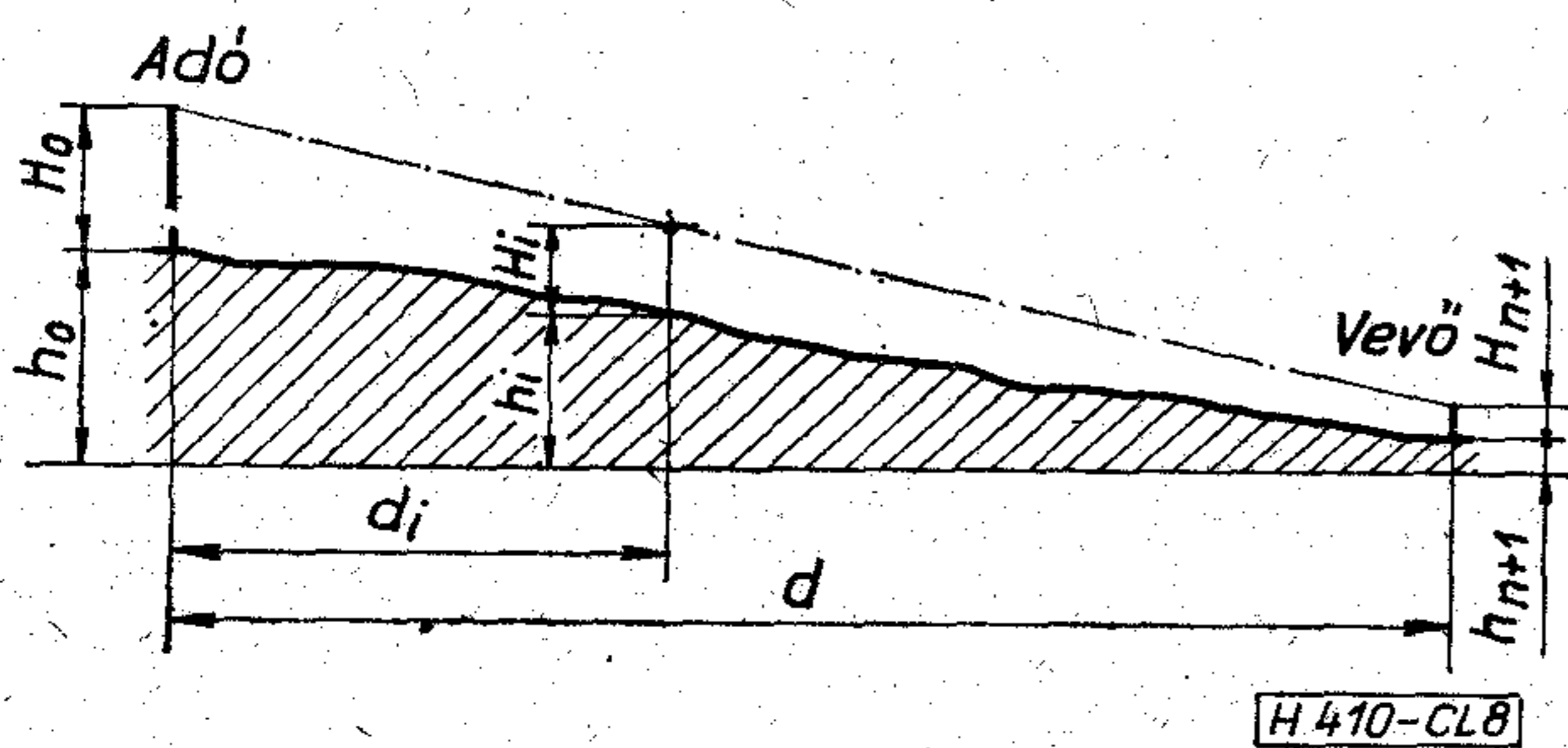
és

$$1 \leq i \leq n. \quad (22)$$

Ha

$$H_i < 0 \quad 1 \leq i \leq n, \quad (23)$$

azaz a különbségek negatívok, akkor rálátásos a terep.



8. ábra

c) Rálátásos terjedési eset

Abban az esetben, ha a terjedés rálátásos, meg kell vizsgálni, hogy van-e az első (esetleg második) Fresnel-zónán belül terepakadály. Amennyiben a terep nem esik bele az első Fresnel-zónába, akkor szabadtéri terjedéssel számolhatunk.

A H_i különbségek birtokában képezve a Fresnel-integrál [8, 9] integrálási határát,

$$v_i = H_i \sqrt{\frac{2d}{\lambda d_i (d - d_i)}} \quad 1 \leq i \leq n, \quad (24)$$

ahol λ a hullámhossz, akkor szabadtéri terjedéssel abban az esetben számolhatunk, ha

$$v_i < -0,8 \text{ minden } i\text{-re.} \quad (25)$$

Amennyiben ez valamely i -nél nem áll fenn, akkor síkterepi, illetve egy akadály esetének megfelelően számolva, a nagyobb csillapítást választjuk, azaz

$$A_0 = \max \{A'_0, A''_0, A'''_0\}, \quad (26)$$

ahol

$$A'_0 = A_1 \quad (27)$$

a szabadtéri csillapítás (21) szerint;

$$A''_0 = 40 \log d_{km} - 20 \log (H_0 H_{n+1}) + 120,1 \quad [dB] \quad (28)$$

a sík terep feletti teljes csillapítás, ahol H_0, H_{n+1} az adó-, illetve vevőantenna magassága m-ben;

$$A'''_0 = A_1 + A_2, \quad (29)$$

amelyben A_1 a (21) szerinti csillapítás és

$$A_2 = -20 \log \left| \frac{(1+j)}{2} \int_{v_0}^{\infty} \exp \left(-j \frac{\pi}{2} v^2 \right) dv \right| \quad [dB], \quad (30)$$

ahol

$$v_0 = \max \{v_i\} \quad 1 \leq i \leq n \quad (31)$$

a késélakadály által okozott csillapítás [8].

d) Egy késél-akadály esete

Ha a terjedés nem rálátásos, azaz (23) nem teljesül, tehát

$$H_i \geq 0 \text{ valamely } i\text{-re,} \quad (32)$$

akkor meg kell vizsgálni, hogy milyen az akadály jellege. Ez a 9. ábra jelöléseivel a következőképp történik.

A számítógép az adótól, illetve a vevőtől kiindulva, vizsgálja a tereppontok szögmagasságát az átlátási vonal felett és megállapítja a maximumot okozó tereppont helyét, azaz keressük

$$\max \{m_i^\alpha\} \quad 1 \leq i \leq n \quad \text{és} \quad m_i^\alpha \geq m_{av}, \quad (33)$$

illetve

$$\min \{m_k^\beta\} \quad 1 \leq k \leq n \quad \text{és} \quad m_k^\beta < m_{av} \quad (34)$$

értékeket, illetve a hozzájuk tartozó $d_{i\alpha}$ és $d_{k\beta}$ távolságokat, ahol

$$m_i^\alpha = \frac{h_i - (H_0 + h_0)}{d_i} \quad (35)$$

az adótól kiinduló és az i -edik ponthoz (d_i távolsághoz) tartozó tereppontot összekötő egyenes meredeksége,

$$m_k^\beta = \frac{(H_{n+1} + h_{n+1}) - h_k}{d - d_k} \quad (36)$$

a k -adik pontot és a vevőt összekötő egyenes meredeksége és

$$m_{av} = \frac{(H_{n+1} - H_0) + (h_{n+1} - h_0)}{d} \quad (37)$$

az átlátási vonal meredeksége.

Ha

$$|d_{k\beta} - d_{i\alpha}| \leq 2\Delta d, \quad (38)$$

akkor az akadály egyetlen késélakadálynak fogjuk fel és az A_2 csillapítást (30) szerint számítjuk, ahol most v_0 vagy a $d_{k\beta}$, vagy a $d_{i\alpha}$ távolsághoz tartozó érték (24) szerint számolva.

Ha az így kapott v_0 értékre igaz az, hogy

$$v_0 > 2, \quad (39)$$

akkor az A_2 csillapítás közelítő értéke [5] alapján

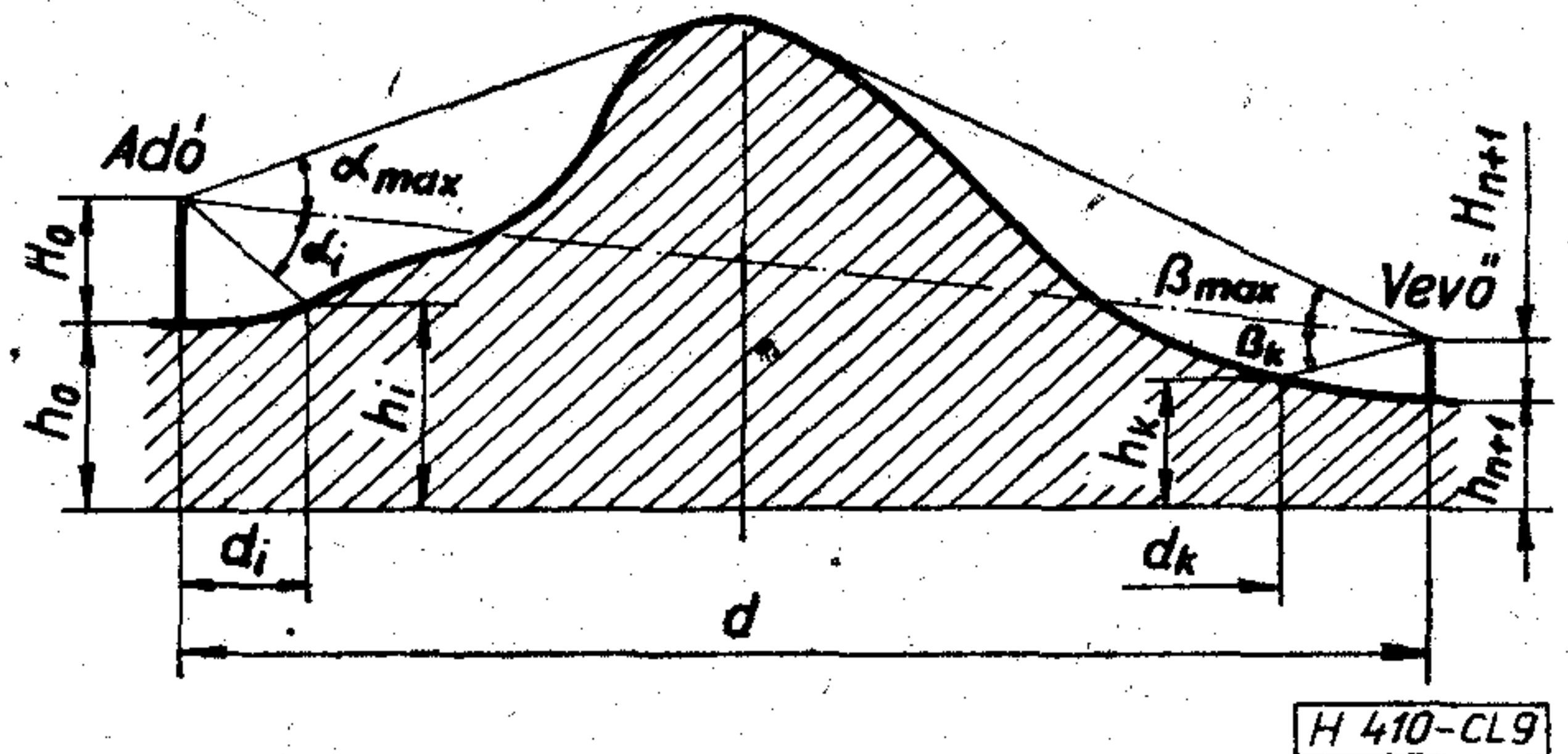
$$A_2 = 20 \log v_0 + 12,94 \text{ [dB]} \quad (40)$$

és a teljes csillapítást (20) szerint kapjuk meg.

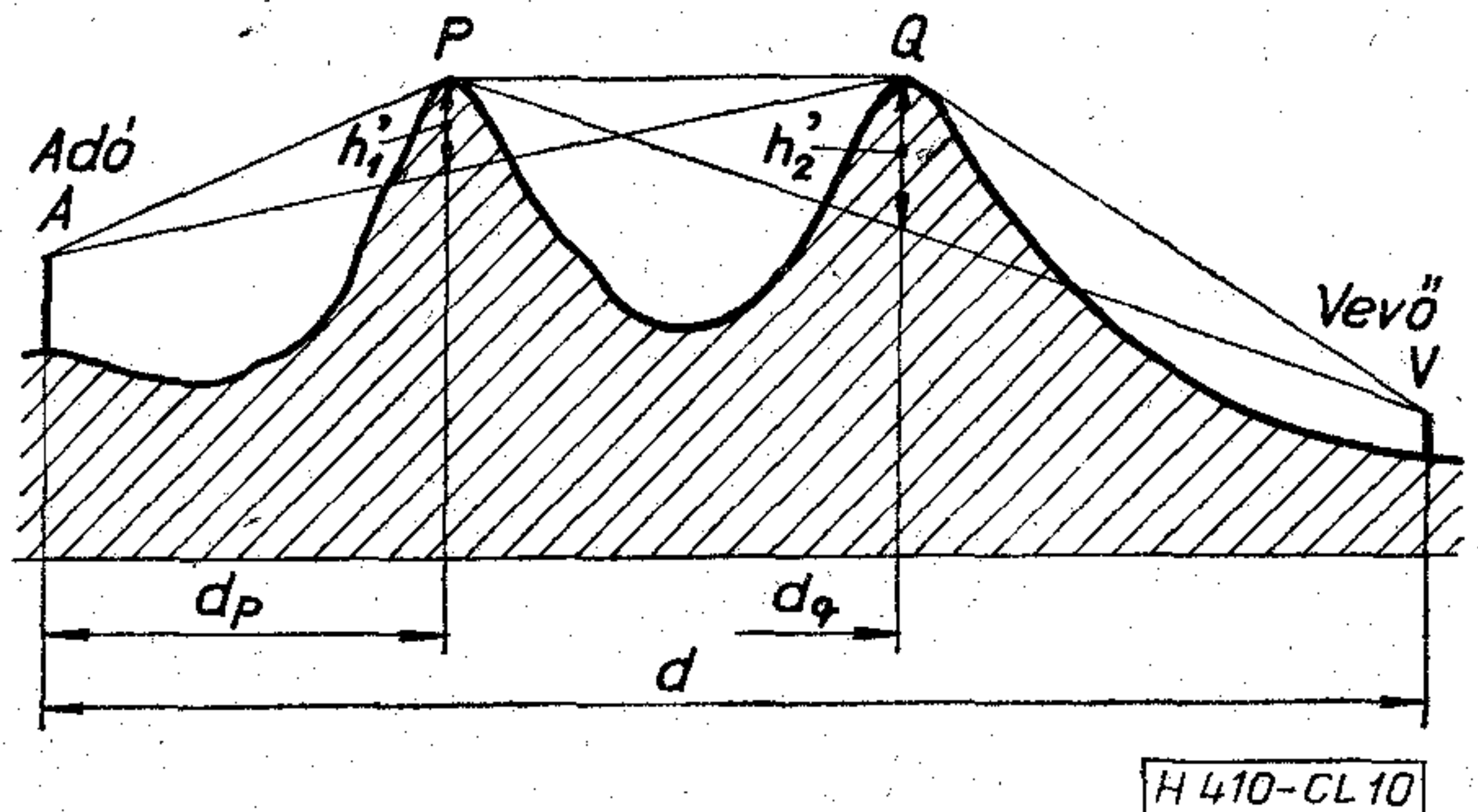
e) Két akadály esete

Amennyiben (38) nem teljesül, akkor nem egy akadály van és ezért további vizsgálatokat kell végezni.

A szögmaximumok helyéről kiindulva, a gép vizsgálatot végez a b) pontban leírt módon az átlátásra vonatkozóan. Ha a két pont között átlátás van,



9. ábra



10. ábra

akkor két akadálynak megfelelően számol, mégpedig nagyobb pontossági igények esetén a Millington által javasolt módszerrel [10, 11], amely két késélakadály esetére a Fresnel-integrálhoz, hasonló, de kettős integrállal és sorfejtéssel meghatározható összefüggést ad; kisebb pontossági igények esetén, amely a gépi számítást nagymértékben gyorsítja, az Epstein — Peterson által javasolt módszerrel [12].

Az Epstein és Peterson által alkalmazott számítás lényege az, hogy a feladatot visszavezeti az egy akadály esetére, külön-külön kiszámítva az egyes csúcsok által okozott csillapításokat, majd összeadva őket.

A 10. ábrának megfelelően legyen az AQ pontok közötti csillapítás h_1' akadálymagasság esetén A_{2AQ} ; a PV pontok közötti csillapítás h_2' akadálymagasság esetén A_{2PV} . Mindkét csillapítást a már tárgyalt egy akadály esetének megfelelő módszerrel (e) pont) számolhatjuk, első esetben zérus vevőantenna, második esetben zérus adóantenna-magassággal. Így

$$A_2 = A_{2AQ} + A_{2PV}. \quad (41)$$

A Millington által végzett összehasonlító számítások [10] azt mutatják, hogy a két módszer közötti eltérés a gyakorlati esetek többségében elhanyagolható mértékű. Ugyanott megfelelő korrekciós táblázat található a hiba mérséklésére.

A fentiek figyelembevételével, a gépi idő csökkentésének érdekében, célszerűbb Epstein és Peterson módszerét alkalmazni.

f) Három akadály esete

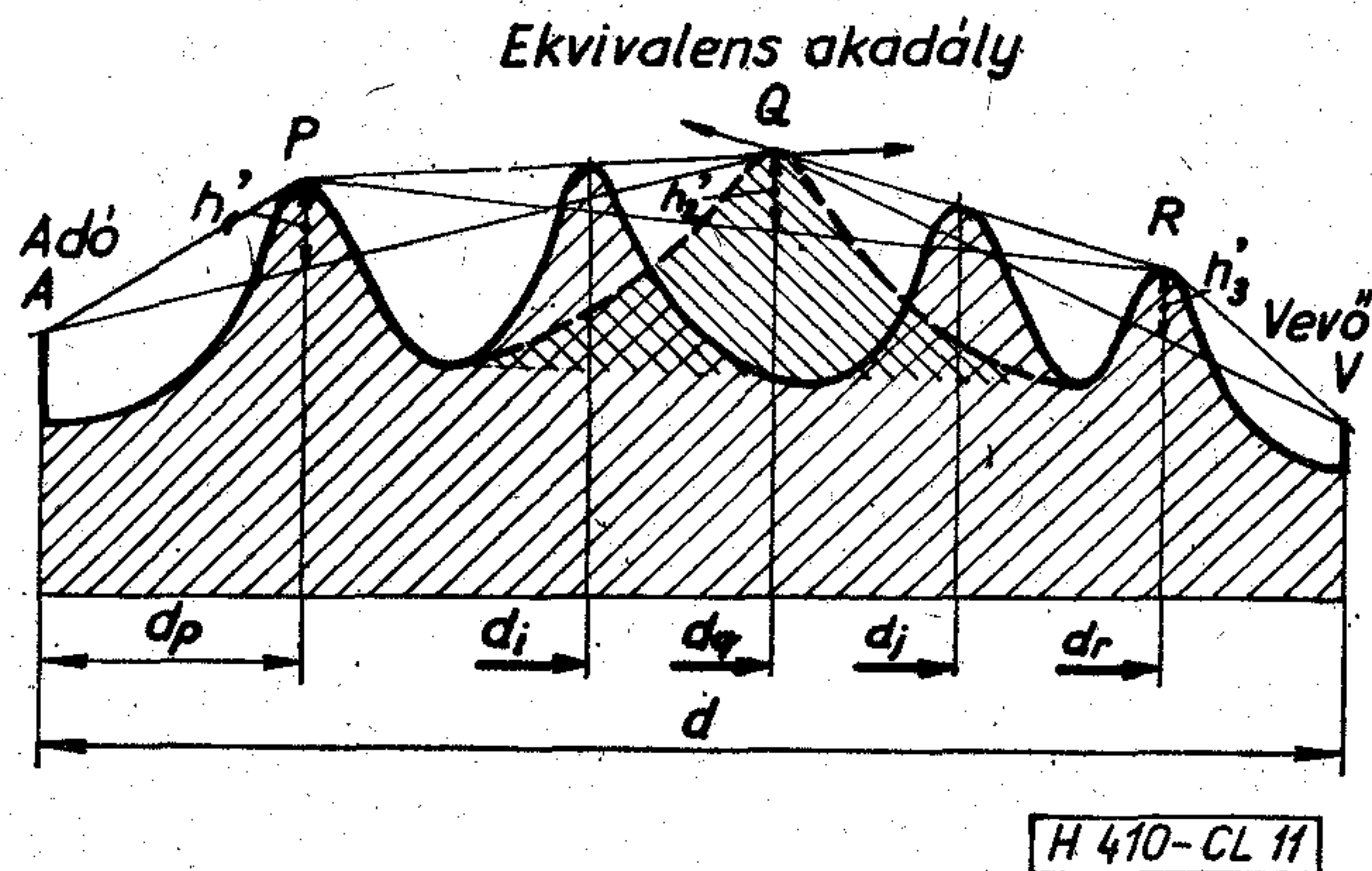
Ha a terepmetszet vizsgálatakor sem (23), sem (38) nem teljesül és a szögmaximumok helyéről kiinduló b) pont szerinti vizsgálat akadályt talál, akkor a d) pontban leírt vizsgálattal eldönthető, hogy egy vagy több közbülső akadály van-e.

Amennyiben egy közbülső akadály van, akkor az előző, e) pontban tárgyalt Epstein–Peterson módszerrel számítható a csillapítás.

g) Háromnál több akadály esete

Ha az f) pont szerinti vizsgálatnál megállapítást nyer, hogy háromnál több akadály van, akkor a Bullington által javasolt ekvivalens akadályképzéssel, a számítást visszavezethetjük három akadály esetére (11. ábra).

Bár háromnál több akadály esetére is dolgoztak ki közelítő számításokat [4, 8], az egyszerűsítés miatt célszerűbb ekvivalens adakálllyal számolni.



11. ábra

h) A hasznos jelteljesítmény középértékének és szórásának meghatározása

Az előbbi pontokban tárgyalt módszerekkel meghatározva az $A_0 = A_1 + A_2$ csillapítást, kiszámítható a hasznos jelteljesítmény középértéke és szórása. A 7. ábra jelöléseivel, mivel

$$L_{ii} = L_{ri} = 0$$

így

$$\left. \begin{aligned} P_{i2} &= P_{tr} \\ P_{r2} &= P_{rr} \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

Mivel az adók esetében a' kisugárzott effektív teljesítmény, P_{tr} , vagy másképpen jelölve P_{ERP} , ismert, így a veszteségmentes vevőantenna kimenetén a hasznos jelteljesítmény:

$$P_r = P_{tr} - A_0 - L_{rp} = P_{tr} - A_1 - A_2 + G_{rp} \text{ [dB]}, \quad (43)$$

illetve

$$p_r = 10^{(P_r/10)} \text{ [W]}. \quad (44)$$

A hasznos jel vevőpontbeli térerőssége is felírható (43) alapján [6], amennyiben ez szükséges:

$$E = P_r - G_{rp} + 20 \log f_{\text{MHz}} + 107,21 \text{ [dB]}. \quad (45)$$

A (43) által meghatározott érték a jel középértéke. Az ellátottsági valószínűség meghatározásához azonban ismerni kell a szórás értékét is. Mivel a jelteljesítmény idő szerinti változásai log-normális eloszlással írhatók le [14, 15], e két paraméter ismerete elegendő. A szórás értékét, az 1. pontban leírtaknak megfelelően, a CCIR terjedési görbéiből előállított diagramokból (2. ábra) határozhatjuk meg.

Tehát ismert a hasznos jelteljesítmény

$$m_h = P_r \quad (46)$$

középértéke (43) alapján, és σ_{hT} szórása a 2. ábra, vagy a IV–V. sávra megszerkesztett hasonló ábra alapján.

2.2. A zavaró jelek számítása

Az ellátottsági valószínűség meghatározásához szükséges a zavaró jelek értékének meghatározása is. Ez tulajdonképpen két részből áll:

- a természetes és ipari zavarok meghatározása és a
- zavaró, idegen adók hatásának meghatározása.

A zavaró jelek függvényében megadható egy minimális hasznos jelteljesítmény-érték [1, 6] a veszteségmentes vevőantenna kimenetén, amely tökéletes minőségű vételt [1] biztosít. Ez az érték

$$p_0 = r/kTB + \sum_{i=1}^n r_i p_{ui} \text{ [W]}, \quad (47)$$

- ahol r a minimális jel-zaj viszony természetes és ipari zajok esetére,
 f a bemenetre redukált effektív zajszám [16, 6, 1],
 k a Boltzmann-állandó,
 T a hőmérséklet °K-ban,
 B a vevőkészülék sáv szélessége Hz-ben,
 p_{ui} az i -edik zavaró adó jelteljesítménye,
 r_i az i -edik zavaró adóra vonatkozó jel-interferencia viszony,
 n a figyelembe vett zavaró adók száma.

2.2.1. A természetes és ipari zavarok figyelembevétele

A (47)-es összefüggés első tagja zajtérkép segítségével határozható meg pontosan. Mivel ilyen zajtérkép a VHF/UHF sávra pillanatnyilag nem áll rendelkezésre, ezért erre a célra különböző szervezetek (CCIR, OIRT, FCC, TASO) sávonként és beépítettségi foktól függően a hasznos jel térerősségének értékére egy minimális értéket állapítottak meg [17, 18, 19].

A térerősség értékek alapján, (45) segítségével meghatározható a teljesítmény értékek táblázata is sávközépre vonatkozóan. Általában a CCIR ajánlásait vesszük figyelembe, melynek megfelelő, a CCIR Rec. 417–1 [17] alapján készült táblázat az alábbi:

Sáv	I.	II.	III.	IV.	V.
Szervezet	A teljesítmény [dB]				
CCIR	-91,7	-96,5	-95,9	-94,46	-92,8
OIRT	-91,7	-93,78	-95,9	-92,46	-90,8

Tehát (47) első tagját a (45)-ből kapott

$$P_{r \min} = E_{\min} + G_{rp} - 20 \log f_{\text{MHz}} - 107,21 \text{ [dB]}, \quad (48)$$

illetve

$$p_{r \min} = 10^{(P_{r \min}/10)} \text{ [W]} \quad (49)$$

kifejezéssel számíthatjuk, ahol E_{\min} értékét a CCIR Rec. 417–1 alapján vesszük.

2.2.2. Zavaró adók jelének meghatározása

Amint azt már a bevezetőben és az 1. pontban említettük, a zavaró adók jelét — minden A_i területre — a CCIR terjedési görbéi segítségével határozzuk meg.

Mivel a zavaró adó jelének helytől függő szóródását a hasznos jel számított értékeiből határozzuk meg, valamint a gépi idő csökkentése miatt is, értéket nagyobb, a hasznos adó jelére vonatkozó több (16—25) számítási pontot magába foglaló területre számítjuk ki. A számítási pontok sűrűségét azért sem érdemes növelni, mert maga a számítási módszer is pontatlan.

a) Minden fent értelmezett területre vonatkozóan, a terjedési görbékről a CCIR Rec. 317—1-ben ajánlott módszer szerint leolvasott térerősségértékekből (47), (48) kifejezések segítségével minden egyes zavaró adóra meghatározhatók a

$$p_{ui} \quad 1 \leq i \leq n \quad (50)$$

teljesítmény középértékek, majd [3] segítségével, a frekvenciák, üzemmódok ismeretében megadhatók hozzájuk

$$r_i \quad 1 \leq i \leq n \quad (51)$$

értékei, melyek alapján (47) második tagja előállítható.

A centrális határeloszlás tétele alapján ez az összeg közel log-normális eloszlású lesz. Ennek megfelelően szórásnégyzete alábbiak szerint számítható:

b) Az idő szerinti szórás az i -edik zavaró adóra vonatkozóan, a hullámterjedési görbék (50,50) és (50,1) %-os görbeseregei alapján, a következőképp adhatjuk meg:

$$\sigma_{Tzi} = \frac{F(50,1) - F(50,50)}{2,3265} \quad 1 \leq i \leq n. \quad (52)$$

Az eredő szórásnégyzet

$$\sigma_{Tz}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_{Tzi}^2. \quad (53)$$

c) A zavaró adók jelének terület szerinti szórását a hasznos jel értékeiből határozhatjuk meg. A korrigált hely szerinti szórásnégyzet az i -edik zavaró adóra

$$\sigma_{Lzi}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (P_{hj}^i - \bar{P}_h)^2}{m-1} \quad 1 \leq i \leq n, \quad (54)$$

ahol P_{hj}^i a hasznos adó teljesítménye dB-ben a j -edik számítási pontban, A_i -n belül,

$$\bar{P}_h = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m P_{hj}^i \quad [\text{dB}] \quad (55)$$

m a hasznos adó jeleinek várható értéke, az elemi A_i területdarabba eső, a hasznos adóra vonatkozó számítási pontok száma,

n a zavaró adók száma.

Az eredő szórásnégyzet így:

$$\sigma_{Lz}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_{Lzi}^2. \quad (56)$$

2.2.3. Az eredő zavaró jel középértéke és szórása

Az eredő jel középértékét (47), (49), (50), (51) alapján állíthatjuk elő, amelyből

$$P_0 = 10 \log p_0 \quad [\text{dB}], \quad (57)$$

amelynek szórásnégyzetei (53) és (56) által adottak.

2.3. Az ellátottság valószínűség számítása

Miután előrebecsléssel csak a jelteljesítményre kaphatunk értéket, ezért az ellátottsági valószínűség kifejezése [1]:

$$p \simeq P(\text{TMV}_1) = P(p_h > p_0) = P(p_h - p_0 > 0), \quad (58)$$

ahol p az ellátottsági valószínűség,
 TMV_1 a tökéletes minőségű vétel az első értelmezés szerint [1],

$p_h = p_r$ (44)-ből számítva a hasznos jel értéke,
 p_0 a TMV_1 -hez szükséges minimális jelteljesítmény, (47) szerint számolva.

A számítás lépései a következők lesznek:

a) Legyen a vizsgált terület egy felosztássorozata

$$\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\} \quad (59)$$

és minden A_i tartalmazzon 16 számítási pontot a hasznos adóra és egyet a zavaró jelre. A_i területe 0,25—4(—16) km² között mozoghat a lefedő rácshálózattól függően.

b) Kiszámítjuk a hasznos jel értékét a 2.1. pont alapján a 16 pontban, minden i -re, azaz

$$\{P_{h1}^i, P_{h2}^i, \dots, P_{h16}^i\} \quad \text{minden } i\text{-re.} \quad (60)$$

Meghatározzuk a CCIR görbék alapján az időszórás

$$\{\sigma_{hT1}^i, \sigma_{hT2}^i, \dots, \sigma_{hT16}^i\} \quad \text{minden } i\text{-re.} \quad (61)$$

c) Meghatározzuk minden A_i -re a hasznos jel helytől függő változásából — az 1. pont szerint — a zavaró jel helytől függő változásának szórását (54) segítségével, azaz

$$\sigma_{Lz}^i \quad \text{minden } i\text{-re} \quad (62)$$

értékét.

d) Meghatározzuk a zavaró jel értékét a 2.2. pont alapján, a minimális hasznos jelteljesítmény és a CCIR görbék segítségével, azaz

$$P_z^i \quad \text{minden } i\text{-re} \quad (63)$$

értékét, valamint az időszórás (53) alapján

$$\sigma_{zT}^i \quad \text{minden } i\text{-re.} \quad (64)$$

e) Ekkor meghatározhatók a különbségjelek sűrűségfüggvényei [1], illetve annak paraméterei, amelyek

$$h_j^i(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{hj}^i(x+z) g_{zT}^i(x) g_{Lz}^i(x) dx \quad (65)$$

$1 \leq j \leq 16$ és minden i -re

alakúak, ahol $f_{hj}^i(y)$ a hasznos jel sűrűségfüggvényei (60), (61) paraméterekkel, $g_{zT}^i(x) g_{Lz}^i(x)$ a zavaró jel együttes normális sűrűségfüggvénye az időtől és tereptől való függés leírására (63), (64) és (62) paraméterekkel.

Így az ellátottsági valószínűség értéke [1] az i -edik területelem j -edik pontjában

$$P_j^i(\text{TMV}_1) = \int_0^{\infty} h_j^i(z) dz \quad 1 \leq j \leq 16 \quad \text{és minden } i\text{-re.} \quad (66)$$

Tehát minden A_i területen belül 16 pontban meghatároztuk az ellátottsági valószínűség értékét.

3. A hatékonyság vizsgálata

Az ellátottsági valószínűség ismeretében, az adó, illetve a teljes műsorszóró rendszer hatékonyságára kaphatunk mérőszámokat [2].

A legfontosabb mérőszámok, melyek kiszámítását ismertetjük

- az ellátott terület,
- az ellátott lakosság,
- a hatékonyság mértéke.

3.1. Ellátott terület és lakosság

Az ellátott területet és lakosságot a definíció [2] szerint a következő összefüggésekkel számíthatjuk:

$$T = \int_A p(A) dA \quad (67)$$

és

$$R = \int_A p(A) \varrho(A) dA, \quad (68)$$

ahol T az ellátott terület, R az ellátott lakosság, $p(A)$ az ellátottsági valószínűség felszín szerinti függvénye, $\varrho(A)$ a népsűrűség felszín szerinti függvénye, A a vizsgált terület.

Az előző pontban tett megállapítás szerint, az (59) felosztás minden A_i területén 16 számítási pontot vettünk, azaz így 16 ellátottsági valószínűségértékét kaptunk. Minden ilyen számítási ponthoz egy elemi A_{ij} terület rendelhető, amelyre

$$A_i = \sum_{j=1}^{16} A_{ij} \quad \text{minden } i\text{-re,} \quad (69)$$

ahol

$$A_{ij} = \frac{A_i}{16} \quad (70)$$

Legyen a számított ellátottsági valószínűség értékek sorozata

$$\{p_{11}, p_{12}, \dots, p_{ij}, \dots, p_{16}\} \quad \text{minden } i\text{-re} \quad (71)$$

$$p_{ij} = P_j^i(\text{TMV}_1) \quad \begin{array}{l} \text{minden } i\text{-re} \quad \text{és} \\ \text{minden } j\text{-re} \end{array} \quad (72)$$

Jelölje hasonló módon az A_{ij} terület népsűrűségét ϱ_{ij} , azaz legyen adott

$$\{\varrho_{11}, \varrho_{12}, \dots, \varrho_{ij}, \dots, \varrho_{16}\} \quad \text{minden } i\text{-re} \quad (73)$$

Ekkor a fenti jelölésekkel (67) és (68) integrálközelítő

összegei

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{16} p_{ij} A_{ij}, \quad (74)$$

illetve

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{16} p_{ij} \varrho_{ij} A_{ij} \quad (75)$$

Figyelembe véve azt, hogy minden A_{ij} elemi területem azonos nagyságú és értéke

$$A_{ij} = \frac{A}{16n} \quad \text{minden } i\text{-re, } j\text{-re}$$

(74) és (75) a következő egyszerűbb formára alakítható át

$$T = \frac{A}{16n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{16} p_{ij} \quad (76)$$

$$R = \frac{A}{16n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{16} p_{ij} \varrho_{ij} \quad (77)$$

3.2. A hatékonyság mértéke

A hatékonyság mértéke az ellátottsági valószínűség és a népsűrűség ismeretében olyan mérőszámot ad, amely alkalmas különböző rendszerek összehasonlítására is.

[2] szerint a hatékonyság mértéke az alábbi módon számítható:

$$H_s = \int_0^1 \int_0^1 s(x, y) h(x, y) dx dy \quad x, y \in (0, 1] \quad (78)$$

ahol $h(x, y)$ az $X = \varrho/\varrho_M$ valószínűségi változó és az $Y = p$ valószínűségi változó együttes sűrűségfüggvénye, $s(x, y)$ súlyfüggvény, amely legegyszerűbb esetben

$$s(x, y) = \frac{x+y}{2} \quad \text{alakú} \quad (79)$$

$\varrho_M = \max_A \{\varrho\}$ a vizsgált terület (A) legnagyobb népsűrűségi értéke.

A hatékonyság mértékének számításakor a vizsgálatot a besugárzási határig [2] kellene végezni, de elegendően nagy A esetén, a keletkezett hiba elhanyagolható mértékű lesz.

A gépi számítás során egy kétdimenziós hisztogramot kell előállítani és kiszámítani a befedett térfogatot. Ehhez a következő lépésekben lehet eljutni:

a) Legyen az x és y tengelyek $(0, 1]$ intervallumának egy m egyenlő részre ($m = 50 - 100$ elegendő pontosságot biztosít) történő felosztássorozata

$$\left(0, \frac{1}{m}\right), \left[\frac{1}{m}, \frac{2}{m}\right), \left[\frac{2}{m}, \frac{3}{m}\right), \dots, \left[\frac{i-1}{m}, \frac{i}{m}\right), \dots, \left[\frac{m-1}{m}, 1\right), [1] \quad (80)$$

Rendeljük hozzá, sorra minden egyes intervallumhoz a $H_s = (h_{ij})$, $(m+1) \times (m+1)$ -es méretű mátrix megfelelő indexű sorát illetve oszlopát.

b) Legyen az ellátottsági valószínűség $\{p_{ij}\}$ sorozata és a népsűrűség $\{q_{ij}\}$ sorozata azonos módon rendezve és rendeljük hozzájuk az $\{I_k\}$, $\{J_k\}$ sorozatokat úgy, hogy

$$\left. \begin{aligned} I_k &= \left[\frac{p_{ij}}{1/m} \right] + 1 & 1 \leq i \leq n \\ J_k &= \left[\frac{q_{ij}}{1/m} \right] + 1 & 1 \leq j \leq 16 \end{aligned} \right\} \quad (81)$$

és

$$k = 16i + j \quad (82)$$

Az így kapott egész értékű sorozatok mutatják, hogy az i , j -dik ellátottsági valószínűség illetve népsűrűség a mátrix hányadik sorához, illetve oszlopához tartozik.

c) Állítsuk elő a H_s mátrix h_{ij} elemeit a következő módon

$$h_{ij} := \begin{cases} h_{ij} + 1, & \text{ha } I_k = i \text{ és } J_k = j, \\ & 1 \leq k \leq 16n \text{ és } 1 \leq i, j \leq m+1 \\ h_{ij} & \text{egyébként,} \end{cases} \quad (83)$$

és h_{ij} kezdőértéke zérus. (83)-ban a $:=$ jel az értékadás jele.

d) Miután a számítási pontok száma az alkalmazott felosztás mellett, $16n$, így a keresett hisztogramot megkapjuk, ha a

$$h_{ij} := \frac{h_{ij}}{16n} \quad 1 \leq i, j \leq m+1 \quad (84)$$

osztást elvégezzük.

e) Meghatározzuk a mátrix elemeihez tartozó súlyfüggvényértékeket. Legyen az alkalmazott súlyfüggvény a (79) szerinti, ekkor ha m a felosztások száma, akkor

$$s_{ij} = \frac{(j-1)\Delta x + (i-1)\Delta y}{2} \quad 1 \leq i, j \leq m+1 \quad (85)$$

ahol

$$\Delta x = \Delta y = \frac{1}{m} \quad (86)$$

Így (85)-ből

$$s_{ij} = \frac{i+j-2}{2m} \quad (87)$$

f) A hatékonyság mértéke ekkor a következőképp kapható (84) és (87) segítségével

$$H_s = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{j=1}^{m+1} s_{ij} h_{ij} \quad (88)$$

4. Adatok az ellenőrző mérésekhez

Az ellátottság meghatározásának lényeges részét képezik az ellenőrző mérések, melyek alapján a becsült eredmények korrigálhatók. Nyilván ott célszerű ellenőrző méréseket végezni, ahol a becsült eredmények a legnagyobb bizonytalansággal rendelkeznek.

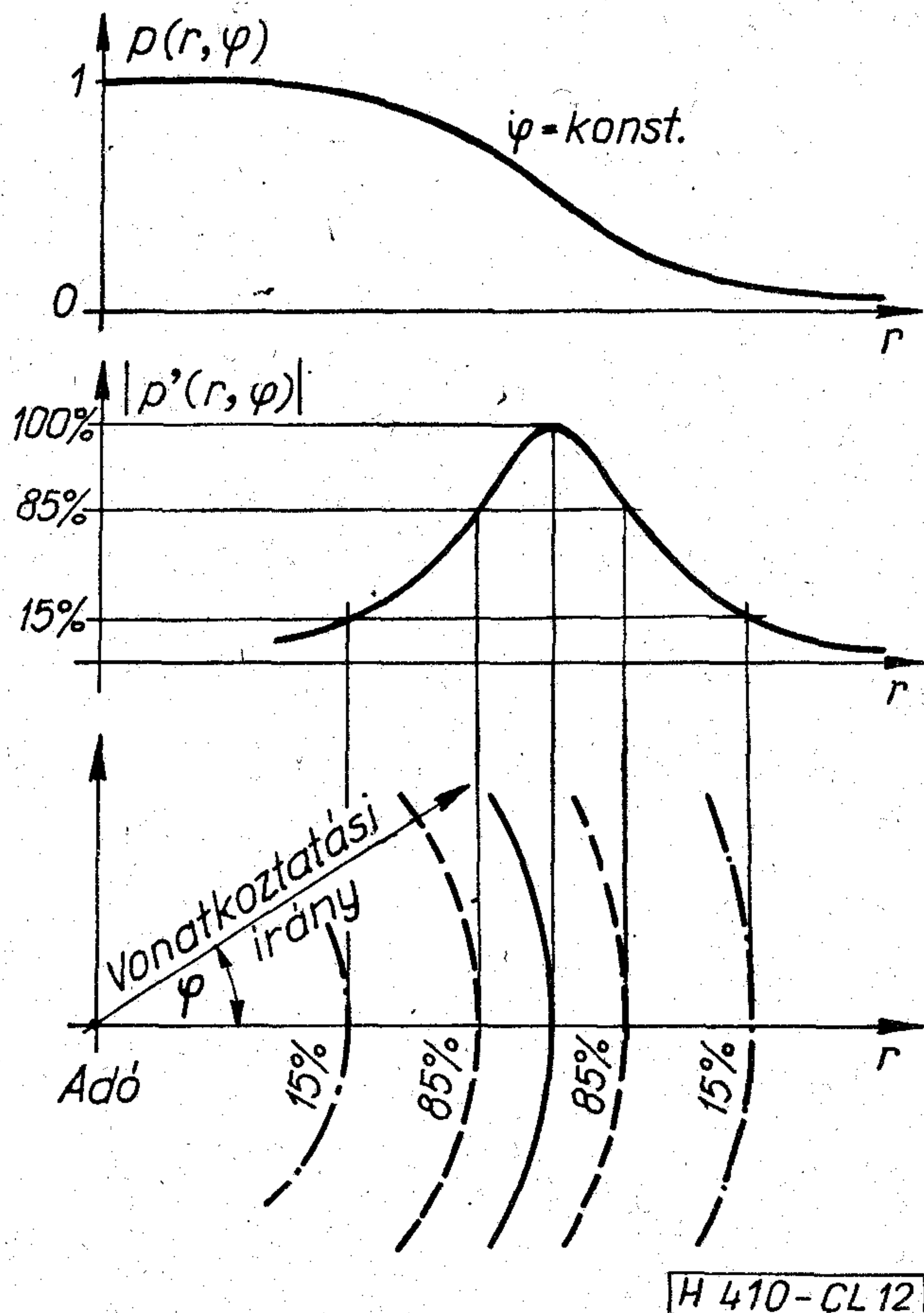
4.1. A mérőpontok helye

A mérések helyének közelítő becslésére vizsgáljuk az ellátottsági valószínűség alakulását. Az ellátottsági valószínűség folytonos függvénye és

$$p = p(r, \varphi) \quad (89)$$

alakban írható fel, ahol r az adótól mért távolság, φ valamely vonatkoztatási iránytól mért szög.

A (89) függvény képe a 12. ábrán látható.



12. ábra

A mérések számát ott kell sűríteni, ahol a függvény változása a legnagyobb. Képezve (89) r szerinti deriváltjának abszolút értékét, a maximum jelzi a távolságot, melynek környezetében a mérési pontok számát sűríteni célszerű (12. ábra).

Meghatározva a derivált függvény maximumának 85 és 15%-os pontjait és körbejárva az adót, egy sávot kapunk és ezen belül célszerű méréseket végezni, a maximumtól távolodva csökkenő számban.

A mérések számát úgy kell megállapítani, hogy a mérési eredmények függetlenek legyenek egymástól. Ez a távolság — mérések szerint — átlagosan 2 km, sugárirányban nagyobb [20].

4.2. A mérőpontok száma

Ha a mérésekhez pontosabb eredményeket kívánunk kapni, akkor minden egyes A_i területre meghatározhatjuk a szükséges mérésszámot.

Jelölje \bar{p}_i az A_i területre vonatkozó ellátottsági

valószínűség középértékét, azaz

$$\bar{p}_i = \frac{1}{16} \sum_{j=1}^{16} p_{ij} \text{ minden } i\text{-re} \quad (90)$$

Ennek ismeretében a korrigált szórás értéke

$$s_i^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{16} (p_{ij} - \bar{p}_i)^2 \text{ minden } i\text{-re} \quad (91)$$

Legyen adott ezek segítségével a következő intervallum:

$$I = \left(\bar{p}_i - \lambda_p \frac{s_i}{\sqrt{n_i}}; \bar{p}_i + \lambda_p \frac{s_i}{\sqrt{n_i}} \right) \quad (92)$$

ahol λ_p a normális eloszlás $p\%$ -hoz tartozó értéke, n_i az A_i területhez tartozó szükséges mintavételezések száma.

Ekkor annak valószínűsége, hogy a középérték, p_{mi} , ebbe az intervallumba esik [21]:

$$P(p_{mi} \in I) = 1 - \frac{p}{100} \quad (93)$$

ahol p_{mi} az A_i területhez tartozó elméleti, ismeretlen középérték, p a kívánt pontosság %-ban.

Ha adott az I , konfidencia intervallum, akkor (92) alapján a szükséges mérésszám:

$$n_i = 4 \left(\frac{\lambda_p s_i}{I} \right)^2 \text{ minden } i\text{-re} \quad (94)$$

6. Összefoglalás

A cikk egy régi problémát kíván megoldani, a műsorszóró rendszerek hatékonyságának pontosabb meghatározását. Az eddig alkalmazott módszerek elvi és gyakorlati pontatlansága erre nem ad lehetőséget. Az elvi pontatlanság az alkalmazott módszerek nem kellő mértékű matematikai megalapozottságából; a gyakorlati kivitelezés pontatlansága pedig a kézi számítási módszerekből adódott, amelyek nem adtak lehetőséget a megfelelő számú pontban végzett kiértékelés elvégzésére.

Ezért a pontosabb eredmények eléréséhez az egzakt matematikai leírás mellett, igénybe kell venni a számítógép által adott lehetőségeket is. Az elvégzendő nagy tömegű számításokhoz ad módszert a cikk.

I R O D A L O M

- [1] Dr. Csérny: Műsorszóró hírközlő rendszerek hatékonyságának vizsgálata a VHF/UHF sávban, Híradástechnika, XXVI, 8. sz. 233–239, 1975.
- [2] Dr. Csérny: VHF/UHF sávi műsorszóró rendszerek hatékonyságának mérőszámai, Híradástechnika, 1975, (megjelenés alatt)
- [3] Technical Data used by the European VHF/UHF Broadcasting Conference, Stockholm, 1961
- [4] DuCastel: Tropospheric Radiowave Propagation beyond the Horizon, Pergamon Press, Oxford, 1966
- [5] Edwards—Durkin: Computer prediction of service areas for VHF mobile radio networks, Proc. IEE., 116, 1493–1500, September 1969
- [6] Norton: Transmission Loss in Radio Propagation, Proc. IRE., 41, 146–152, January 1953
- [7] Norton: System Loss in Radio Wave Propagation, NBS Journal of Research, Pt. D., 63D, 53–73, July 1959
- [8] Jordan—Balmain: Electromagnetic waves and radiating systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1968
- [9] Bullington: Radio Propagation Fundamentals, BSTJ, 36, 593–626, May 1957
- [10] Millington—Hewitt—Immirzi: Double knife-edge diffraction in field-strength predictions, Proc. IEE., 109C, 419–429, March 1962
- [11] Millington—Hewitt—Immirzi: The Fresnel surface integral, Proc. IEE., 109C, 430–437, March 1962
- [12] Epstein—Peterson: An experimental study of wave propagation at 850Mc, Proc. IRE., 41, 595–611, May 1953
- [13] Deygout: Multiple knife-edge diffraction of microwaves, IEEE. Trans. on Ant. and Prop., AP-14, 480–489, July 1966
- [14] Bullington: Radio transmission beyond the horizon in the 40- to 4000Mc band, Proc. IRE., 41, 132–135, 1953
- [15] Bullington: Radio propagation variations at VHF and UHF, Proc. IRE., 38, 27–32, 1950
- [16] Friis: Noise Figures of Radio Receivers, Proc. IRE., 32, 419–429, July 1944
- [17] CCIR: Documents of the XIth Plenary Assembly, Vol. V., Oslo, 1966
- [18] NAB Engineering Handbook, McGraw-Hill, New-York, 1960
- [19] Kirby: Measurement of service area for television broadcasting, Trans. IRE., PGTS-7, 23, February 1957
- [20] Kirby—Capps: Correlation in VHF propagation over irregular terrain, Trans. IRE., AP-7, 77–85, January 1956
- [21] Cramér: Mathematical methods of statistics, Princeton, 1954

SZEMLE

(Folytatás a 302. oldalról)

Bár a vezetékcsupaszítás viszonylag igen egyszerű művelet, sokszor okoz később hibát az, hogy a huzal fémanyaga megsérül. A Siemens új kéziszerszámát ennek elkerülésére a vezetékátmérőnek megfelelő félköríves pengékkel látták el, s ezzel a vezetékcsupaszítást gyakorlatilag teljesen megszüntették. Ugyancsak újítás a mérőcsuszka beállítható, a csupaszítási hosszát meghatározó ütköző. A kis méretű szerszámok 0,25...0,8 mm vezetékátmérő-mérettartományban kaphatók és súlyuk csupán 5,6 dkg.

(Newsweek, 1976. május [199]).

nika számára általánosan jók. A javulás fordulópontját Németországban is elérték; az 1976-os év első két negyedében a színes televíziókészülékek értékesítése tovább emelkedett.

Hasonló fejlődés (amint ezt a Közös Piac hatóságai még kedvezőbbnek ítélik) Franciaországban is észlelhető. A többi európai országban ez a fellendülés az év második felében várható; egyetlen kivétel ez alól Anglia.

Az ITT szóvivő Európában a fogyasztói elektronika területén a színes televíziókészülékek számának növekedését 7...8%-ra becsüli. Figyelembe kell venni, hogy ez az átlagérték Anglia kedvezőtlen helyzete miatt alacsony, így más országokban ennek megfelelően nagyobb növekedési értékkel lehet számolni. Az olimpiai játékok közvetítése és az olaszországi színes televízióadás bevezetése további fellendülést eredményezett. (Radiofernsch Händler, 1976. 4. sz. [200]).

Az ITT egyik európai szóvivője egy interjú alkalmával kijelentette, hogy az európai kilátások a fogyasztói elektro-



DR. RUPPENTHAL PÉTER

Szomorú szívvel jelentjük, hogy lapunk operatív szerkesztőségének másfél évtizeden át odaadó munkát végző tagja, dr. Ruppenthal Péter életének 38. évében tragikus körülmények között elhunyt.

Korai halála egy szépen ívelő életutat a beérés korában szakított meg. Személyében a kiváló tehetség kitartó szorgalommal párosult, s ennek eredményeként a távközlés több területén figyelemre méltó sikereket ért el.

Középiskolás korában állandó résztvevője volt a Középiskolás Matematikai Lapok pontversenyének és a középiskolás tanulmányi versenyeknek, ahol helyezett volt és díjakat nyert.

A győri Révai Miklós Gimnáziumban érettségizett. Ezt követően a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának hallgatója, majd 1962. július 1-től oktatója lett.

Oktatási tevékenysége elsősorban a Logikai kapcsolástan, a Távbeszélőtechnika és a Híradástechnikai rendszerek c. tantárgyakkal kapcsolatos. Rendszeresen tartott előadásokat, tanulóköri és laboratóriumi gyakorlatokat. Tudományos diákköröket és diplomatervező hallgatók sokaságát irányította. Rendszeresen részt vett a fenti tantárgyak állandó korszerűsítésében, jegyzetek írásában, új laboratóriumi mérések készítésében. Közreműködött új ágazati és szakmérnöki szakok tanterveinek és tantárgyprogramjainak kidolgozásában. A tantárgyakba a számítástechnika eredményeit és módszereit sikeresen bevezette.

Hallgatói tisztelték és szerették. Igen jó előadó volt. Előadásait a hallgatók élénk érdeklődéssel kísérték.

Tanszékre kerülésekor nemcsak az oktató-, hanem a kutatómunkába is azonnal bekapcsolódott. A távbeszélőtechnika (kapcsolástechnika) klasszikus és modern területein egyaránt hasznos hozzájárulással segítette a kutatómunkát. Kitűnt elmélyült gondolkodásával, a probléma lényegének megismerésére törekvésével. Egyaránt otthonosan mozgott az elvont gondolkodást igénylő területeken és a gyakorlatot igénylő tervezésben és kivitelezésben.

Alapos elméleti felkészültségét bizonyítja többek között a „Koordináta rendszerű kapcsolómezők forgalmi viszonyainak utánpótlása digitális számítógép-

pel” című értekezése, amelynek alapján 1968-ban műszaki doktori címet szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen, és a „Logikai áramkörök zavarérzékenysége” címen lapunk hasábjain megjelent cikke, amelyért Egyesületünk 1973-ban Pollák–Virág díjjal jutalmazta.

Számos ipari megbízásos kutatómunkában végzett jelentős kutatói és tervezői munkát.

Jellemzője a pontosság, a sokoldalú tájékozottság, nyelvismeretek, a közösségért való tenniakarás és a kitartó munkavégző képesség volt. Ezért kapott számos felkérést társszerzőként való közreműködésre könyvek, tanulmányok megírásában, valamint külföldi szimpoziumokon való előadások tartására. Tagja volt több OMFB tanulmányt készítő bizottságnak.

Bármilyen megbízásnak, felkérésnek lelkiismeretesen, legjobb tudása szerint tett eleget. Rá mindig bízton lehetett számítani. Emberi magatartását az egyénesség, szívélyesség és segítőkészség jellemezte. Csendes, szerény, családját szerető, családjáért élő és dolgozó ember volt. Ez év augusztusában a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolára docensnek nevezték ki.

Alkotó tevékenysége mindannyiunk számára követendő példaként marad.

Dr. Ruppenthal Péter nyilvánosan publikált szakirodalmi tevékenysége:

- [1] *Flesch I.—Ruppenthal P.*: Kapcsoláselemélet példatár. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- [2] *Flesch I.—Ruppenthal P.*: Távbeszélőtechnika példatár. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- [3] *Gál. J.—Szittyá O.—Flesch I.—Ruppenthal P.*: Logikai kapcsolástan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
- [4] *Flesch I.—Ruppenthal P.*: Logikai kapcsolástan példatár. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [5] *Frajka B.—Ruppenthal P.*: Távbeszélő központok kapcsolástechnikája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [6] *Ruppenthal P.—Sallai Gy.*: Híradástechnika. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [7] *Flesch I.—Frajka B.—Ruppenthal P.*: Távbeszélőtechnika. Felsőfokú technikai jegyzet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
- [8] *Technika Kisenciklopédia.* Főszerkesztő: Dr. Polinszky K. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975. Logikai áramkörök rész.
- [9] *Telecommunication Engineering.* Budavox kézikönyv, főszerkesztő: Dr. Izsák M. Kapcsolástechnika fejezet. (Megjelenés alatt.)
- [10] *Ruppenthal P.*: Koordináta rendszerű kapcsolómezők forgalmi viszonyainak utánpótlása digitális számítógéppel. Egyetemi doktori disszertáció, 1967.
- [11] *Flesch I.—Ruppenthal P.*: Programozható áramkör-vizsgáló automata. Híradástechnika, 1972. XXIII. évf. 11. sz. 302–306. old.
- [12] *Ruppenthal P.*: Elterjedés útján a pulzuskód-modulációs rendszerek. Természet Világa, 1973. 104. évf. 11. sz. 497–498. old.
- [13] *Ruppenthal P.*: Logikai áramkörök zavarérzékenysége. Híradástechnika, 1973. XXIV. évf. 7. sz. 207–214. old.
- [14] *Ruppenthal P.*: Táviró, telex, telefon. Tanfolyam anyag TIT részére, 1975.

Beállítási módszer bikvadratikus aktív RC alaptagok sorozatgyártásánál

ETO 621.372.57:658.524

Napjainkban lineáris aktív négy-pólusok (szűrők, korrektorok, művonalak) realizálására a leggyakrabban egy műveleti erősítőt tartalmazó bikvadratikus aktív RC alaptagokból felépített áramköröket alkalmaznak [1, 4].

A kereskedelmi forgalomban kapható passzív és aktív elemek azonban egyes speciálisan pontos karakterisztikájú áramkörök realizálását nem teszik lehetővé. Ilyen esetben vagy nagyobb számú elemből felépített alaptagokat kell alkalmazni, vagy a kevesebb elemet tartalmazó alaptagokat gyártás során be kell állítani.

Az alábbiakban Sallen—Key típusú egy műveleti erősítőt tartalmazó bikvadratikus alaptagok beállítási módszerét mutatjuk be.

Érzékenység

Egy bikvadratikus alaptag hálózatfüggvénye a következő formában is felírható:

$$T(s) = T(X_i; s) \quad (1)$$

ahol X_i az egyes áramköri elemeket jelenti. Egy X_i elem megváltozásának hatása:

$$\frac{\Delta T(s)}{T(s)} = S_{X_i}^T \cdot \frac{\Delta X_i}{X_i} \quad (2)$$

ahol $S_{X_i}^T$ a hálózatfüggvénynek az X_i elemre vonatkoztatott érzékenysége. Ezt $T(s)$ logaritmikusan differenciálásával kaphatjuk:

$$S_{X_i}^T = \frac{\partial \ln T(s)}{\partial \ln X_i} = \frac{\partial T(s)}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{T(s)} \quad (3)$$

Ezek után N elemből álló kapcsolás esetén a hálózatfüggvény teljes megváltozása:

$$\frac{\Delta T(s)}{T(s)} = \sum_{i=1}^N S_{X_i}^T \cdot \frac{\Delta X_i}{X_i} \quad (4)$$

A fenti összefüggés segítségével adott elemérték toleranciák esetén kiszámíthatjuk a hálózatfüggvény toleranciáját.

A hálózatfüggvény a következő formában is felírható:

$$T(s) = T(P_j; s) \quad (5)$$

ahol P_j az alaptag valamilyen paramétere, mely független s -től. (pl.: ω_p ; Q_p ; ω_z stb.) Ez a felírási mód ekvivalens (1)-gyel, hiszen az alaptag paraméterei a hálózatfüggvényt meghatározzák. Ezek a paraméte-

rek az elemértékek függvényei:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_1(X_1; X_2; \dots X_i; \dots X_N) \\ P_2 &= P_2(X_1; X_2; \dots X_i; \dots X_N) \\ &\vdots \\ P_j &= P_j(X_1; X_2; \dots X_i; \dots X_N) \end{aligned} \quad (6)$$

Definiálhatjuk az egyes elemeknek az alaptag paraméterekre vonatkoztatott érzékenységeit is:

$$\begin{aligned} S_{X_i}^{P_1} &= \frac{\partial \ln P_1}{\partial \ln X_i} = \frac{\partial P_1}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{P_1} \\ S_{X_i}^{P_2} &= \frac{\partial \ln P_2}{\partial \ln X_i} = \frac{\partial P_2}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{P_2} \\ &\vdots \\ S_{X_i}^{P_j} &= \frac{\partial \ln P_j}{\partial \ln X_i} = \frac{\partial P_j}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{P_j} \end{aligned} \quad (7)$$

Az így nyert érzékenységek könnyebben kezelhetők, mivel frekvenciafüggetlen konstansok. Ezek alapján N elemből álló kapcsolás esetén az egyes paraméterek teljes megváltozása:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta P_1}{P_1} &= \sum_{i=1}^N S_{X_i}^{P_1} \cdot \frac{\Delta X_i}{X_i} \\ \frac{\Delta P_2}{P_2} &= \sum_{i=1}^N S_{X_i}^{P_2} \cdot \frac{\Delta X_i}{X_i} \\ &\vdots \\ \frac{\Delta P_j}{P_j} &= \sum_{i=1}^N S_{X_i}^{P_j} \cdot \frac{\Delta X_i}{X_i} \end{aligned} \quad (8)$$

Belátható, hogy a (8) egyenletrendszer mátrix formában is felírható:

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta P_1}{P_1} \\ \vdots \\ \frac{\Delta P_j}{P_j} \\ \vdots \\ \frac{\Delta P_m}{P_m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{X_1}^{P_1} & \dots & S_{X_k}^{P_1} & \dots & S_{X_N}^{P_1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ S_{X_1}^{P_j} & \dots & S_{X_k}^{P_j} & \dots & S_{X_N}^{P_j} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ S_{X_1}^{P_m} & \dots & S_{X_k}^{P_m} & \dots & S_{X_N}^{P_m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\Delta X_1}{X_1} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_k}{X_k} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_N}{X_N} \end{bmatrix} \quad (9)$$

A paraméter változásokat tartalmazó vektort P -vel, az érzékenységeket tartalmazó mátrixot S -sel és az áramköri elemek toleranciáit tartalmazó vektort X -szel jelölve:

$$P = S \cdot X \quad (10)$$

Beállítási problematika

Tételezzük fel, hogy az alaptagra megszabott követelmények olyan formában állnak rendelkezésre, hogy összevethetők a (10) egyenlet szerinti P vektorral. Ebben az esetben a (10) egyenlet szerint kiszámított paraméter toleranciákról megállapítható, hogy kielégítik-e az alaptagra megszabott követelményeket.

Abban az esetben, ha a P vektor nem teljesíti a megszabott követelményeket, az áramkört meg kell változtatni. Ez kétféle módon történhet:

X vektor által szemléltetett elemtoleranciák szigorítása. Ez a módszer csak bizonyos esetekben járhat eredménnyel, mivel a toleranciák csökkentésének gazdasági és technológiai szempontok határt szabnak.

A kapcsolat N eleméből k elemet kiválasztunk, ezek értékét úgy változtatjuk meg, hogy a többi elem által okozott paraméter toleranciákat kiegyenlítsék, és az így kapott P vektor már kielégítse a követelményeket.

Az utóbbi esetben tehát beállítást kell végezni. Sorozatgyártásnál azonban előre tudni kell, hogy adott X_i pozíciójú elem a beállítás során legrosszabb esetben milyen értékeket vehet fel. Feladatunk tehát olyan számítási módszer kidolgozása, amelynek segítségével adott kapcsolásra meghatározható a beállító elemek tartománya adott követelményekre történő beállítás esetén. Ezt a beállítási problematikát matematikailag úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a (10) egyenlet szerinti X vektor — mely N elemből áll — k db elemének értékét kívánjuk kiszámítani, ha $N-k$ db eleme adott, és fennáll a következő összefüggés:

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta P_1}{P_1} \\ \vdots \\ \frac{\Delta R_m}{P_m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} \dots S_{1k} \dots S_{1N} \\ \vdots \\ S_{k1} \dots S_{kk} \dots S_{kN} \\ \vdots \\ S_{m1} \dots S_{mk} \dots S_{mN} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\Delta X_1}{X_1} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_k}{X_k} \\ \frac{\Delta X_{k+1}}{X_{k+1}} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_N}{X_N} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Ez formailag megegyezik a (10) egyenlettel. A P vektor azonban itt az előírásokat tartalmazó vektor, és az egyenletrendszert úgy rendeztük át, hogy az X vektor első k eleme a beállító elemek legyenek. Ez az egyenlet felírható a következő alakban is:

$$P = [S_1 \ S_2] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

ahol:

$$S_1 = \begin{bmatrix} S_{11} \dots S_{1k} \\ \vdots \\ S_{m1} \dots S_{mk} \end{bmatrix}; \quad S_2 = \begin{bmatrix} S_{1, k+1} \dots S_{1N} \\ \vdots \\ S_{m, k+1} \dots S_{mN} \end{bmatrix}$$

és

$$X_1 = \begin{bmatrix} \frac{\Delta X_1}{X_1} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_k}{X_k} \end{bmatrix}; \quad X_2 = \begin{bmatrix} \frac{\Delta X_{k+1}}{X_{k+1}} \\ \vdots \\ \frac{\Delta X_N}{X_N} \end{bmatrix}$$

A (12) egyenlet tehát a beállítás utáni állapotot tükrözi. Ebben az esetben $P; S_1; S_2$ és X_2 ismert. S_1 és S_2 azonban csak azzal a feltételezéssel ismert, ha a beállítás során az áramkör nem változik meg olyan mértékben, hogy az érzékenységek számításunk pontosságát lényegesen befolyásolná. Ezért a továbbiakban feltételezzük, hogy az áramkör beállításához csak kis elemérték változások szükségesek. Ily módon tehát a (12) egyenletben az ismeretlen az X_1 vektor, mely a beállítás utáni állapotban a beállító elemek toleranciáit tartalmazza. A (12) egyenlet X_1 -re nézve egy implicit és túlhatározott egyenletrendszer.

Feladatunk, hogy az egyenletrendszert X_1 -re megoldjuk. A megoldást a következő alakban keressük:

$$X_1 = f(S_1; S_2; P; X_2)$$

A probléma matematikai megoldása

A (12) egyenlet a következő formában is felírható:

$$P = S_1 X_1 + S_2 X_2 \quad (13)$$

Ezt X_1 -re rendezve:

$$X_1 = S_1^{-1}(P - S_2 X_2) \quad (14)$$

Az egyenlet kiszámíthatóságának feltétele, hogy S_1 nem szinguláris és négyzetes mátrix legyen. Az utóbbi feltétel a következő megkötést jelenti:

$$k = m,$$

azaz pontosan annyi beállító elemet kell választanunk, ahány paraméter beállítását kívánjuk elvégezni. Ez a megkötés a gyakorlatban semmi nehézséget nem okoz, a beállítást minden esetben el lehet végezni.

A beállításhoz szükséges beállító elem tartományokat tehát a (14) egyenlet segítségével megkaphatjuk. Sorozatgyártásnál azonban a legkedvezőtlenebb esetek jelölik ki a beállítási tartományok határait. A legkedvezőtlenebb esetet megkapjuk, ha a (14) egyenlet jobb oldalán szereplő S_2 mátrix és X_2 vektor minden elemének abszolút értékével számolunk.

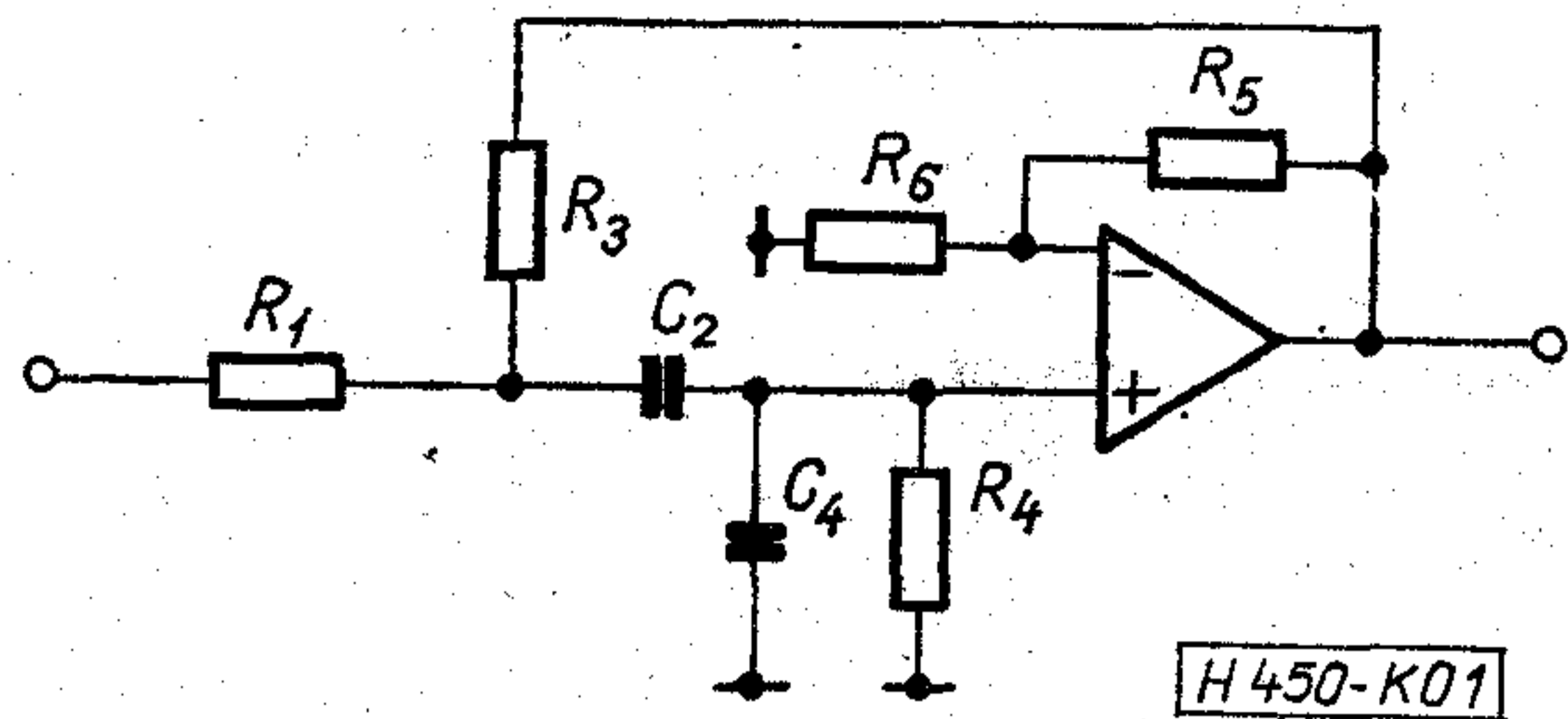
Alkalmazási példa

Feladat: bikvadratikus hálózatfüggvényt realizáló diszkrét elemekből felépített Sallen—Key típusú alaptag ω_p és Q_p értékének beállítása adott elemérték toleranciák esetén. A beállítás szabványos értékű fix ellenállásokkal történik.

Jelölések az 1. ÁBRÁHOZ:

$$\alpha = \frac{R_1}{R_1 + R_3}; \quad r = \frac{R_4}{R_1 + R_3}; \quad c = \frac{C_2}{C_4}$$

A kapcsolás:



1. ábra. Sallen-Key típusú sávszűrő alaptag

Érzékenységek $c=1$; $r=1$ esetben (1. táblázat):

X_i	$S_{X_i}^{\omega_p}$	$S_{X_i}^{Q_p}$
R_1	$-0,5(1-\alpha)$	$(1-\alpha)(-0,5+2Q_p)$
R_3	$-0,5\alpha$	$1-0,5\alpha-Q_p(3-2\alpha)$
R_4	$-0,5$	$-0,5+Q_p$
C_2	$-0,5$	$-0,5+Q_p$
C_4	$-0,5$	$0,5-Q_p$
R_5	0	$-1+(3-\alpha)Q_p$
R_6	0	$1-(3-\alpha)Q_p$
K	0	$3Q_p-1$

Beállító elemek:

$$\omega_p \rightarrow R_4$$

$$Q_p \rightarrow R_5$$

Ebben az esetben a beállítás egyszerűen elvégezhető: Először R_4 segítségével ω_p -t állítjuk be, majd R_5 -tel Q_p -t. Mivel $S_{R_5}^{\omega_p}=0$, a második állítás nem rontja el az első. Ellenkező esetben a beállítást csak iteratív úton lehet elvégezni.

Ezek ismeretében:

$$S_1 = \begin{bmatrix} S_{R_4}^{\omega_p} & 0 \\ S_{R_4}^{Q_p} & S_{R_5}^{Q_p} \end{bmatrix} \quad (15)$$

és

$$S_1^{-1} = \frac{1}{\det S_1} \cdot \text{adj } S_1 = \frac{1}{S_{R_4}^{\omega_p} \cdot S_{R_5}^{Q_p}} \cdot \begin{bmatrix} S_{R_5}^{Q_p} & 0 \\ -S_{R_4}^{Q_p} & S_{R_4}^{\omega_p} \end{bmatrix}$$

$$S_1^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_{R_4}^{\omega_p}} & 0 \\ -\frac{S_{R_4}^{Q_p}}{S_{R_4}^{\omega_p} S_{R_5}^{Q_p}} & \frac{1}{S_{R_5}^{Q_p}} \end{bmatrix} \quad (16)$$

A (14) egyenletbe behelyettesítve:

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta R_4}{R_4} \\ \frac{\Delta R_5}{R_5} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_{R_4}^{\omega_p}} & 0 \\ -\frac{S_{R_4}^{Q_p}}{S_{R_4}^{\omega_p} \cdot S_{R_5}^{Q_p}} & \frac{1}{S_{R_5}^{Q_p}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\Delta \omega_p}{\omega_p} \\ \frac{\Delta Q_p}{Q_p} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} |S_{R_1}^{\omega_p}| & |S_{R_3}^{\omega_p}| & |S_{R_6}^{\omega_p}| & |S_{C_2}^{\omega_p}| & |S_{C_4}^{\omega_p}| \\ |S_{R_1}^{Q_p}| & |S_{R_3}^{Q_p}| & |S_{R_6}^{Q_p}| & |S_{C_2}^{Q_p}| & |S_{C_4}^{Q_p}| \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\Delta R_1}{R_1} \\ \frac{\Delta R_3}{R_3} \\ \frac{\Delta R_6}{R_6} \\ \frac{\Delta C_2}{C_2} \\ \frac{\Delta C_4}{C_4} \end{bmatrix} \quad (17)$$

A (17) egyenlet segítségével egyszerűen számolhatunk, ha az elemérték tűrések (X_2 vektor) és az előírások (P vektor) szimmetrikus tűrésűek. Abban az esetben, ha ez nem áll fenn, az eljárást mindkét szélső határra külön-külön meg kell ismételni:

$$X_1^+ = S_1^{-1}(P^+ - S_2 X_2^+) \quad (18)$$

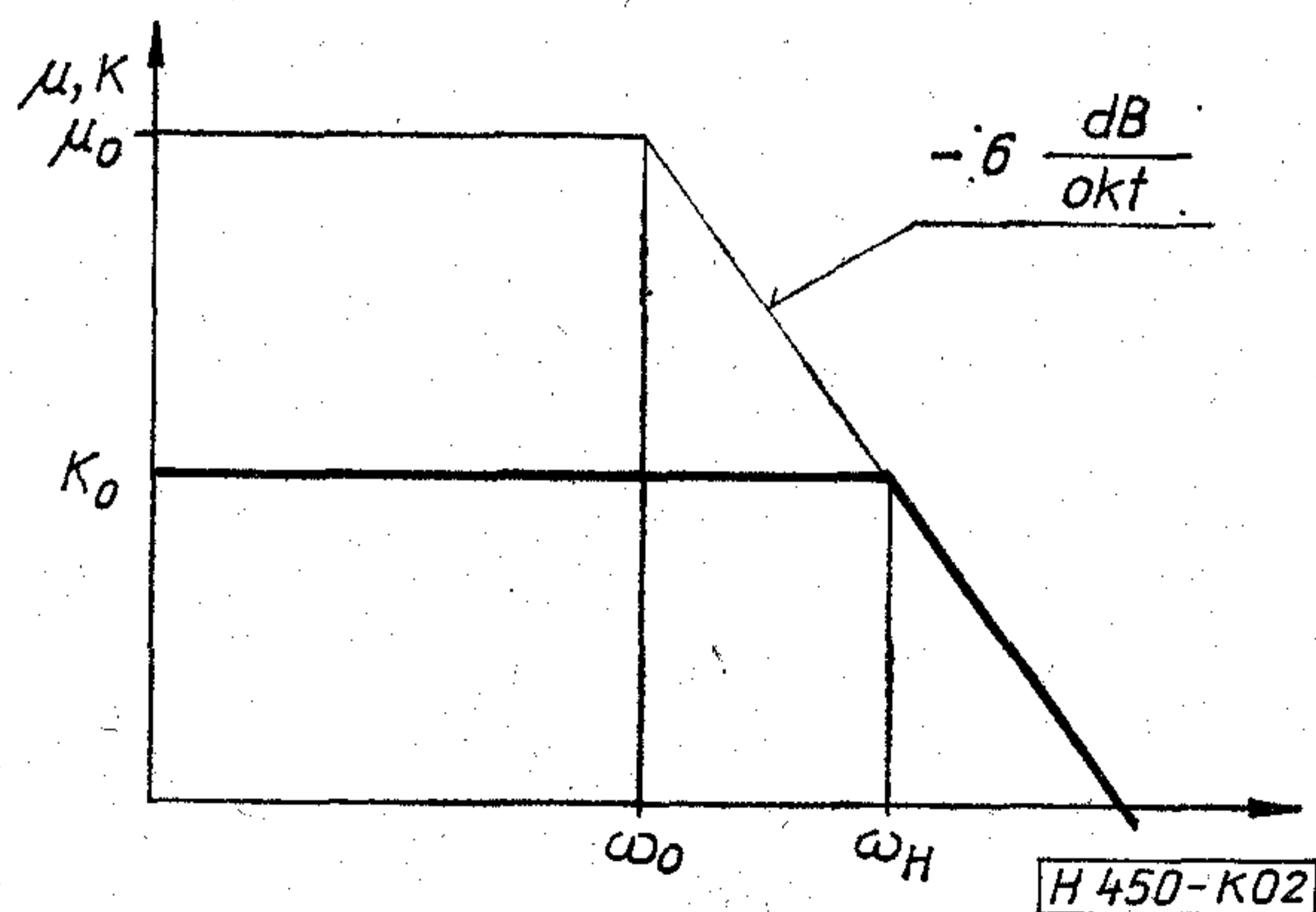
$$X_1^- = S_1^{-1}(P^- - S_2 X_2^-) \quad (19)$$

ahol X_1^+ és P^+ a pozitív toleranciákat, X_2^- és P^- a negatív toleranciákat jelöli.

A gyakorlatban mindig szükség van arra, hogy a P előírás vektor elemeit aszimmetrikussá tegyük. Ennek oka, hogy figyelembe kell venni az áramkörben fellépő parazita hatásokat is, melyek az alaptag paramétereit valamilyen irányban befolyásolják. Ezek hatását a P vektorba úgy építjük be, hogy az előírás szigorúbb legyen. Ily módon a beállítás során az áramkörben fellépő parazita hatásokat is kompenzálni tudjuk. Az alábbiakban a példában szereplő kapcsolásnál két ilyen hatás figyelembevételét mutatjuk be.

A műveleti erősítő véges határfrekvenciája

A műveleti erősítők átviteli karakterisztikáját a gyakorlat számára elegendő pontossággal közelítjük, ha csak az első töréspontját vesszük figyelembe (2. ábra).



2. ábra. Műveleti erősítő átviteli karakterisztikája

Ekkor a visszacsatolatlan erősítő erősítése:

$$\mu = \frac{\mu_0}{1 + \frac{s}{\omega_0}},$$

és a visszacsatolt erősítő erősítése:

$$K = \frac{K_0}{1 + \frac{s}{\omega_H}}$$

Ennek hatása kifejezhető az alaptag paramétereiben (ω_p ; Q_p). A gyakorlatban mindig fenn kell hogy álljon az

$$\omega_p \ll \omega_H$$

feltétel. Ebben az esetben a példában szereplő kapcsolás megváltozott paramétere:

$$\omega'_p \cong \omega_p \left(1 - \frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_H} \right) \quad (20)$$

és

$$Q'_p \cong Q_p \left(1 + \frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_H} \right) \quad (21)$$

ahol $S_K^{Q_p}$ az 1. táblázatban megtalálható, ω_H értéke pedig a műveleti erősítő típusától és annak kompenzálásától függ.

Ezek után az alaptag paramétereinek megváltozása kiszámítható:

$$\frac{\Delta\omega_p}{\omega_p} = -\frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_H} \quad (22)$$

és

$$\frac{\Delta Q_p}{Q_p} = \frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_H} \quad (23)$$

Látható, hogy a véges határfrekvencia miatt csökken és Q_p növekszik. Az egyszerűbb jelölés kedvéért:

$$\frac{\Delta Q_p}{Q_p} = -\frac{\Delta\omega_p}{\omega_p} = \Delta$$

A visszacsatolt erősítő határfrekvenciája azonban elég nagy gyártási szórást mutat. A legkedvezőtlenebb esetet pedig nem feltétlenül a minimális érték adja. Ezt figyelembe véve:

$$\Delta_{\max} = \frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_{H\min}} \quad (24)$$

és

$$\Delta_{\min} = \frac{S_K^{Q_p}}{2Q_p} \cdot \frac{\omega_p}{\omega_{H\max}} \quad (25)$$

$\omega_{H\min}$ és $\omega_{H\max}$ meghatározásánál figyelembe vehető a műveleti erősítő gyártási szórása, hőmérséklet- és tápfeszültség függése.

Az így nyert eredményeket a P vektorba építjük be:

$$P^+ = \left[\begin{array}{c} \frac{\Delta\omega_p^+}{\omega_p} - \Delta_{\max} \\ \frac{\Delta Q_p^+}{Q_p} + \Delta_{\min} \end{array} \right] \quad (26)$$

és

$$P^- = \left[\begin{array}{c} \frac{\Delta\omega_p^-}{\omega_p} - \Delta_{\min} \\ \frac{\Delta Q_p^-}{Q_p} + \Delta_{\max} \end{array} \right] \quad (27)$$

Az erősítő bemenetével párhuzamosan kapcsolódó szórt kapacitás.

A szórt kapacitás hatása az alaptag paramétereire:

$$\omega'_p \cong \omega_p \left(1 - \frac{C_p}{C_4} \right) \quad (28)$$

és

$$Q'_p \cong Q_p \left\{ 1 + \frac{C_p}{C_4} \left[1 - S_K^{Q_p} \left(1 + \frac{C_p}{C_4} \right) \right] \right\} \quad (29)$$

A paraméterek relatív megváltozása:

$$\frac{\Delta\omega_p}{\omega_p} = -\frac{C_p}{C_4} \quad (30)$$

és

$$\frac{\Delta Q_p}{Q_p} = \frac{C_p}{C_4} \left[1 - S_K^{Q_p} \left(1 + \frac{C_p}{C_4} \right) \right] \quad (31)$$

Amennyiben a szórt kapacitás minimális és maximális értékét meg lehet határozni, úgy kiszámítható:

$$\frac{\Delta\omega_{p\max}}{\omega_p} = -\frac{C_{p\max}}{C_4} \quad (32)$$

és

$$\frac{\Delta\omega_{p\min}}{\omega_p} = -\frac{C_{p\min}}{C_4} \quad (33)$$

illetve

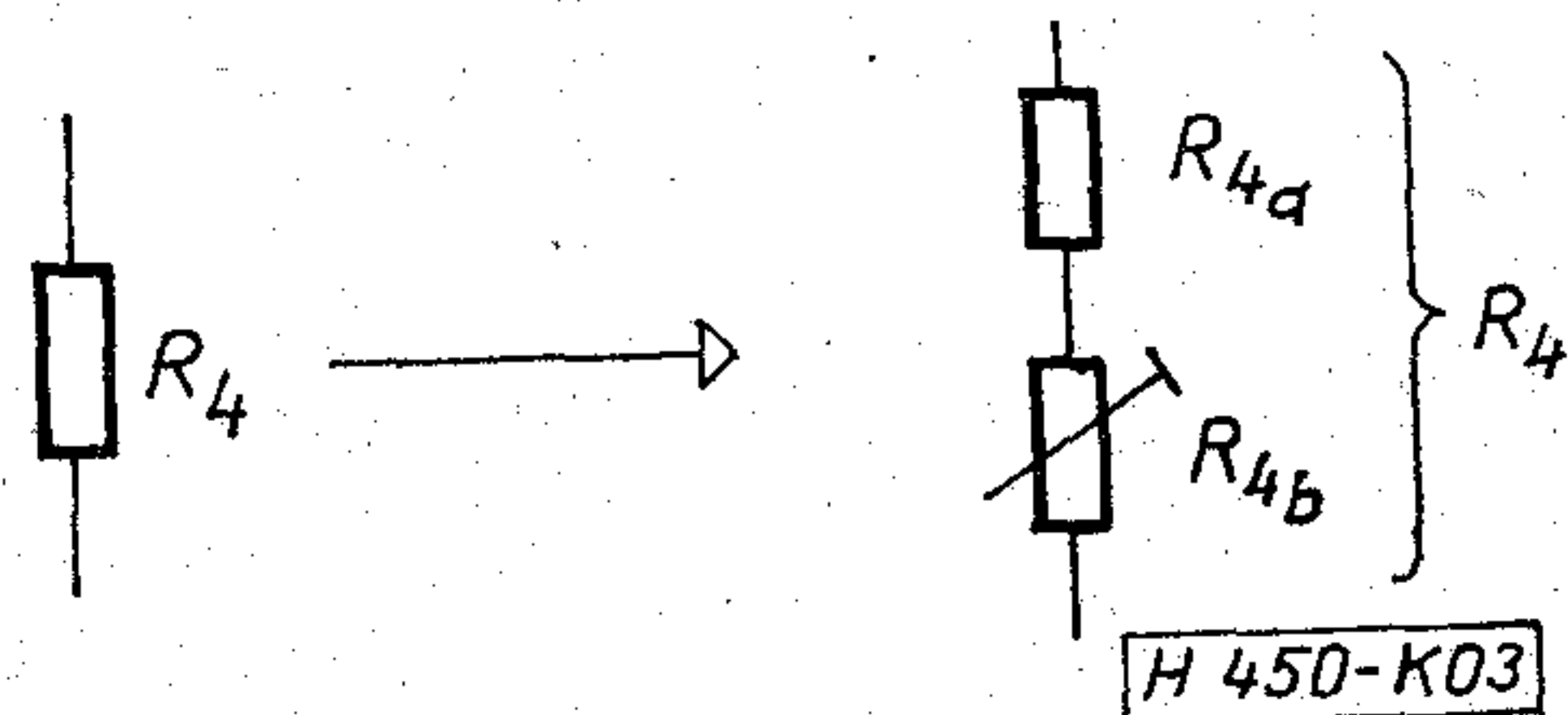
$$\frac{\Delta Q_{p\max}}{Q_p} = \frac{C_{p\max}}{C_4} \left[1 - S_K^{Q_p} \left(1 + \frac{C_{p\max}}{C_4} \right) \right] \quad (34)$$

és

$$\frac{\Delta Q_{p\min}}{Q_p} = \frac{C_{p\min}}{C_4} \left[1 - S_K^{Q_p} \left(1 + \frac{C_{p\min}}{C_4} \right) \right] \quad (35)$$

Ezeket az eredményeket a (26) és (27) egyenletekhez hasonlóan a P vektorba építjük be.

A (18) és (19) egyenletek segítségével olyan beállító elem tartományokat kapunk, melyeket valamilyen szabványos értékssorral le kell fednünk. Mivel a beállítás után csak fix szabványos értékű elemet építhetünk be, a tartományt egy diszkrét értékssorral fedjük le. A beállíthatóság feltétele, hogy a diszkrét értékek közötti lépések okozta paraméter változások a követelményben megadott tűrésmező szélességénél kisebbek legyenek. Olyan esetekben, amikor a beállító elem érzékenysége (pl. (7) egyenletek) viszonylag nagy, az egyes lépések túl nagy paraméter válto-



3. ábra

zások okoznak. Ilyenkor a beállító elemet két soros tagra bontjuk a 3. ábra szerint.

A soros tagokra bontásnál azonban nemcsak az a cél, hogy teljesüljön a beállíthatóság feltétele, hanem a beállítást minimális elemkészlettel lehessen elvégezni. Ezért a megosztás arányát a következőképpen lehet meghatározni:

$$\frac{R_{4b}}{R_4} \leq \frac{2\Delta Q_p}{\left(\frac{E}{\sqrt{10}-1}\right) \cdot S_{R_4}^{opt}} \quad (36)$$

ahol $\frac{2\Delta Q_p}{E}$ a követelményben megszabott túrésmező szélessége, $\sqrt{10}-1$ a szabványos értéksor relatív lépésköze, E a szabványos értéksor egy dekádjában levő értékeinek száma.

Alkalmazási tapasztalatok

A módszert nyolcadfokú aktív RC szűrők tervezésénél és gyártásánál alkalmaztuk. A szűrők frekven-

ciamódulált adatátviteli modemek csatornaszűrői, melyeknél az áteresztő tartományban egyes esetekben az amplitúdó karakterisztika ± 1 dB-es, és a csoportfutási idő karakterisztika $\pm 100 \mu\text{s}$ -os pontossággal való realizálása volt szükséges.

A sorozatgyártás során több ezer szűrő legyártása és beállítása a számítások helyességét igazolta.

I R O D A L O M

- [1] Sallen, R. P.—Key, E. L.: A Practical Method of Designing RC Active Filters. IRE-trans.-Circuit Theory, Vol. CT-2 Mar. 1955. pp 74-85
- [2] Dr-Ing. Zumühl, R.: Matrizen und ihre technischen Anwendungen. Springer Verlag 1964.
- [3] Saraga, W.: Sensitivity of 2-nd Order Sallen-Key-type Active RC Filters. Electronics Letters, Vol. 3 Nr. 10 Oct. 1967. pp 442-444.
- [4] Moschytz, G. S.: FEN Filter Desing Using Tantalum and Silicon Integrated Circuits. Proc. of the IEEE, Vol. 58 Nr. 4., Apr. 1970. pp 550-566.

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.395(091):654.15(091)

Dr. Kozma L.:

100 éves a telefon

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 10. sz.

A telefon feltalálásának 100. évfordulója alkalmából a szerző felvázolja a telefónia fejlődését és perspektíváit.

ETO 621.396.43:621.396.7.029.(423)

Csiminszky Gy., Futó P.:

Mérnöki és matematikai megfontolások a magyarországi mikrohullámú hálózat optimális bővítésének tervezésében

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 10. sz.

A cikk az országos mikrohullámú hálózat bármely irányú bővítése előtt alkalmazható megfontolásokat tartalmazza. Konkrét számítási módszert ad, amelyet a valóságban is működő részhálózaton mutat be. Optimalizálási célként az információátviteli igények konfliktus valószínűségének minimalizálása szerepel.

ETO 621.396.74:654.19.021:65.011.44

Dr. Cserny L.:

Az ellátottság számítógépes meghatározása TV, illetve URH—FM adóknál

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 10. sz.

A műsorszóró rendszerek kiértékelése igen fontos feladat mind a beruházások előtt, mind azok elkészülte után. A pontos eredményekhez igen nagy mennyiségű számítást kell elvégezni. A szerző, cikkében, az általa kimunkált elméleti eredményekre építve egy olyan számítógépes módszert ismertet, amely alkalmas arra, hogy a hatékonyság vizsgálatában egyértelmű és kellő pontosságú eredményeket kapjunk.

ДК 621.395(091):654.15(091)

Д-р Козма, Л:

К 100-летию телефонного аппарата

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 10

По случаю 100. годовщины изобретения телефонного аппарата автор намечает развития и дальнейшей перспективы телефонии.

ДК 621.396.43:621.396.7.029(439)

Г. Чимински, П. Футо:

Инженерные и математические соображения в проектировании оптимального развития венгерской радиорелейной сети

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 10

Статья содержит соображения, полезные перед расширением радиорелейной сети в любом направлении. Дается конкретный метод вычисления, который представляется на действующей сети. Целью оптимизации является минимизация конфликтной вероятности направления передачи информации.

ДК 621.396.74:654.19.021:65.011.44

Д-р Черни, Л:

Определение покрытия ТВ и УКВ—ЧМ передатчиков при помощи ЭВМ

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 10

Оценка РВ и телевизионных систем является важной задачей перед капитальными вложениями и после их свершений. Для получения точных результатов необходимо выполнять большой оръем вычислительных работ. Автор в статье, на основе своих теоретических результатов описывает такой метод вычисления на ЭВМ, который дает возможность при исследовании эффективности получить однозначные результаты с достаточной точностью.

ETO 621.372.57:658.524

Kovács O.:

Beállítási módszer bikvadratikus aktív RC alaptagok gyártásánál

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 10. sz.

A cikk bikvadratikus aktív RC alaptagok olyan beállítási módszerét tárgyalja, amely nagy pontosságú áramkörök sorozatgyártását teszi lehetővé. A módszer alkalmas arra, hogy az áramkörben fellépő másodlagos parazita jelenségek káros hatását is ki lehet küszöbölni. A közölt alkalmazási példa a gyakorlati felhasználást nagymértékben megkönnyíti.

ДК 621.372.57:658.524

Ковач, О.:

Метод регулировки активных, биквадратических RC звеньев при массовом производстве

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 10

Статья излагает такой метод активных, биквадратических RC звеньев, который дает возможность массового производства схемы с высокой точностью. Метод годен и для исключения вторичных паразитных явлений, возникающих в схеме. Данный пример в большей степени облегчает практическое применение.

Zusammenfassungen

DK 621.395(091):654.15(091)

Dr. Kozma, L.:

Der Fernsprecher ist 100 Jahre alt

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr 10.

Anlässlich der hundersten Jahreswende der Erfindung des Fernsprechers schildert der Verfasser die Entwicklung und Perspektive der Telephonie.

Summaries

UDC 621.395(091):654.15(091)

Dr. Kozma, L.:

The Telephone is 100 Years Old

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 10.

On the occasion of the 100th anniversary of the invention of the telephone, the development and prospects of the telephony are presented.

DK 621.396.43:621.396.7.029(439)

Csiminszky, Gy., Futó, P.:

Ingenieur- und mathematische Überlegungen bezüglich des Entwurfes der optimalen Erweiterung des ungarischen Mikrowellennetzwerkes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 10.

Der Aufsatz enthält jene Überlegungen, welche vor der Erweiterung des ungarischen Mikrowellennetzwerkes in jedwelcher Direktion, anwendbar sind. Eine konkrete Berechnungsmethode wird gegeben, welche Methode der Verfasser auf dem in der Wirklichkeit schon funktionierenden Teilnetzwerk darstellt. Die Zielsetzung der Optimierung ist die Minimalisierung der Wahrscheinlichkeit der Konflikte der Informationsübertragungs-Richtungen.

UDC 621.396.43.621.396.7.029(439)

Csiminszky, Gy., Futó, P.:

Engineering and Mathematical Considerations in the Design of Optimal Extension of the Hungarian Microwave Network

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 10.

The paper contains considerations applicable before the extension of the Hungarian microwave network in any direction. It gives a concrete computation method, proven in the partial network operations already in reality. The minimization of the probability of conflicts of the transmission directions of information is the object of optimization.

DK 621.396.74:654.19.021:65.011.44

Dr. Cserny, L.:

Die komputersierte Bestimmung des Ertrages durch Fernseh- und UKW-FM-Sender

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr 10.

Die Auswertung der Rundfunksysteme ist eine sehr wichtige Aufgabe sowohl vor den Investitionen, als auch nach deren Fertigstellung. Um genaue Ergebnisse zu erzielen, muss eine grosse Anzahl von Berechnungen ausgeführt werden. Der Verfasser erörtert auf Grund seiner ausgearbeiteten Ergebnisse solch eine komputersierte Methode, welche geeignet ist, um eindeutige Ergebnisse mit der erwünschten Genauigkeit in der Untersuchung der Wirksamkeit zu erreichen.

UDC 621.396.74:654.19.021:65.011.44.

Dr. Cserny, L.:

Computerized Determination of the Coverage for Television and VHF/UHF-FM Radio Transmitters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 10.

The evaluation of broadcasting systems is a very important task both before their investments and after their realization. To obtain accurate results a great volume of computation has to be carried out. On the basis of his elaborated theoretical results the author presents such a computerized method which is suitable to get unambiguous results with the required accuracy.

DK 621.372.57:658.524

Kovács, O.:

Einstellungsmethode bei der Serienfertigung von biquadratischen aktiven RC-Grund-Glieder

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr 10.

In dem Aufsatz wird solch eine Einstellungsmethode der biquadratischen aktiven RC Grund-Glieder erörtert, welche die Serienfertigung der Stromkreise von hoher Genauigkeit ermöglicht. Die Methode ist auch dazu geeignet, die schädliche Wirkung der sekundären parasitischen Phänomene zu eliminieren. Das erörterte Anwendungsbeispiel erleichtert die Anwendung in der Praxis in grosser Masse.

UDC 621.372.57:658.524

Kovács, O.:

Method of Adjustment in the Mass Production of Biquadratic Active RC Basic Sections

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) No. 10.

In the paper such a method of adjustment of biquadratic RC basic sections is discussed which enables the mass production of circuits with high accuracy. The method is suitable to eliminate the noxious effect of the secondary parasitic phenomena occurring in the circuit. The published example of application facilitates considerably the use in practice.

Résumés

CDU 621.395(091):654.15(091)

Dr. Kozma, L.:

100 ans du téléphone

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 10.

A l'occasion du 100-ième anniversaire du téléphone l'auteur résume le développement et les perspectives du téléphone.

CDU 621.396.43:621.396.7.029(439)

Csiminszky, Gy., Futó, P.:

Considérations techniques et mathématiques pour le projet de l'extension optimale du réseau à microondes en Hongrie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 10.

L'article traite des considérations applicables devant une extension en quelconque direction du réseau à microondes du pays. Méthodes de calcul concrètes sont décrites, étant démontrées par un réseau partiel en fonctionnement. Comme but de l'optimisation c'est la minimalisation de la probabilité des conflits des exigences de la transmission des informations.

CDU 621.396.74:654.19.021:65.011.44

Dr. Cserny, L.:

Détermination de la couverture des émetteurs TV et UHF—FM par un ordinateur

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 10.

L'évaluation des systèmes des émetteurs de radiodiffusion et télévision est une tâche très importante tant avant les investissements que après leur installation. Pour obtenir des résultats précis on doit faire calculations de très grand volume. L'auteur dans l'article présent-basant sur ses résultats théoriques élaborés- expose une méthode pour ordinateurs, apte à obtenir des résultats concordants et d'une précision requise en examinant l'efficacité.

CDU 621.372.57:658.524

Kovács, O.:

Une méthode de réglage pour la production en série des cellules RC des filtres actifs biquadratiques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) N° 10.

L'article expose une méthode de réglage des cellules RC des filtres actifs biquadratiques, donnant la possibilité d'une production en série des circuits à haute précision. La méthode est apte à éliminer l'effet désavantageux des phénomènes parasites secondaires, qui sont produits dans le circuit. L'exemple d'application présenté facilite considérablement l'utilisation pratique.

Az

Elektrim

ajánlata:



Központi telepes telefonkészülékek

- számtárcsával vagy anélkül
- számtárcsával és földnyomó-gombbal
- alulról megvilágított számtárcsával
- hívóáram-indikációval
- titkárnöi és igazgatói telefonkészülékek
- érmés távbeszélők

Helyi telepes telefonkészülékek

- íróasztali telefonkészülékek
- szerelők telefonkészülékei

Házi távbeszélők, belső beszélgetésekhez

- magánlakásokban
- hivatalokban

Kaputelefonok

Ezenkívül:

- automata előfizetői alközpontok
- kézi kapcsolású berendezések, helyi és központi teleppel
- kézi kapcsolású berendezések, konferenciák és a diszpécsterszolgálat számára

Elektrim

Lengyel Elektrotechnikai Külkereskedelmi
Vállalat Kft.

00-950 Warszawa, Lengyelország Czackiego 15/17

Táviratcím: ELEKTRIM-WARSZAWA

Telefon: 26-62-71 Telex: 814-351