

HÍRADÁS- TECHNIKA

12



HÍRADÁS- TECHNIKA

1978. December, XXIX. évfolyam, 12. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. GEFFERTH LÁSZLÓ—SIERANSKI MAREK: Számítógépprogramok nagyváltozású érzékenység meghatározására	353
M. REICHL—I. RUGE: Kisebbségi töltéshordozók élettartamának mérése szilíciumban a technológiai folyamatok közben	359
Az 1978. évi Európai Hálózatelméleti Konferenciáról	363
DR. JACHIMOVITS LÁSZLÓ: Kétkapú szórasmátrixa elemeinek nagy pontosságú mérése csomópont eltolásos módszerrel	365
CZEINER ANTAL: A helyközi távbeszélő-hálózat átviteli útjainak statisztikus jellemzői és megfigyelt használhatósága	369
Szemle	358
Energiaipari Távközlési Szeminárium Balatonkenesén	374
Az osztrák telefonhálózat tanulmányozása (Dr. Plank György)	375
Tartalmi összefoglalások	384
Обобщения	384
Zusammenfassungen	384
Summaries	384
Résumés	B/III.

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL, DR. FLESCH ISTVÁN, MAY PÉTER, MÉREY IMRÉNÉ. — 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: 1900 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi 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” Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149



Egyetemi Nyomda — 78.3416 Budapest, 1978. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

DR. GEFFERTH LÁSZLÓ — SIERANSKI MAREK
Budapesti Műszaki Egyetem
Híradástechnikai Elektronika Intézet

Számítógép programok nagyváltozású érzékenység meghatározására

ETO 519.68:621.3.089.52

A differenciális érzékenység számításánál feltételezzük, hogy az áramköri paraméterek értéke csak infinitesimálisan kicsit változik meg. Ily módon a differenciális érzékenység értéke adott frekvencián csak az áramkör felépítésétől, a paraméterek névleges értékétől függ. Ha az áramköri paraméter értéke nagyot változik, akkor a differenciális érzékenység számítási módszerek nem alkalmazhatók. Az áramköri paraméterek nagy megváltozásával több helyen is találkozhatunk: a minél olcsóbb áramkörökhöz szükséges a minél nagyobb toleranciájú elemek felhasználása; az áramkörök behangolásánál a hangolt elem paramétere változik nagyot; hibás áramkörök-nél a hibát éppen az okozza, hogy valamelyik áramköri paraméter értéke nagymértékben eltér az előírttól stb.

Az áramköri paraméterek véges nagy megváltozásával a nagyváltozású érzékenység foglalkozik [7]. A Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Elektronika Intézetében programokat dolgoztunk ki a nagyváltozású érzékenység számítására. Most e programok elméleti alapjait és szolgáltatásait ismertetjük.

1. Definíciók

Napjainkban több szerző is foglalkozik az áramköri paraméterek nagy megváltozásának hatásával, így a nagyváltozású érzékenységet is más és másféleképpen definiálták. Lényegileg azonban kétféle definíciója ismeretes.

Az első definíció szerint feltételezzük, hogy az áramköri paraméter véges megváltozása, Δx_i ismert. Ehhez meghatározzuk az F_j hálózati függvény megváltozását, ΔF_j -t, s a kettő hányadosa a nagyváltozású érzékenység [3, 5, 11]:

$$S'_{j,i} = \frac{\Delta F_j}{\Delta x_i} \quad (1)$$

Az így definiált nagyváltozású érzékenység megegyezik a differenciális érzékenységgel, ha $\Delta x_i \rightarrow 0$, s abból is kiszámítható [4]:

$$S'_{j,i} = \frac{S_{j,i}}{1 + \Delta x_i N' / N} \quad (2)$$

ahol $S_{j,i} = \partial F_j / \partial x_i$ a differenciális érzékenység, N az F_j hálózati függvény nevezője, N' pedig ennek x_i szerinti deriváltja.

A nagyváltozású érzékenység ilyen definíciója analízis feladatoknál célszerű. A differenciális és a nagyváltozású érzékenység közötti kapcsolatot lineáris áramkörök hibáinak lokalizálására is felhasználhatjuk [8].

A másik definíciónál a helyzet fordított. A hálózati függvény megengedett toleranciáját, $\pm \varepsilon$ -t tekintjük adottnak, s ehhez határozzuk meg az áramköri paraméternek azt a megváltozását, amely a hálózati függvény értékét a toleranciahatárra viszi. Jelöljük Δx_i^+ -val az áramköri paraméter növekedéséhez, Δx_i^- -val a csökkenéséhez tartozó azon megváltozásokat, amelyek mellett tehát a hálózati függvény értéke a toleranciahatáron lesz. A nagyváltozású érzékenységet az

$$L_i = \max \left\{ \frac{x_i}{\Delta x_i^+}; \frac{-x_i}{\Delta x_i^-} \right\} \quad (3)$$

képletből határozhatjuk meg, ahol a két hányados nagyobbikát tekintjük [1, 2].

A nagyváltozású érzékenységnek ezt a definícióját áramkörtervezésnél alkalmazhatjuk pl. az áramköri elemek toleranciájának kiosztására.

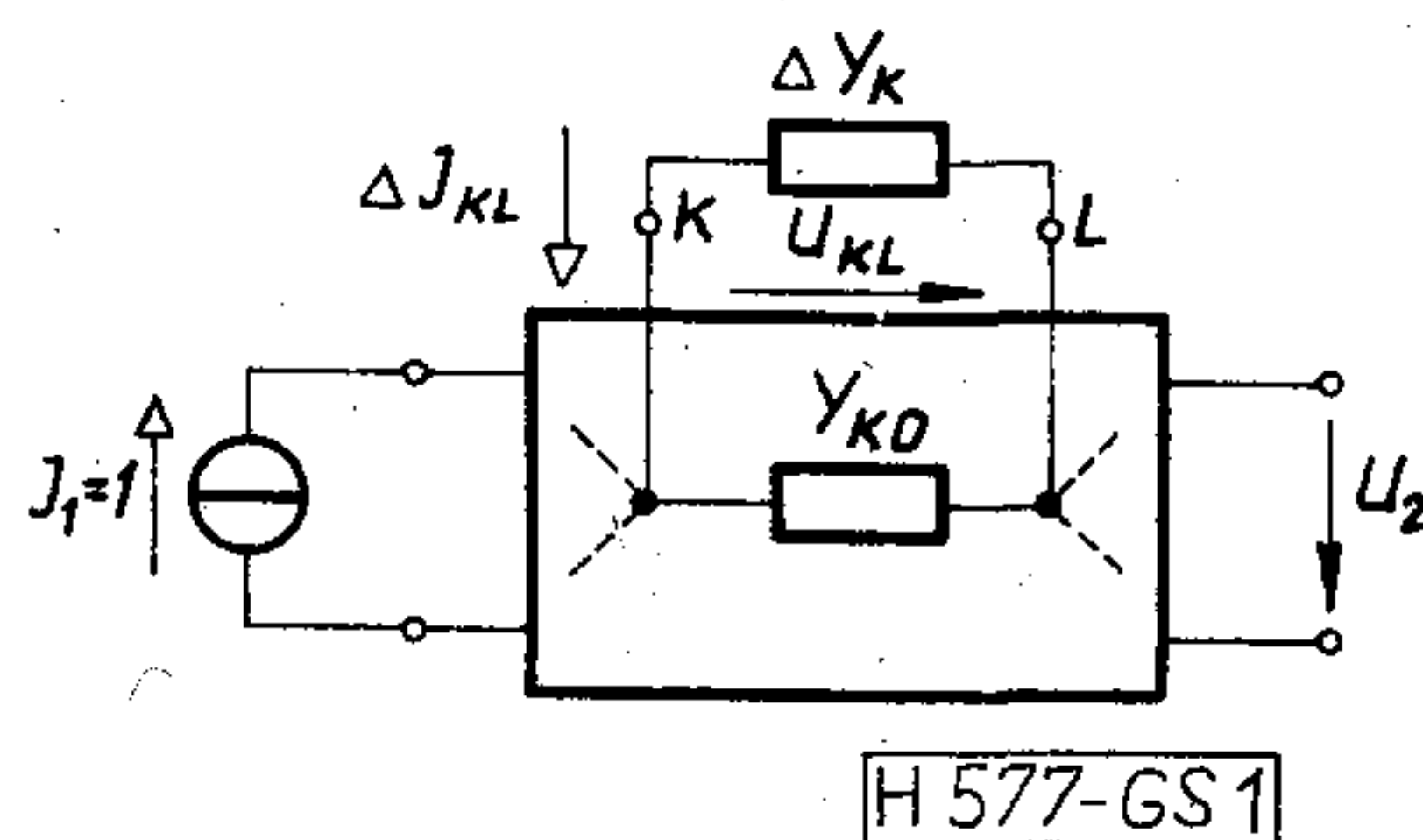
2. Számítási módszer

A hálózat leírására az indefinit admittancia mátrixot használjuk. Megfelelő átalakítással elérhető, hogy a vezérelt generátorok mindegyike, beleértve a műveleti erősítőt is, rendelkezék indefinit admittan-

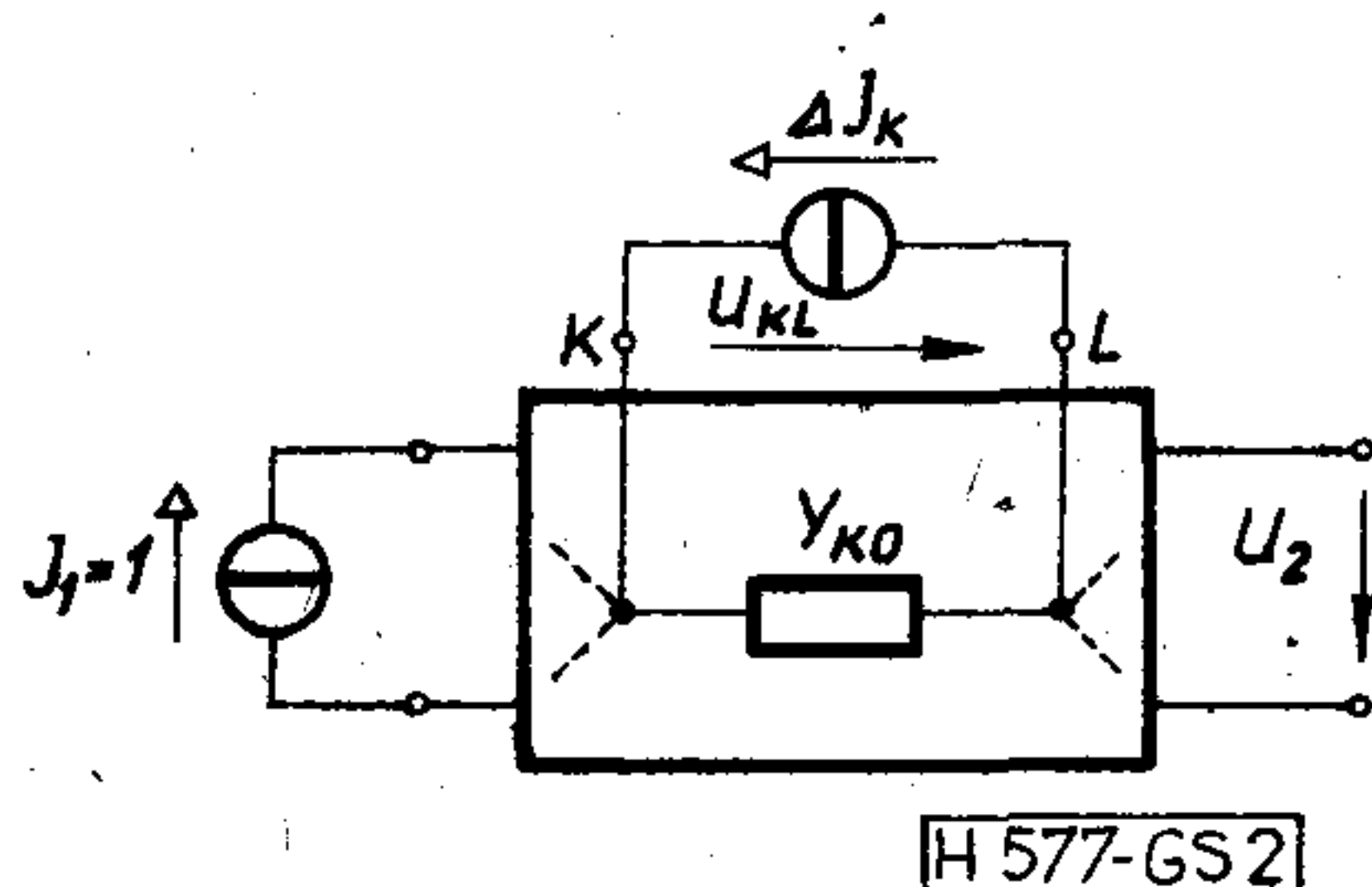
cia mátrixszal. A mátrix tetszőleges sorának és oszlopának törlése után a csomóponti admittancia mátrixot kapjuk meg, amely általában invertálható. A bemeneten egységnyi áramú gerjesztést alkalmazva az inverz mátrix elemei a hálózat csomópontjainak a feszültségét adják. A feszültségek ismeretében tetszőleges hálózatfüggvény értéke számítható. Az áramköri paraméterek megváltozását járulékos áramgenerátorral helyettesítjük, így a mátrix nem változik, csak az új áramgenerátor árama jelentkezik a gerjesztő áramok vektorában.

2.1. Számítás ismert megváltozás esetén

Tekintsük az 1. ábrát. Az ábrán feltüntettük az eredeti hálózatot, melyen az eredeti bemeneti és kimeneti kapu mellé egy harmadik kaput képeztünk. A kapu két csomópontját annak az Y_k elemnek bekötéseinél alkottuk meg, amelyre vonatkozóan a nagyváltozású érzékenységet számítani kívánjuk. Az Y_k admittancia ΔY_k megváltozását kiemeltük a hálózathoz, s mint az új kapun jelentkező terhelést vesszük figyelembe. Ezáltal a hálózat nem változott meg, az Y_k admittancia értéke maradt a névleges. Ezt jelöltük Y_{k0} -val.



1. ábra. Az admittancia megváltozása mint az eredeti hálózat újonnan képzett kapujának lezárása



2. ábra. Az admittancia megváltozásának helyettesítése járulékos áramgenerátorral

A kompenzációs tétel szerint a megváltozott hálózatban a feszültségek és az áramok nem változnak, ha az admittancia megváltozását olyan áramgenerátorral helyettesítjük, amelynek árama egyenlő a ΔY_k -n átfolyó árammal (2. ábra) [9].

Tetszőleges csomóponton a feszültséget most már a két áramgenerátor együttesen határozza meg:

$$U_j = z_{j1} + z_{jk} \Delta I_k - z_{j1} \Delta I_k, \quad (4)$$

ahol z -vel az invertált mátrix elemeit jelöltük.

Az Y_k admittancián a feszültség:

$$\begin{aligned} U_{kl} &= U_k - U_l = \\ &= z_{k1} - z_{l1} + (z_{kk} - z_{kl} - z_{lk} + z_{ll}) \Delta I_k. \end{aligned} \quad (5)$$

A ΔY_k -n átfolyó áram az Ohm-törvény szerint:

$$\begin{aligned} \Delta I_k &= -\Delta Y_k U_{kl} = \\ &= -\Delta Y_k \{z_{k1} - z_{l1} + (z_{kk} - z_{kl} - z_{lk} + z_{ll}) \Delta I_k\}, \end{aligned} \quad (6)$$

ahonnan

$$\Delta I_k = \frac{-\Delta Y_k (z_{k1} - z_{l1})}{1 + (z_{kk} - z_{kl} - z_{lk} + z_{ll}) \Delta Y_k}. \quad (7)$$

A kapott értéket a (4) kifejezésbe helyettesítve tetszőleges csomóponton levő feszültség, ebből pedig tetszőleges hálózatfüggvény számítható. Ha a hálózat vezérelt generátort is tartalmaz, a számítás elve akkor is hasonló [7], de itt most nem részletezzük.

2.2. Számítás a hálózatfüggvény adott tűrése esetén

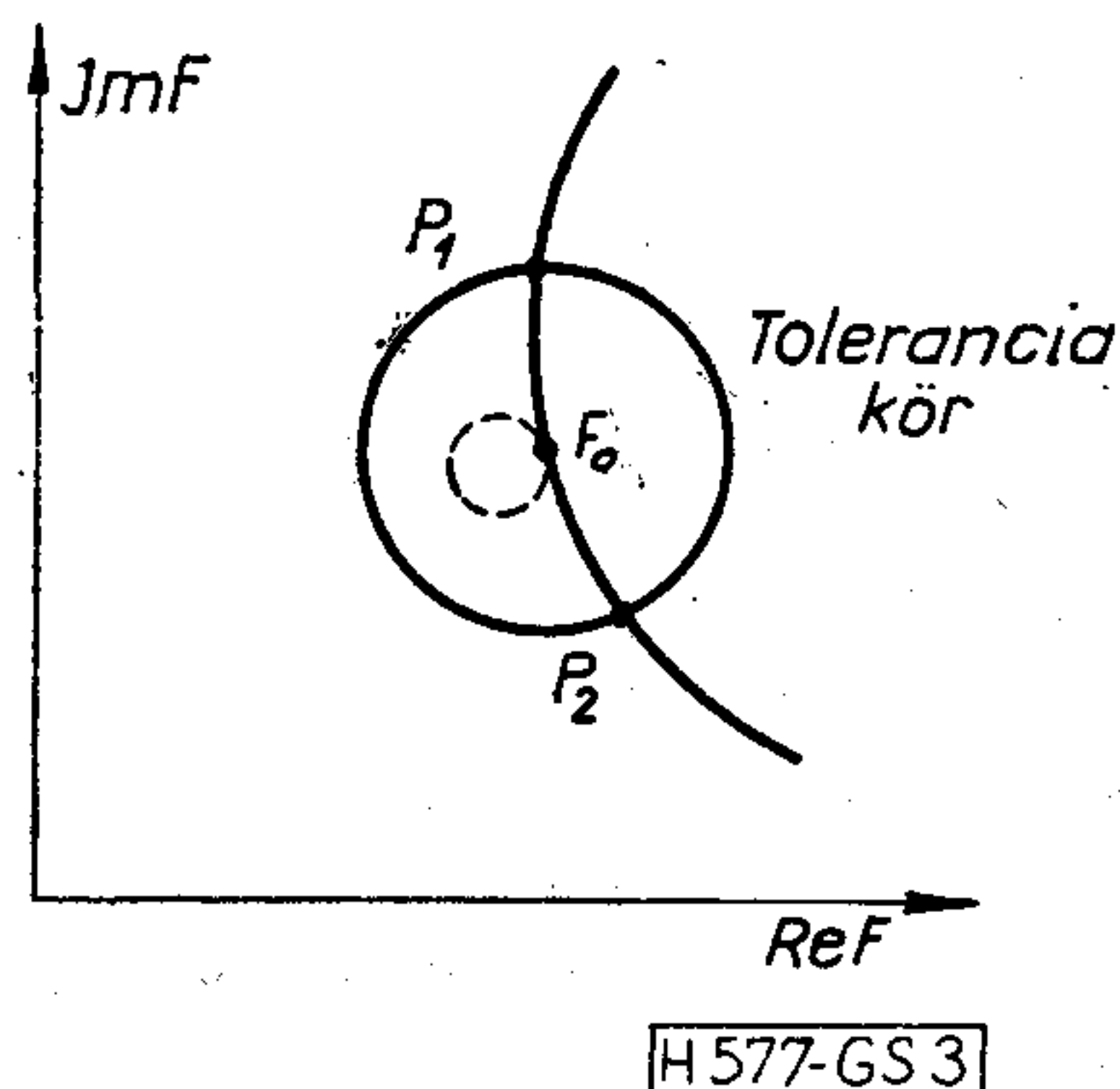
Egy F_j hálózatfüggvény tűrése többféleképpen is megadható. Az egyszerűség kedvéért tételezzük azonban most fel, hogy a tűrés körként van megadva a komplex F_j síkon. Nevezzük ezt a kört a továbbiakban toleranciakörnek. E kör bármely pontján a hálózatfüggvény még éppen teljesíti az előírást. Ahhoz, hogy a (4) kifejezésben szereplő járulékos áramgenerátor ΔI_k áramát meghatározhassuk, a (4) bal oldalán meghatározott értéknek kell állnia. Kérdés, hogy a toleranciakör mely pontját kell megadni a számításhoz.

Az áramköri paraméterek és a hálózatfüggvények közötti bilineáris kapcsolatot kihasználva a toleranciakörnek meghatározott pontját jelölhetjük ki. Ismeretes, hogy az

$$F = \frac{Ax_i + B}{Cx_i + D} \quad (8)$$

bilineáris transzformáció a valós x_i tengelyt körbe vagy egyenesbe viszi át a komplex F síkon. A (8)-ban szereplő eddig ismeretlen betűk komplex konstansokat jelölnek. A kört vagy egyenest az eredeti, névleges hálózat adatait is felhasználva határozhatjuk meg.

Rajzoljuk fel a komplex F síkon a hálózatfüggvény F_0 névleges értéke köré a toleranciakört, valamint az x_i változásának következtében leírt kört (3. ábra). A két kör metszéspontja (3. ábra P_1 és P_2 pont) megadja a járulékos áramgenerátor áramának meghatározásához szükséges értékeket. Ha a két körnek nincs metszéspontja, azaz a (8)-ból kapott kör a toleranciakör belsejébe esik (3. ábra szaggatott



3. ábra. A P_1 és P_2 pontokból a hálózatfüggvény értéke a tolerancia határain meghatározható

vonallal rajzolt kör), akkor ez azt jelenti, hogy a kérdéses áramköri paraméter bármekkora változhat, a hálózathatár ezen a frekvencián mindig teljesíti az előírást. Ezt az esetet relatív érzéketlenségnek neveztük el, mivel ez függ az előírásoktól. Ha a hálózathatár egyáltalán nem változik egy adott x_i paraméter változásakor, azaz a hálózathatár független x_i -től, akkor pontot kapunk a transzformációval. Ezt az esetet abszolút érzéketlenségnek neveztük el, mivel ez független az előírásoktól, és csak az áramkör felépítésétől függ.

3. A programok ismertetése

A nagyváltozású érzékenység számítására a két definíciónak megfelelően két program készült el: ANATOL (ANALízis és TOLerancia számítása), valamint BERTOLD (Butler-féle ERzékenység és TOLerancia Direkt meghatározása). E programok az Egyetemi Számítóközpont RAZDAN 3 gépére készültek ALGOL nyelven. A programok a KEPAN—74 analízisprogram [6] bővítései, illetve módosításai, segítségével analóg, lineáris, koncentrált paraméterű, időinvariáns hálózatok nagyváltozású érzékenysége számítható [10]. Megengedett elemek:

- koncentrált paraméterű ellenállás, induktivitás, kapacitás,
- véges vezérlési tényezőjű, de egyébként ideálisnak tekintett műveleti erősítő,
- ideális vezérelt generátorok,
- elosztott paraméterű, homogén, háromrétegű RC vonal, de erre nagyváltozású érzékenység számítása nem kérhető.

A hálózatot elemenként adjuk meg, az elemre jellemző kódszámmal, a bekötési csomópontok sorszámaival és az elem értékével. A vizsgálati frekvenciákat pontonként vagy intervallumként adhatjuk meg. Ez utóbbi esetben a határok mellett csak a frekvenciapontok számát kell megadni.

Mindkét program kiszámítja a névleges hálózathoz a feszültség transzfer függvény abszolút értékét és fázisát, e függvénynek, valamint a bemeneti és a kimeneti impedanciának a valós és képzetes részét a kért frekvenciákon. Az egyes programok ezen túlmenő számításait a bemenő adatokban szereplő ún. opciók segítségével vezérelhetjük.

3.1. Az ANATOL program szolgáltatásai

Ezzel a programmal minden frekvencián az összes kijelölt passzív és aktív elemre meghatározhatjuk az előbb említett hálózathatár megváltozott értékét vagy a névleges értéktől való eltérést az elem értékének adott megváltozása esetén. A bemenő adatokkal adható meg, hogy a program a következők közül mivel számol:

- egyetlen toleranciával, pl. 10%,
- két, lineárisan szimmetrikus toleranciával, pl. +20% és -20%,
- két, logaritmikusan szimmetrikus toleranciával, pl. +100% és -50%,

- rövidzár és szakadás,
- logaritmikus léptékű tolerancia értékekkel.

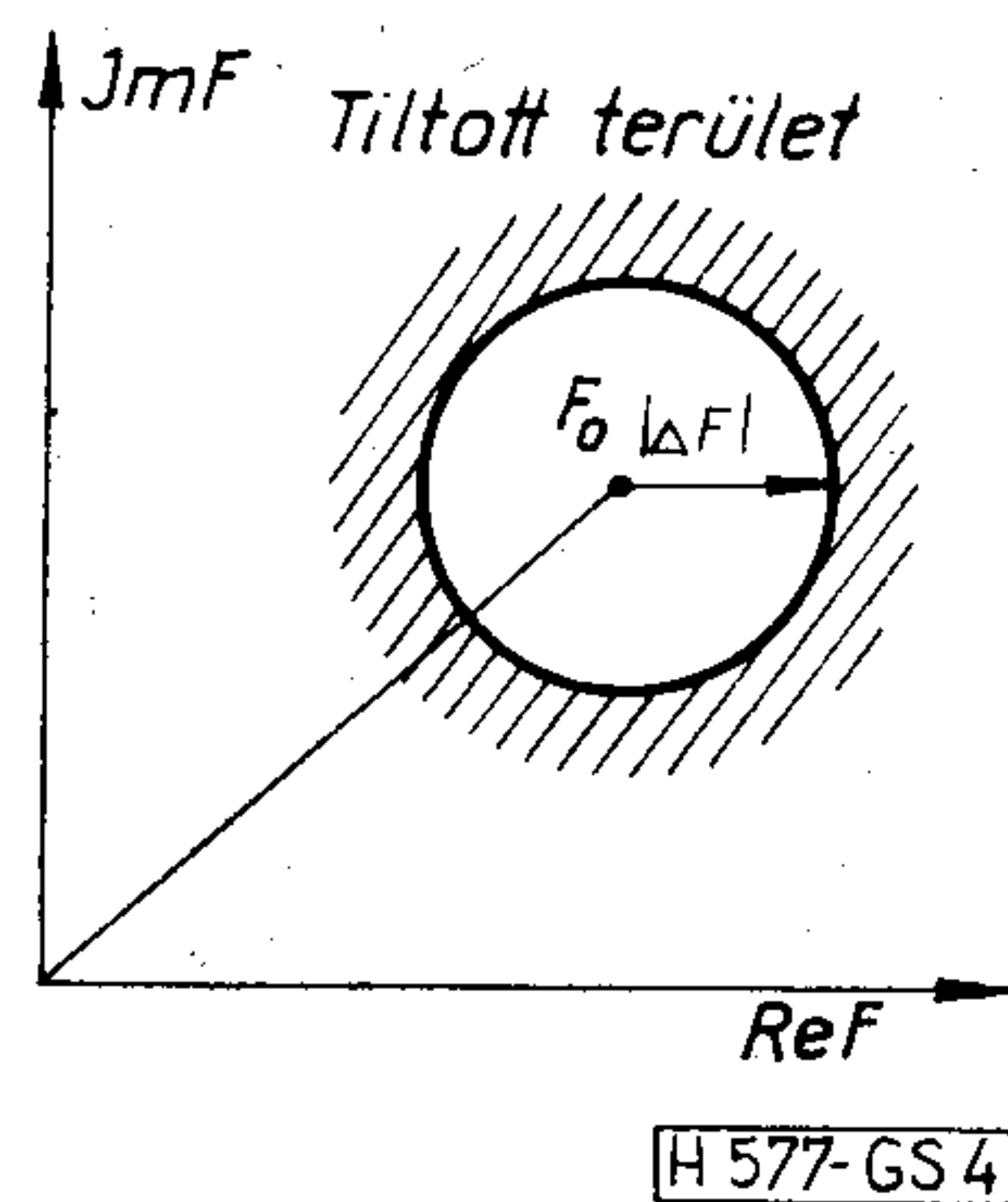
Egy elemhez többféle számítás is rendelhető.

3.2. A BERTOLD program szolgáltatásai

A BERTOLD programmal minden frekvencián meghatározható a kijelölt passzív és aktív elemek megváltozása ahhoz, hogy a hálózathatár ne lépjen ki a tűrésmezőből. A nagyváltozású érzékenység számításánál feltételezzük, hogy csak egyetlen áramköri paraméter értéke változik.

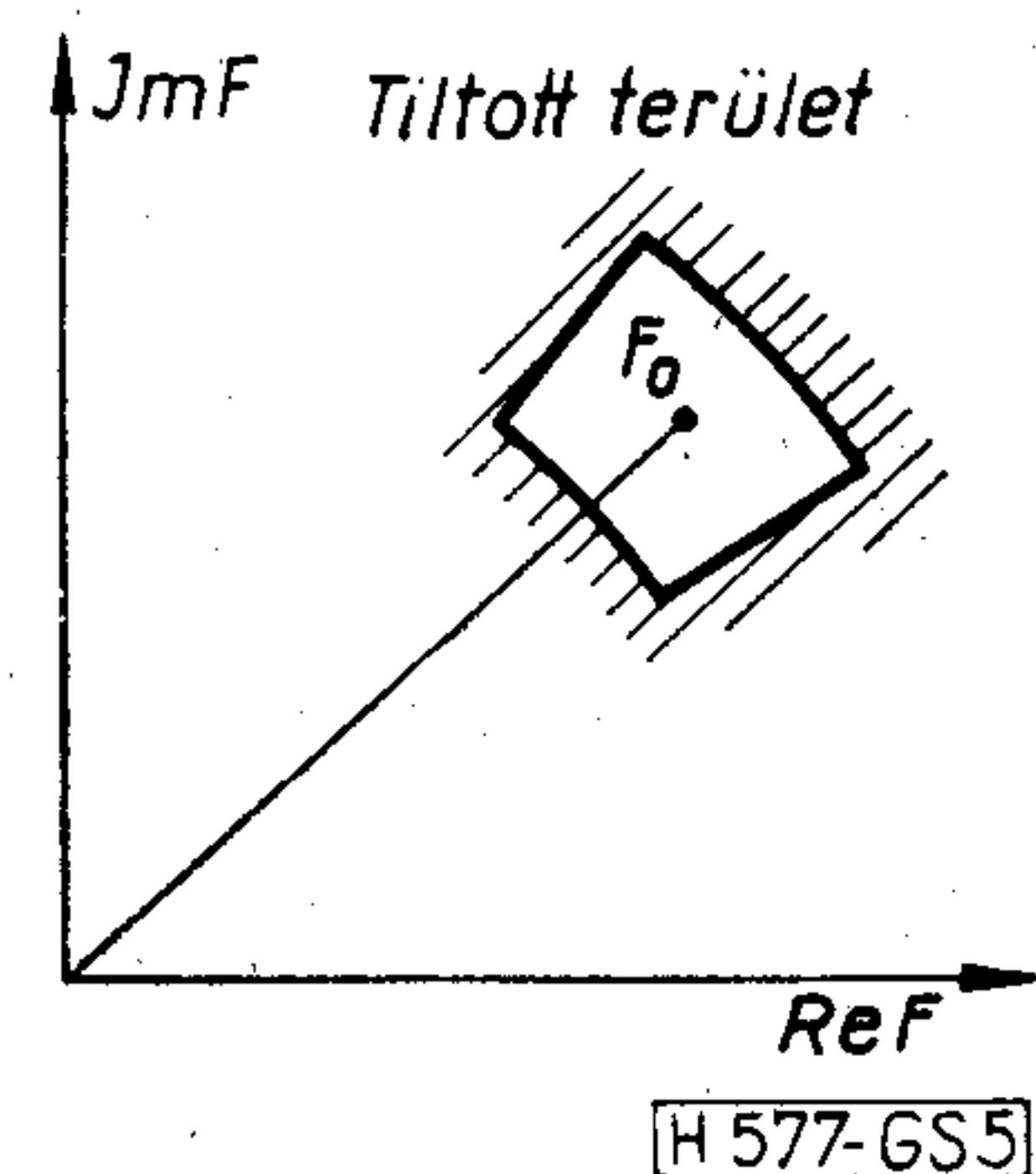
A hálózathatár tűrésmezeje megadható a névleges értéktől való eltérés abszolút értékének a névleges érték abszolút értékéhez viszonyított százalékkal (4. ábra):

$$r = \frac{|\Delta F|}{|F_0|} [\%]. \quad (9)$$



4. ábra. A hálózathatár tűrésmezeje lehet kör

A feszültség transzfer függvény esetén a tűrésmezőt másféleképpen is megadhatjuk. Előírhatjuk az abszolút toleranciáját dB-ben, valamint a fáziszög toleranciáját fokban (5. ábra).



5. ábra. A hálózathatár tűrésmezeje lehet dB-ben és fokban is megadva

Nem szükséges, hogy a feszültség transzfer függvény, a bemeneti és a kimeneti impedancia toleranciái mind szerepeljenek. Ilyenkor a program csak a megadott toleranciát tekinti, a többi figyelmen kívül hagyja. Ha több hálózathatár van előírva, akkor az áramköri paraméternek a legszigorúbb előírást is kielégítő megváltozását határozza meg a program. A program külön kijelzi a 2.2. pontban definiált abszolút és relatív érzéketlenséget.

4. A programok felhasználási lehetőségei

Az ANATOL program az áramköri paraméterek ismert megváltozásához határozza meg a hálózatfüggvények értékét, így ez a program analízisfeladatoknál használható. Ellenőrizhető vele a differenciális érzékenységgel végzett számítások helyessége, ha az áramköri paraméter értéke nem elhanyagolhatóan kicsit változik meg. Az analóg, lineáris áramkörök diagnosztikájában a direkt módszerek görbéinek felvételéhez, a hibaszimulációs módszerekénél pedig a „hibás” eset szimulálásához nyújt hasznos segítséget [8].

A BERTOLD program előírt hálózatfüggvény toleranciához keresi meg az egyes áramköri paraméterek megengedett megváltozását. Az analóg diagnosztikában egyszeres hibák lokalizálására szolgáló néhány direkt módszernél használható. A program csekély átalakítással önálló diagnosztikai programként is használható. A BERTOLD program az áramköri elemek toleranciakiosztásához is hasznos segítséget nyújthat.

5. Mintapéldák

5.1. Wien-osztó

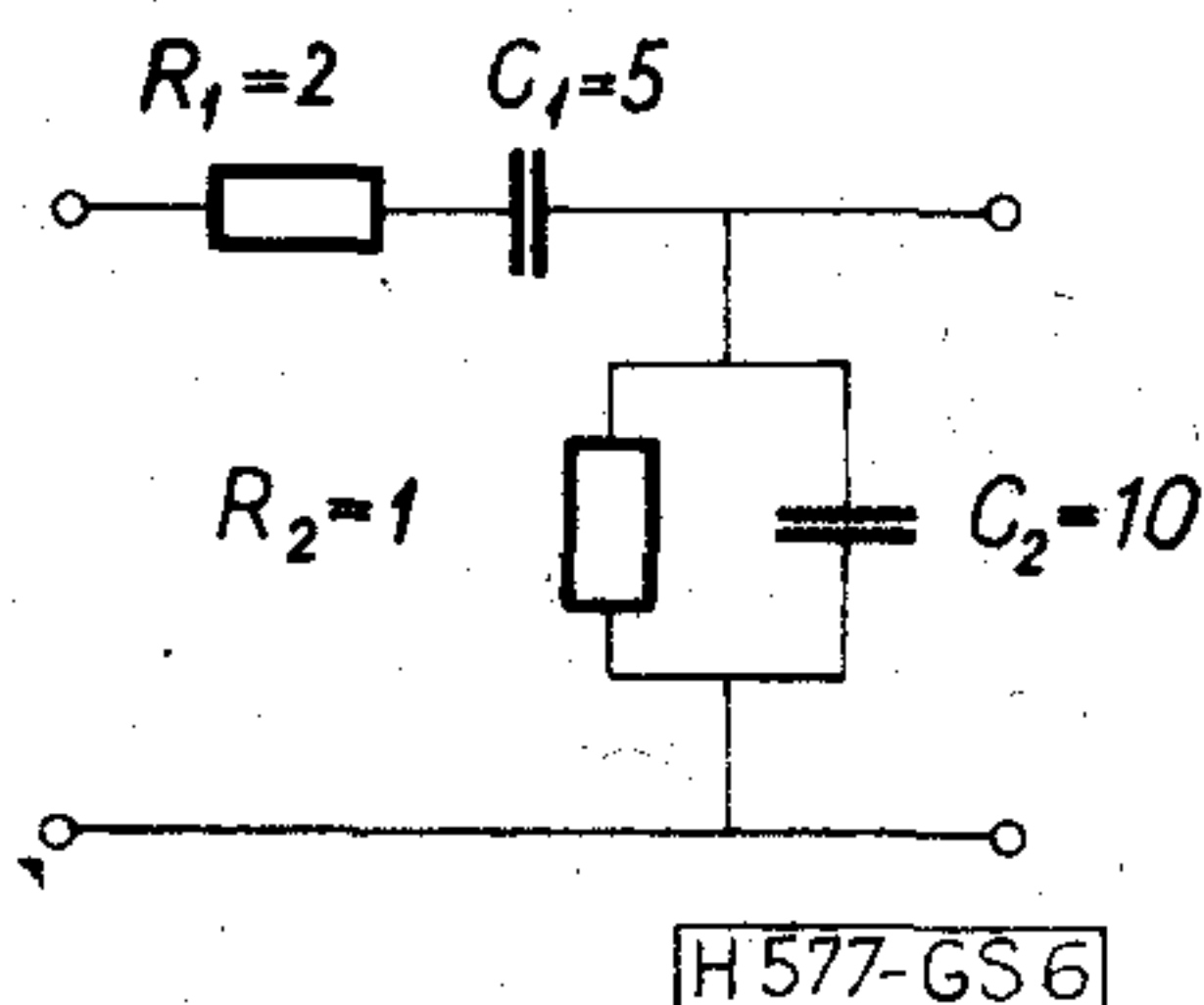
Tekintsük a 6. ábrán felrajzolt Wien-osztót. Az osztó a 0,1 relatív frekvenciára van kiharangolva. Ezen a frekvencián a feszültség transzfer függvény abszolút értéke $-10,881$ dB, a fázisszöge 0 fok.

A $0,09-0,111$ frekvenciatartományban vizsgáltuk a kapcsolást. Először a BERTOLD programot alkalmaztuk oly módon, hogy a hálózatfüggvény eltéréseit relatív értékekkel adtuk meg: a feszültség transzfer függvény abszolút értéke $0,5$ dB-t, a fázisa 5 fokot térhet el a névleges értéktől. A Butler szerinti nagyváltozású érzékenységet a 7. ábra mutatja. Látható, hogy a relatív toleranciák miatt az érzékenység közel állandó ebben a szűk frekvenciasávban, valamint a kapcsolás a kapacitásokra érzékenyebb.

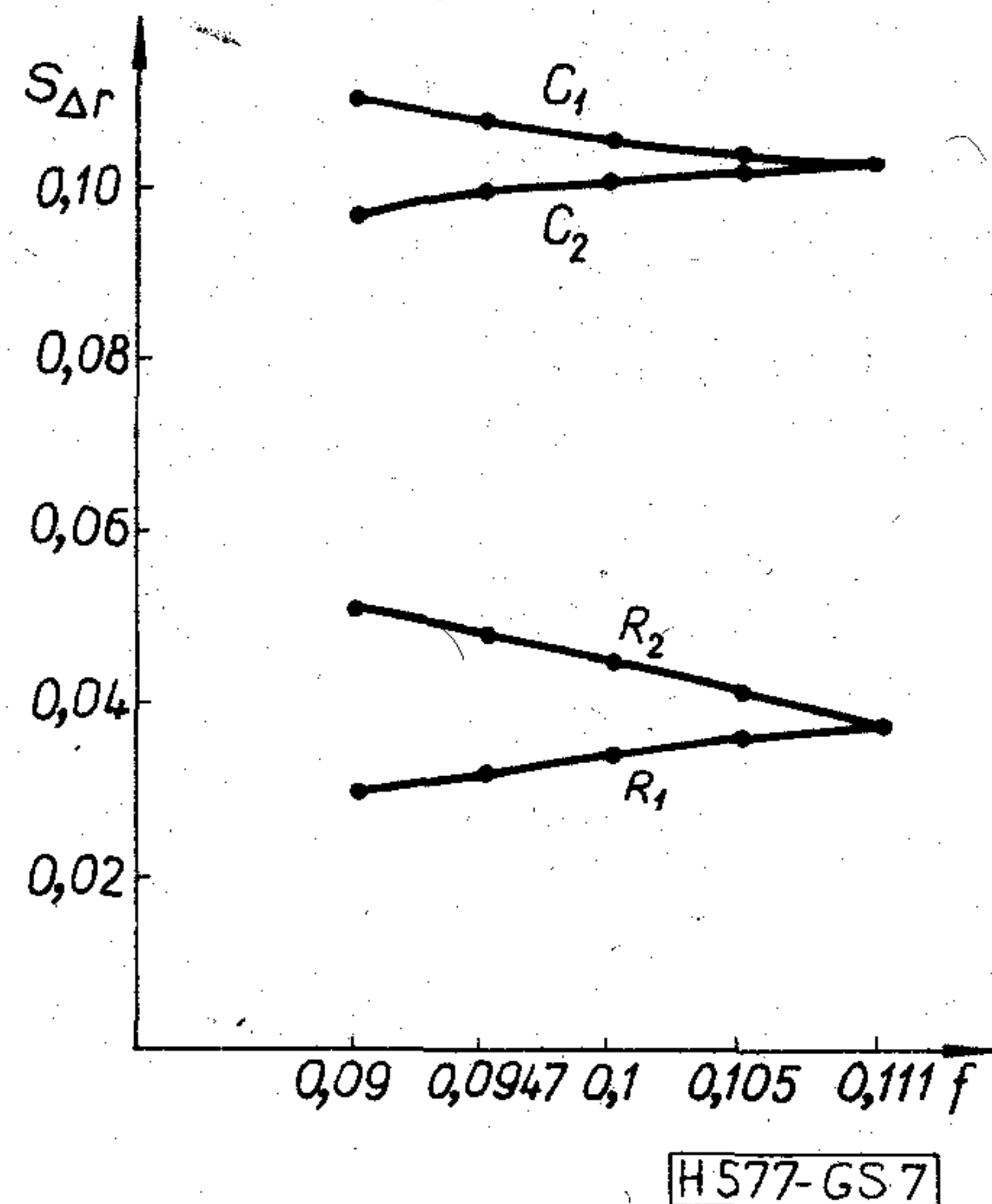
Az érzékenység ilyen számítása a differenciális érzékenység számításához áll közel.

Gyakran kíváncsiak vagyunk arra, hogy a megtervezett kapcsolás hogyan teljesíti az előírt specifikációt. Ilyenkor fix toleranciahatárokat, specifikációt adunk meg.

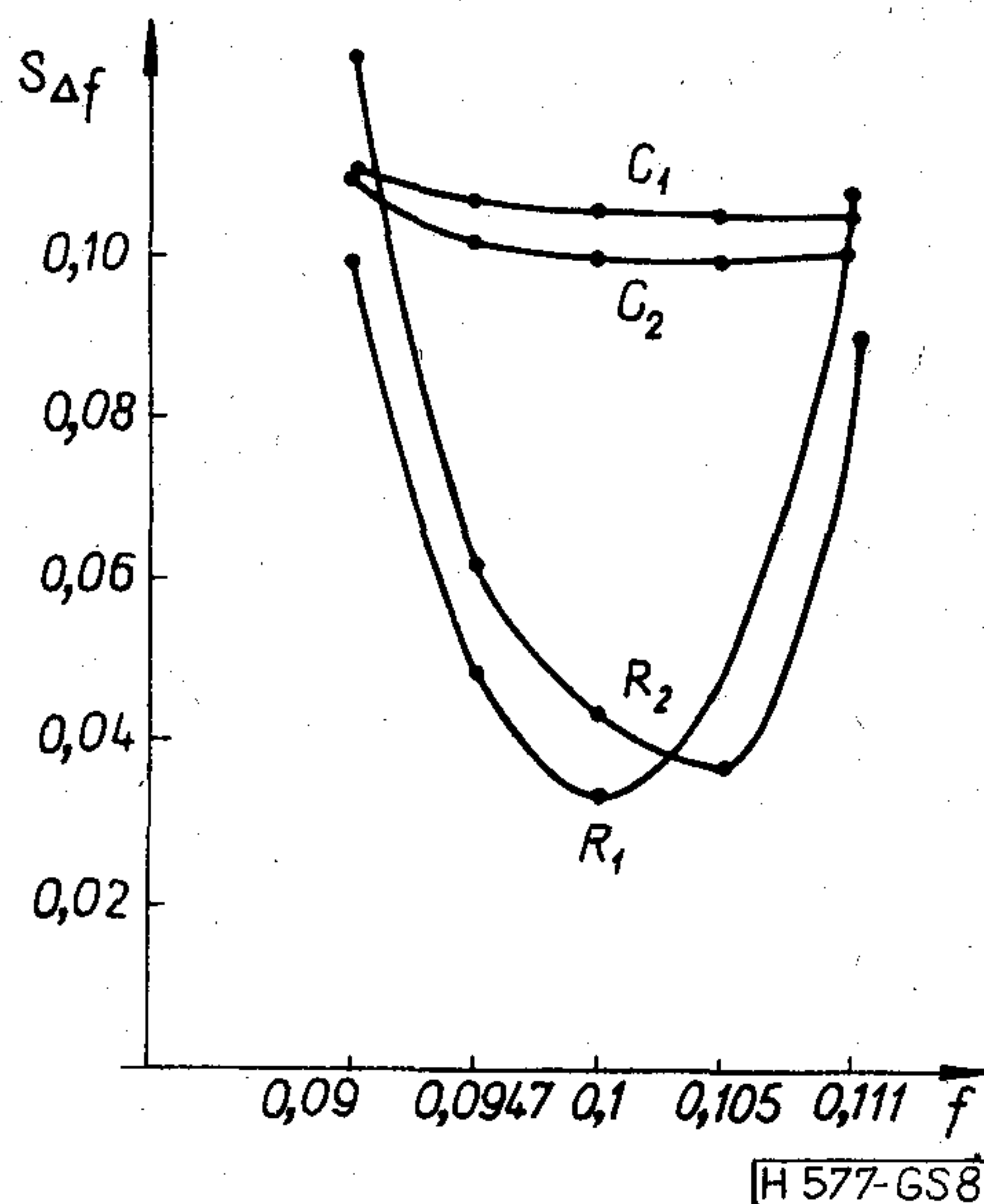
Legyen a Wien-osztó feszültség transzfer függvényének specifikációja: az abszolút érték $-10,381$ és $-11,381$ között, a fázisszög 5° és -5° között változhat. A bemenő impedanciára nem teszünk előírást. A BERTOLD program eredményeit a 8. ábrán rajzoltuk fel. Látható, hogy az érzékenység



6. ábra. Wien-osztó



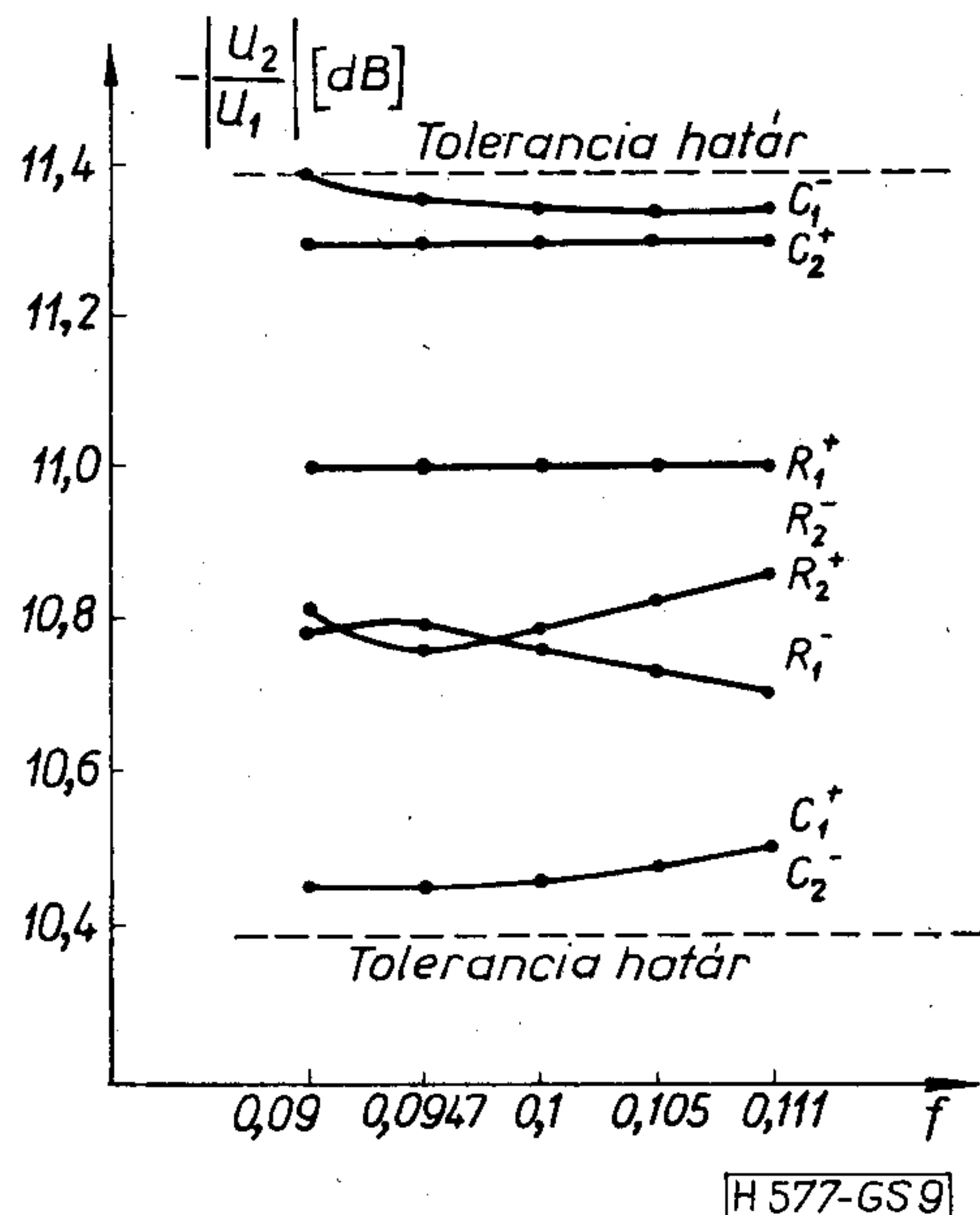
7. ábra. A Wien-osztó nagyváltozású érzékenysége Butler szerinti értelmezésben relatív toleranciával



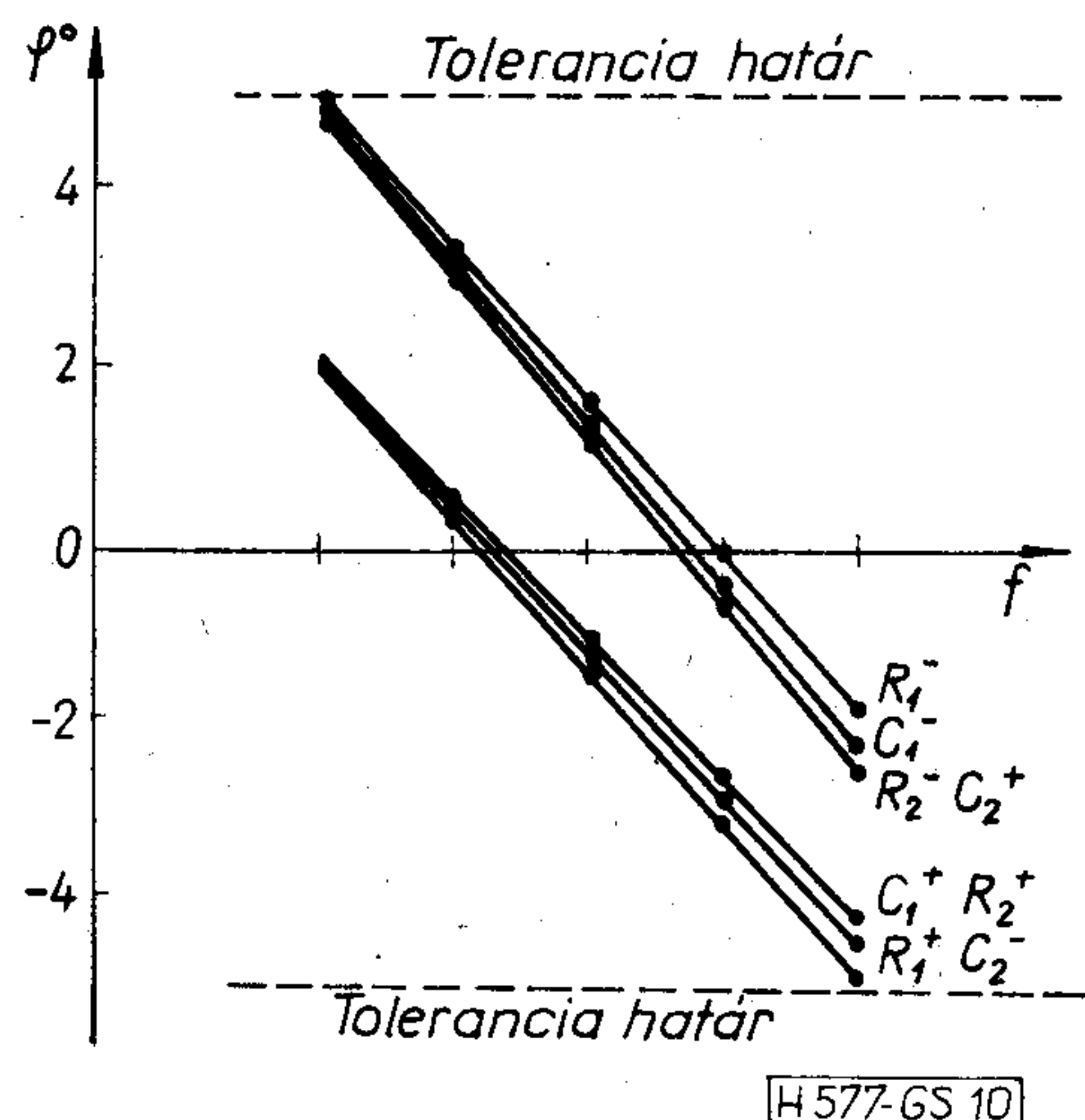
8. ábra. A Wien-osztó nagyváltozású érzékenysége Butler szerinti értelmezésben fix toleranciával

menete megváltozott. Ez abból következik, hogy a hálózatfüggvény névleges értéke a sávhatárokon jobban megközelíti a specifikációban megengedett értékeket, s így az egyes elemek értéke kevesebbet változhat, ami a (3) képlet alapján nagyobb érzékenységet jelent. Ha tehát elő kívánjuk írni az egyes elemek toleranciáit, akkor a 8. ábra alapján a sávhatárokon mutatott érzékenységeket kell figyelembe venni.

Az ANATOL programmal megvizsgáltuk az áramkört abban az esetben, ha az egyes elemek toleranciáit a BERTOLD program alapján a sávhatárokon mutatott érzékenységből szimmetrikusan határoztuk meg. A 9. ábra a feszültség transzfer függvény abszolút értékét, a 10. ábra a fázist mutatja. Szaggatott vonallal bejelöltük a hálózatfüggvény megengedett toleranciáit. Az ábrákból leolvashatóan a Wien-osztó fázisa az adott sávban lényegesen változik, míg az amplitúdó karakterisztikája lényegében állandó.



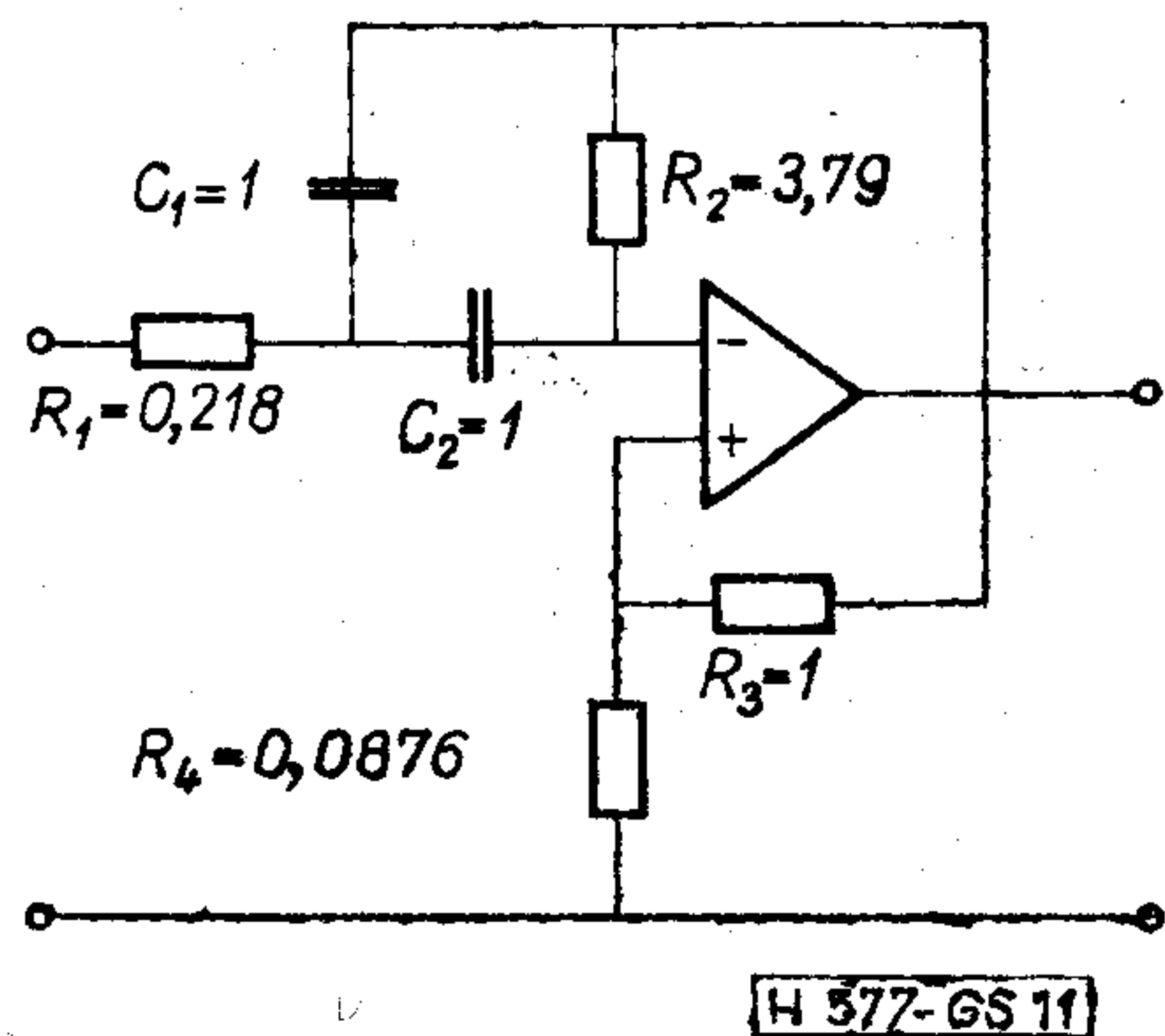
9. ábra. A Wien-osztó feszültség transzfer függvénye



10. ábra. A Wien-osztó fázisa

5.2. Deliyannis-féle alaptag

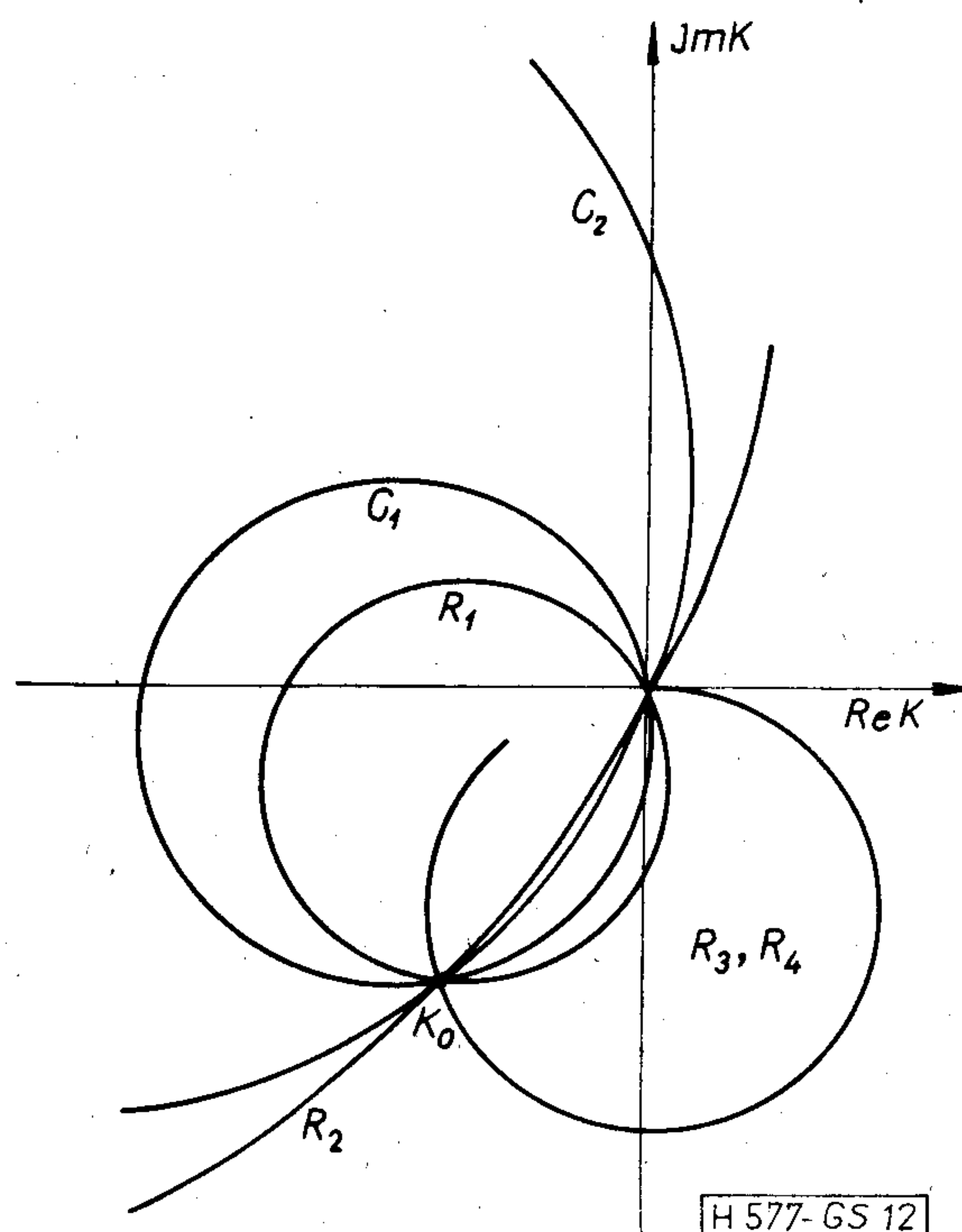
Tekintsük a 11. ábrán felrajzolt Deliyannis-féle alaptagot. Említettük, hogy e programok segítséget nyújthatnak analóg, lineáris áramkörök diagnosztikájához. A [8]-ban ismertetett hibalokalizációs mód-



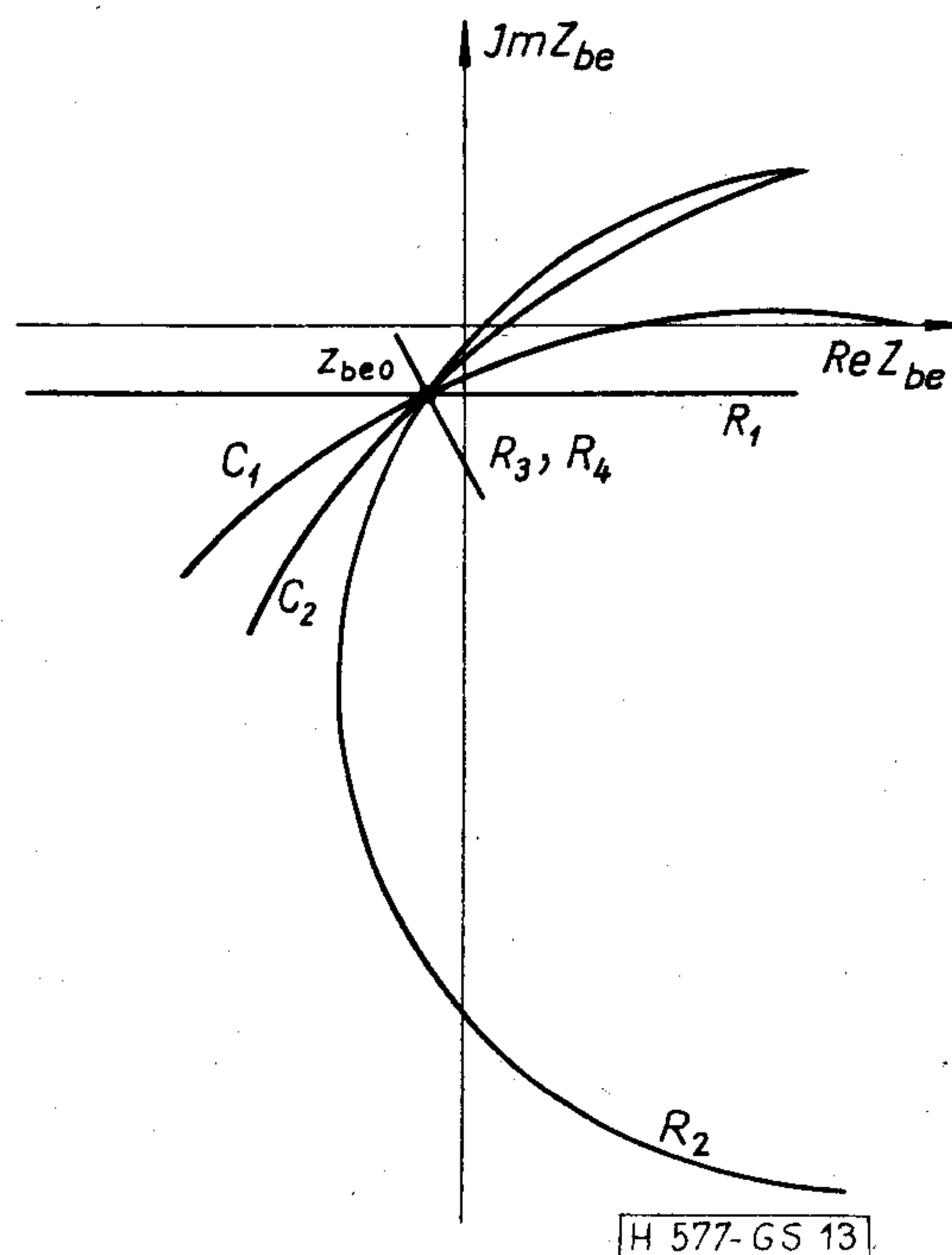
11. ábra. Deliyannis-féle alaptag

szor alkalmazásához szükség van a (8) egyenlet által definiált bilineáris transzformációval nyerhető görbék felvételére. Célunk olyan frekvencia és hálózatfüggvény választása, hogy lehetőleg minden elem megkülönböztethető görbével rendelkezzen.

A görbék felvételéhez szükséges adatok kiszámítására az ANATOL programot használtuk. Vizsgálati frekvenciának az egységnyi frekvenciát, hálózatfüggvénynek a feszültség transzfer függvényt választottuk. A kapott görbék a 12. ábrán láthatók. A görbék



12. ábra. A Deliyannis-féle alaptag feszültség transzfer függvényének változása az egyes elemek megváltozásakor



13. ábra. A Deliyannis-féle alaptag bemenő impedanciájának változása az egyes elemek megváltozásakor

felrajzolása után kitűnt, hogy $0 \leq R_1 \leq R_{10}$ és $0 \leq C_1 \leq C_{10}$ tartományban R_1 és C_1 elemekhez tartozó görbék túl közel futnak egymáshoz. Ugyanez a helyzet a $0 \leq R_2 \leq R_{20}$ és $0 \leq C_2 \leq C_{20}$ esetekben is. Így az R_1 és C_1 , valamint az R_2 és C_2 elemek a hibalokalizálás során a mérési pontatlanság és a többi elem toleranciája miatt valószínűleg nem különböztethetők meg egymástól.

Ezért ugyanezen a frekvencián újabb hálózatfüggvényt választottunk: a bemenő impedanciát. A kapott görbéket a 13. ábra mutatja. Az ábráról leolvasható, hogy az előbbi kritikus esetekben a görbék most távol vannak egymástól. Így diagnosztika céljára a két ábra együttesen használandó. Az R_3 és R_4 ellenállások görbéi azonosak, mivel a műveleti erősítő erősítési tényezőjét beállító feszültségosztóról van szó. Természetesen a görbe egy pontjához más R_3 és más R_4 érték tartozik.

6. Összefoglalás

A cikk a BME—HEI-ben kidolgozott programokat ismerteti, amelyekkel nagyváltozású érzékenység számolható. Az ANATOL program az áramköri paraméter ismert megváltozásához számolja ki a feszültség transzfer függvény, a bemeneti és a kimeneti impedancia megváltozott értékeit. A BERTOLD programmal az előbbi függvények külön-külön vagy együttesen előírt toleranciáihoz határozható meg az egyes áramköri paraméterek megengedett megváltozása, ha közben a többiek névleges értékűek. Az áramköri paraméterek megváltozását járulékos áramgenerátorral helyettesítjük. Így egy frekvencián egyetlen inverzióval az összes paraméter tetszőleges számú megváltozása egyszerű aritmetikai műveletekkel kezelhető. A programok RAZDAN számítógépre készültek ALGOL nyelven.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki dr. Géher Károly egyetemi tanárnak, a műszaki tudományok doktorának értékes tanácsaiért.

IRODALOM

- [1] E. M. Butler: Realistic Design Using Large-Change Sensitivities and Performance Contours. IEEE Tr. on Circuit Theory vol. CT-18 No. 1. January 1971. pp. 58—66.
- [2] E. M. Butler: Large-Change Sensitivities for Statistical Design. The Bell System Technical Journal vol. 50 No. 4. April 1971. pp. 1209—1224.
- [3] T. Downs: A Note on the Computation of Large-Change Sensitivities. IEEE Tr. on Circuit Theory vol. CT-20 No. 6. November 1973. pp. 741—742.
- [4] J. K. Fidler, C. Nightingale: Differential-incremental relationships. Electronics Letters vol. 8. 1972. pp. 626—627.
- [5] R. N. Gadenz, M. G. Rezai-Fakhr, G. C. Temes: A Method for the Computation of Large Tolerance Effects. IEEE Tr. on Circuit Theory vol. CT-20 No. 6. November 1973. pp. 704—708.
- [6] Gefferth László: KEPAN—74 Koncentrált és elosztott paraméterű hálózatok analízise. Tanulmány és programleírás a REMIX Rádiótechnikai Vállalat részére, 1974.
- [7] Gefferth László: A nagyváltozású érzékenység és alkalmazása. Híradástechnika XXVI. évf. 6. szám, 169—176. oldal, 1975 június.
- [8] Gefferth László: Egyszeres hibák lokalizálása lineáris áramkörökben. Híradástechnika XXVIII. évf. 2. szám, 33—41. oldal, 1977 február.
- [9] P. J. Goddard, P. A. Villalaz, R. Spence: Method for the Efficient Computation of the Large-Change Sensitivity of Linear Nonreciprocal Networks. Electronics Letters vol. 7. No. 4. February 1971. pp. 112—113.
- [10] Sieranski, Marek: Az elemtoleranciák számítógépes vizsgálata és a nagyváltozású érzékenység számítása. Diplomaterv, BME—FIEI 1976.
- [11] E. V. Sorensen: General Relations Governing the Exact Sensitivity of Linear Networks. Proc. IEE vol. 114. No. 9. September 1967. pp. 1209—1212.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

A mágneslemez adat rögzítő rendszereknek, mint a nevük is mutatja, az alapja a tasztatúra és a mágneslemez valamilyen formája. Az adat rögzítés velük gyors és megbízható, remélhető, hogy a 7 évvel ezelőtti megjelent berendezések további fontos szerephez jutnak az adat rögzítésben. Az elkövetkező 7 évben mind a hardware, mind a software gyorsan fog fejlődni és a gyors fejlődés kétirányú lesz: az egyik az elosztott adatfeldolgozás, a másik az adatbázison alapuló adatfeldolgozási rendszer. A key-to-disc rendszerek kiválóan alkalmazhatók lesznek az előbbi irányzat megvalósítására, de ha a technológiai fejlődés elég gyors és ennek következtében az árcsökkenés elég nagy lesz, megvalósíthatóvá válik az ideális állapot, az adatbázison alapuló elosztott adat rögzítés is. Ehhez mind a felhasználandó központi egységekhez, mind a háttérmemóriáknak elég nagyoknak és elég olcsónak kell lenniük. A lemez-kapacitás növelésében nem várható gyors fejlődés, de az 50 MByte-os lemezegységek ára 1980-ban már csak 1000 dollár körül lesz. (Data Processing, 1978. febr. [507].)

Már 10 éve, megszakítás nélkül üzemel a Siemens kutató laboratóriumában a 25 W-ot szolgáltató áramfejlesztő telep, amely a hőenergiát közvetlenül elektromos energiává képes átalakítani. Ilyen kísérletről más még nem számolt be. A berendezés mentes a levegőt szennyező égéstermékektől, egyetlen égésterméke a víz, mivel hidrogént éget el oxigénnel, elektrolitként kálium-hidroxidot használva. Az elmúlt évben 9,6 kp hidrogént és 100,1 kp oxigént fogyasztott. Az energiaátalakítás hatásfoka igen kedvező: 50% (a hidrogén kp-onkénti égéshőjére vonatkoztatva). A berendezés rendkívül egyszerű, nem igényel különleges karbantartást és felügyeletet, várható élettartama igen nagy. Célszerű felhasználási területei a felügyelet nélküli mérő-, relé- és átjátszó állomások, valamint az olyan helyen lévő berendezések alap-, ill. szükségáramforrásként, amelyek csak nehezen közelíthetők meg. (Funkschau, 1978. jan. 13. [509].)

Kisebbségi töltéshordozók élettartamának mérése szilíciumban a technológiai folyamatok közben

ÉTO 537.311.322;537.572;669.782-172

A töltéshordozók élettartamának mérése mindig nagyon fontos feladat volt. Ennek a kérdésnek a fontosságát az élettartam kétirányú jelentősége okozza. Egyrészt az élettartam erőteljesen befolyásolja a félvezető eszköz elektromos tulajdonságait, másrészt rendkívül érzékenyen változik a kristályhibák és szennyezők hatására. Az élettartam nagyon gyakran összekötő kapocs az eszköz és az alapanyag tulajdonságai között.

A kisebbségi töltéshordozók élettartamának szilíciumban való mérésére sok módszer ismeretes [1–8], de ezek közül csak néhány alkalmas a technológiai műveletek után közvetlenül az elemi szilíciumban levő töltéshordozók élettartamának mérésére. Ezek a felületi fotofeszültség módszer [5], a fotovezetés csökkenés módszere [6] és a fotoárammérési eljárás [7, 8], mely utóbbi a cikk részét képezi. A felületi fotofeszültség és a fotoáram módszerek nagy felületi felbontást biztosítanak [8, 9] ami az élettartam felületi elosztás mérésénél (profil mérés) fontos lehet. A felületi fotofeszültség módszernél azonban pontosan ismerni kell a fény behatolási mélységét ahhoz, hogy viszonylag bonyolult kiértékelő eljárással megkapjuk a helyes végeredményt.

A fotoáram módszer, melyet először Reichl és Bernt alkalmaztak [7], egy homogénen megvilágított Schottky kontaktus fotoárama váltakozó áramú komponensének mérésén alapszik. A fotoáram az 1. ábrán bemutatott határfeltételek és fénysugár geometria alapján a folytonossági egyenlet megoldásával számítható. A folytonossági egyenlet ebben az esetben a következő lesz (1):

$$-\Delta p(x, y, z) + p(x, y, z) \frac{1 + j\omega\tau}{L^2} = G(x, y) \frac{\tau}{L^2} \quad (1)$$

A töltéshordozók szinusz-modulált generációja miatt a töltéssűrűség komplex változó lesz. Ez igaz a fotoáramra is, mely a legegyszerűbb esetben homogén megvilágítást és végtelen felületi rekombinációs sebességet feltételezve a kontaktus környezetében:

$$J \sim L(1 + j\omega\tau)^{-1/2} \quad \text{ha } S_1 \rightarrow \infty \quad (2)$$

Ez az eredmény csak vastag ($a \gg L$) mintákra érvényes, ahol a a minta vastagságát jelenti. Az áram abszolút értékét és fázisát a (3) és (4) egyenlet adja meg:

$$|J| \sim L(1 + \omega^2\tau^2)^{-1/4} \quad (3)$$

$$\varphi = -\frac{1}{2} \arctan(\omega\tau) \quad (4)$$

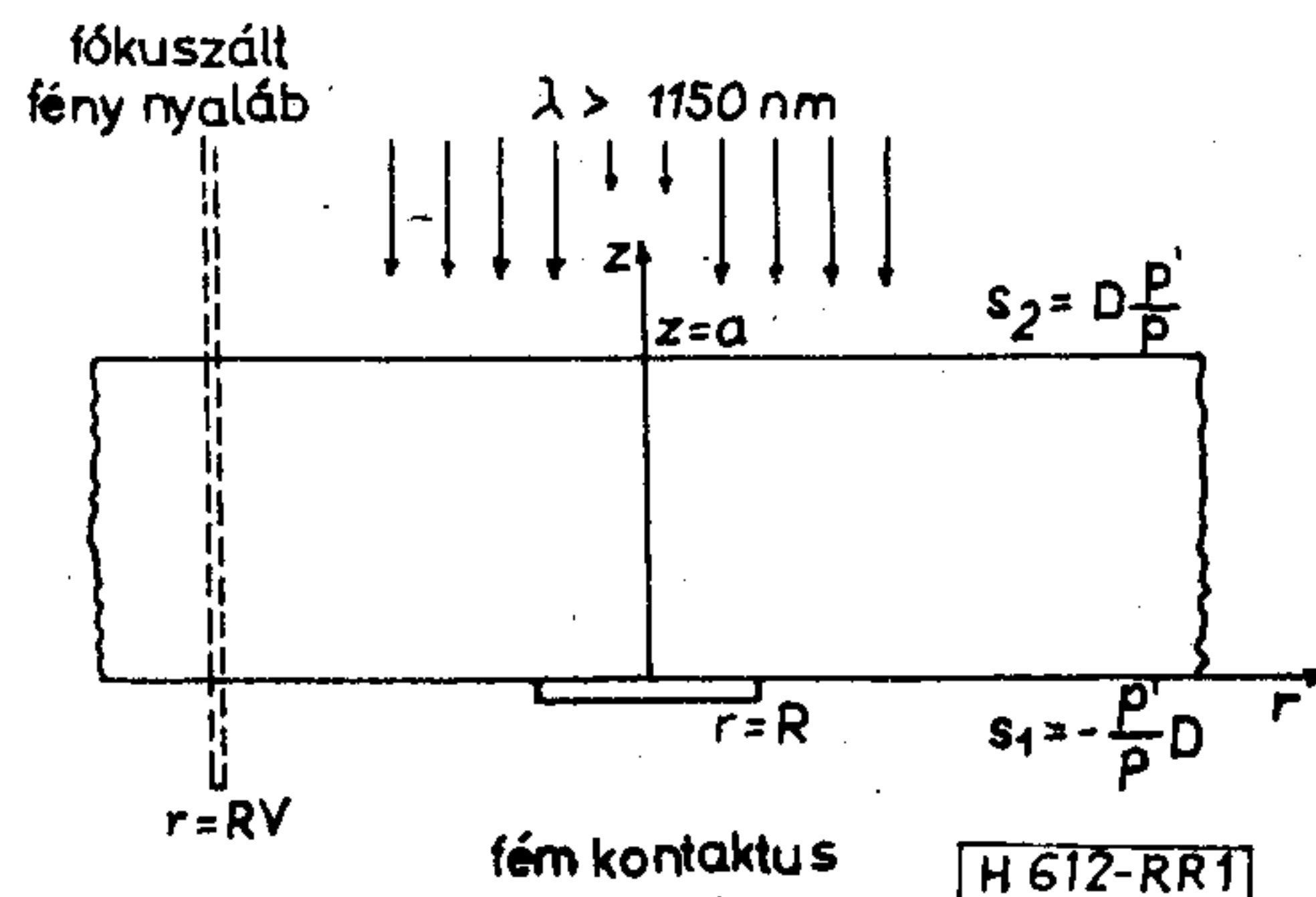
Látható, hogy a fotoáramnak mind az abszolút értéke, mind a fázisa tartalmazza a kisebbségi töltéshordozók élettartamát. A fázis azonban erősebb függést mutat az élettartamtól, különösen a kisfrekvenciák tartományában ($\omega\tau \ll 1$), ahol az arc tan függvény lineárisan sorbafejthető. Az élettartam legkényelmesebben az (5) összefüggésből határozható meg:

$$\tau = -\frac{1}{\omega} \tan(2\varphi) \quad (5)$$

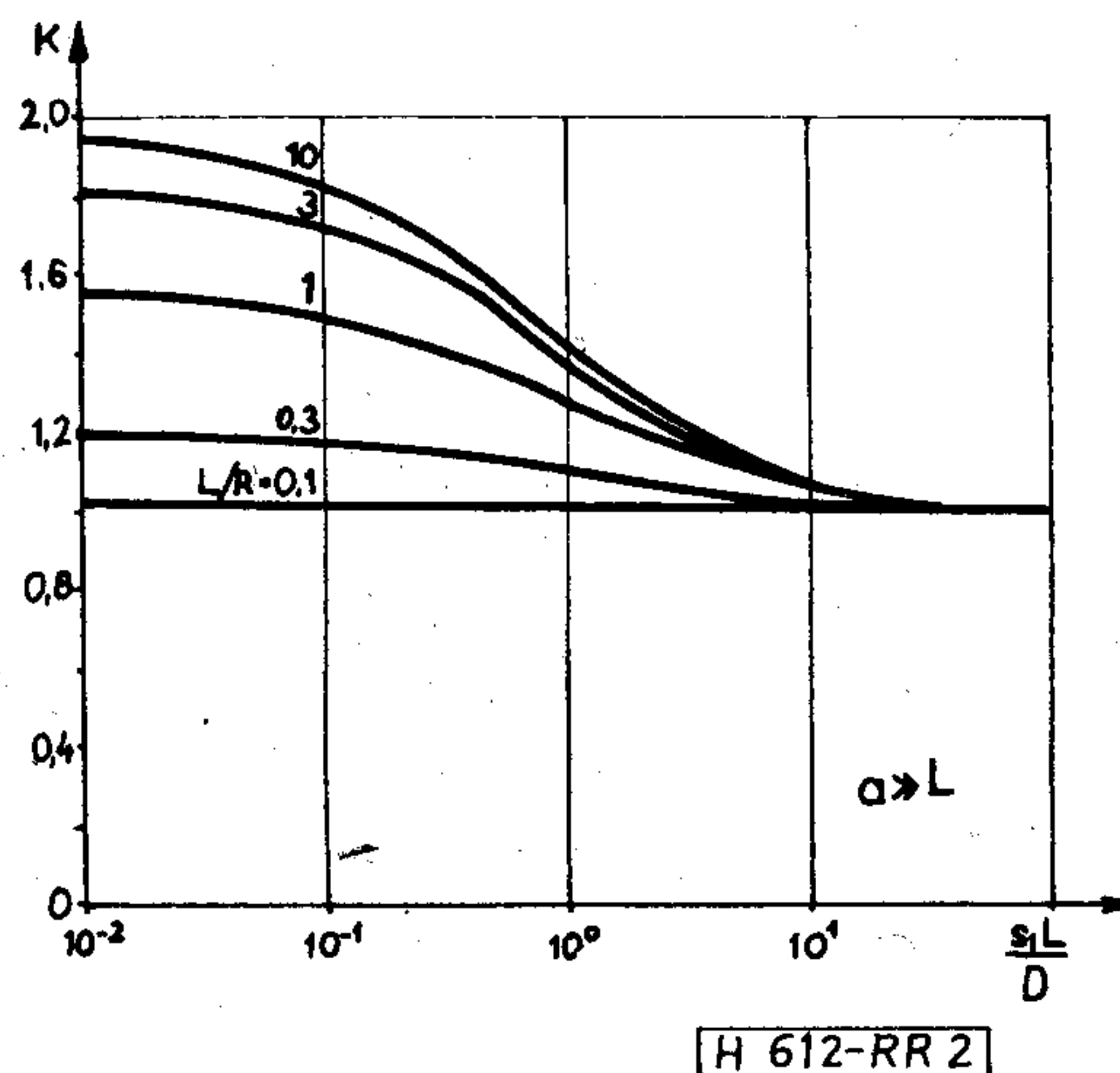
Ha a véges felületi rekombinációt figyelembe vesszük, akkor nem kezelhetjük többé az eredményt analitikusan. A számszerű eredmény azt mutatja, hogy a kisfrekvenciákon használhatjuk ugyan az (5) összefüggést, de be kell vezetnünk egy K korrekciós számot, melyet a (6) kifejezés határoz meg:

$$\tau = K(S_1, L, R) \cdot \tau_{S_1 \rightarrow \infty}, \quad \text{ahol } S_1 \neq \infty, a \gg L, \omega\tau \ll 1. \quad (6)$$

A korrekciós számnak a diffúziós úthossz–kontaktus átmérő viszonytól (L/R) és a normalizált fe-



1. ábra. A kontaktusfelület keresztmetszete



2. ábra. Véges felületi rekombináció hatása

lületi rekombinációs sebességtől ($S_1 \cdot L/D$) való függését a 2. ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy legrosszabb esetben a bizonytalansági tényező értéke kettő, ami sokkal jobb, mint amit a fotovezetéscsökkenés módszere szolgáltat [10], de még mindig nem kielégítő, mert nem ismerjük a felületi rekombináció pillanatnyi befolyását, és maga a mérési mód nem teszi lehetővé a térfogati és felületi paraméterek szétválasztását.

Ezt a hátrányt azonban könnyen kiküszöbölhetjük, ha a mintát fókuszált lézer-sugárral világítjuk meg. Ebben az esetben egy új paraméter: a fénypont helyzete változtatható. Ha a kisfrekvenciás tartományban a fotoáram fázisának a fénypont helyzetétől való függését vizsgáljuk (ld. 3. ábra), kiderül, hogy a fázis lineárisan függ a fénypontnak a kontaktus középpontjától mérhető RV távolságától. A numerikus számítások eredményeit a következőkben mutatjuk be:

$$\varphi(RV) = -\varphi_0(L, S_1, R) - \frac{\omega\tau}{2} \frac{RV}{L} \quad (7)$$

ahol:

$$a \gg L, \omega\tau \ll 1.$$

A (7) egyenlet második tagja nem függ a felületi rekombináció sebességétől. Ha a (7) egyenletet differenciáljuk RV szerint, akkor kapjuk, hogy:

$$\left. \frac{d\varphi}{dRV} \right|_{RV > R+L} = -\frac{\omega L}{2D} \quad (8)$$

Ebből az összefüggésből meghatározhatjuk a diffúziós úthosszat (L), ebből következően tehát az élettartamot is:

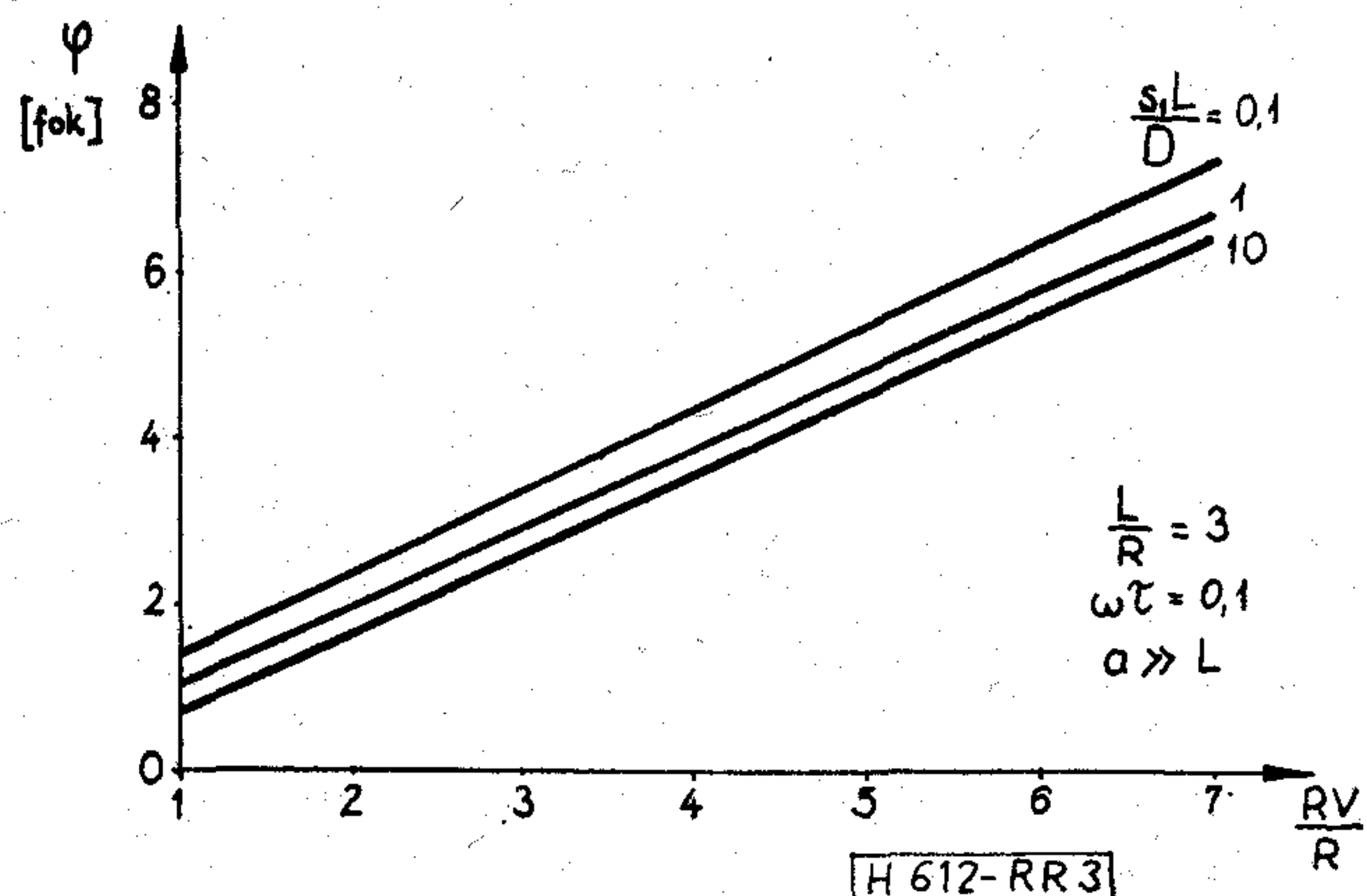
$$L = -\frac{2D}{\omega} \frac{d\varphi}{dRV} \quad (9)$$

Ha a fotoáram abszolút értékét tekintjük (lásd 4. ábrán) láthatjuk, hogy az áram csökken a fénypontnak a kontaktus középponttól történő távolításakor, amint az várható volt. Az is szembevetendő, hogy ez a csökkenés erősen függ a felületi rekombinációs sebességtől, itt ismét feltételezve hogy $\omega\tau \ll 1$. Az abszolút érték mért és számított csökkenését összehasonlítva meghatározhatjuk a felületi rekombináció sebességét. Ez egyben azt is jelenti, hogy fókuszált lézernyalábbal megvilágítva a mintát, különválasztva megmérhetjük a térfogati és felületi paramétereket.

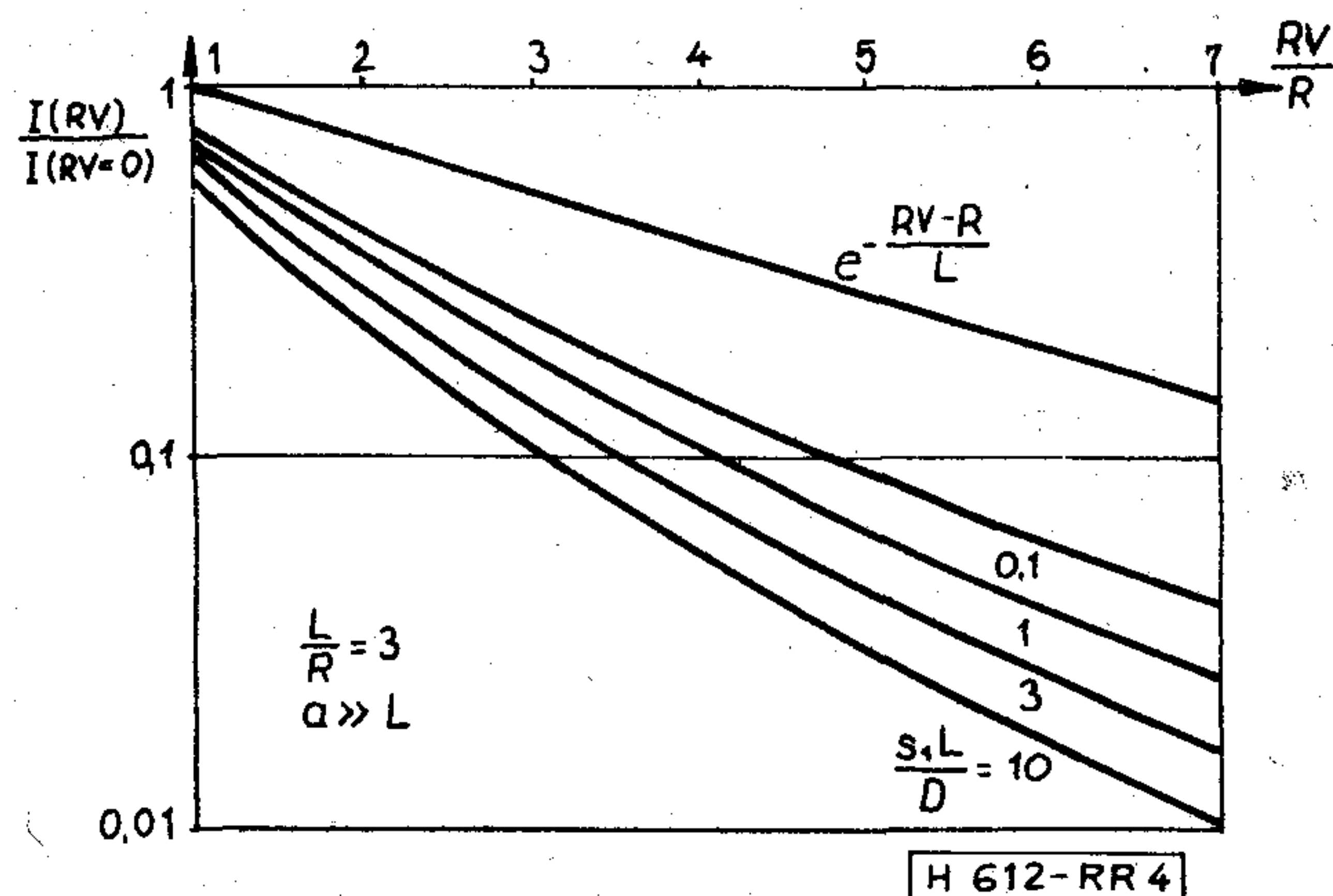
Az eddig tárgyalt mérési alapelvből következik, hogy a mérőműszernek tartalmazni kell egy, a szilíciumban nagy behatolási mélységű szinuszosan modulált fényforrást, egy Schottky-kontaktust biztosító mintatartó egységet és továbbító szerkezetet az élettartam hely szerinti eloszlásának mérésére; valamint két elektronikus mérő egységet, egyrészt a fotoáram fázisának és amplitúdójának, másrészt a fénysugár fázisának a méréséhez, aminek a segítségével a fáziskülönbség mérhetővé válik. A teljes műszerösszeállítás blokkvázlatát az 5. ábrán mutatjuk be.

A fényforrás lehet akár $1,150 \mu\text{m}$ hullámhosszon működő He-Ne lézer (behatolási mélysége a Si-ban $= 3 \text{ cm}$), akár egy különleges világítódioda, amit először alkalmaztak erre a célra Graff és társai [6].

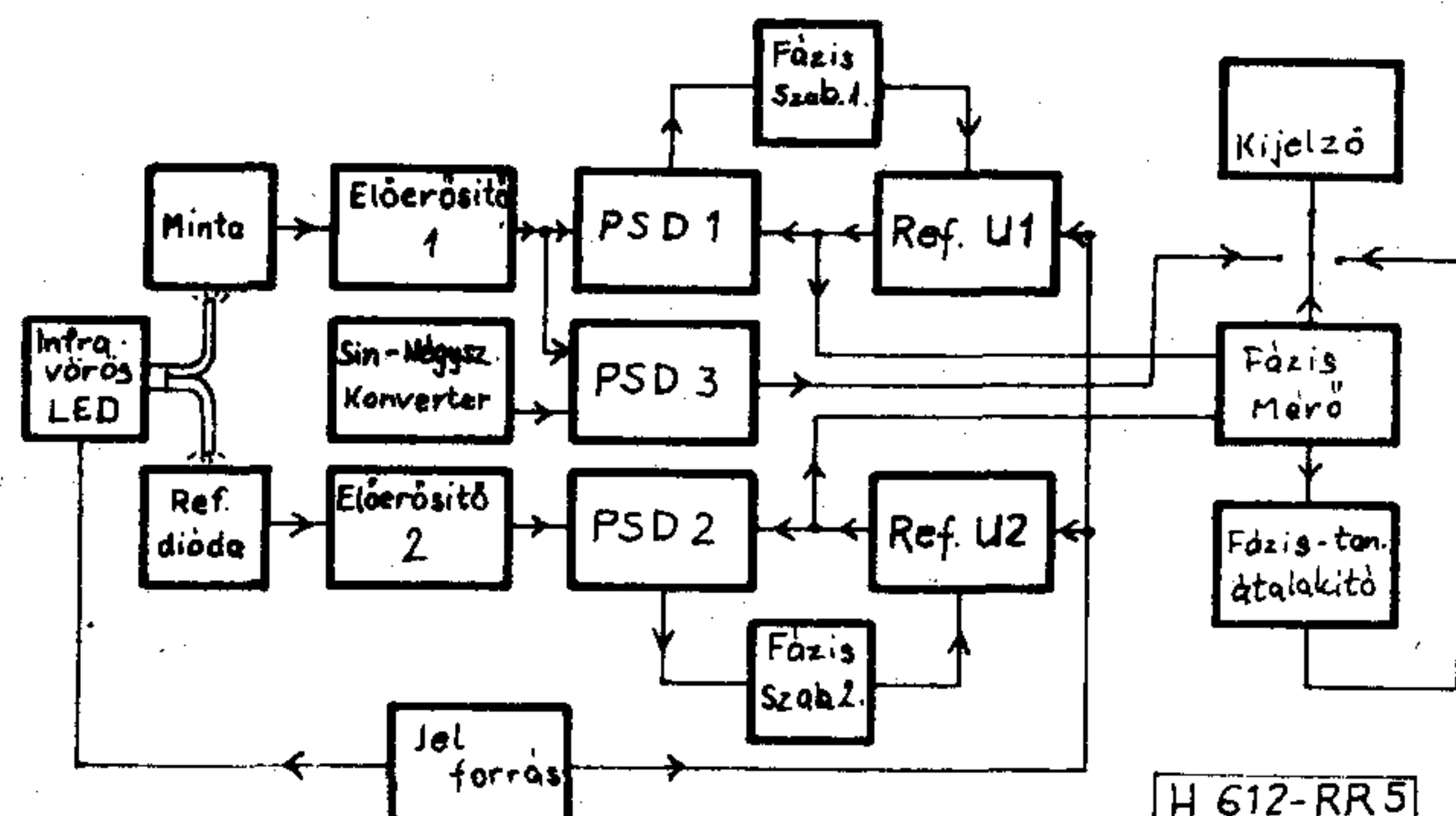
Schottky-kontaktus létesítésére a higany kapilláris kontaktusnak az a nagy előnye, hogy általa nem



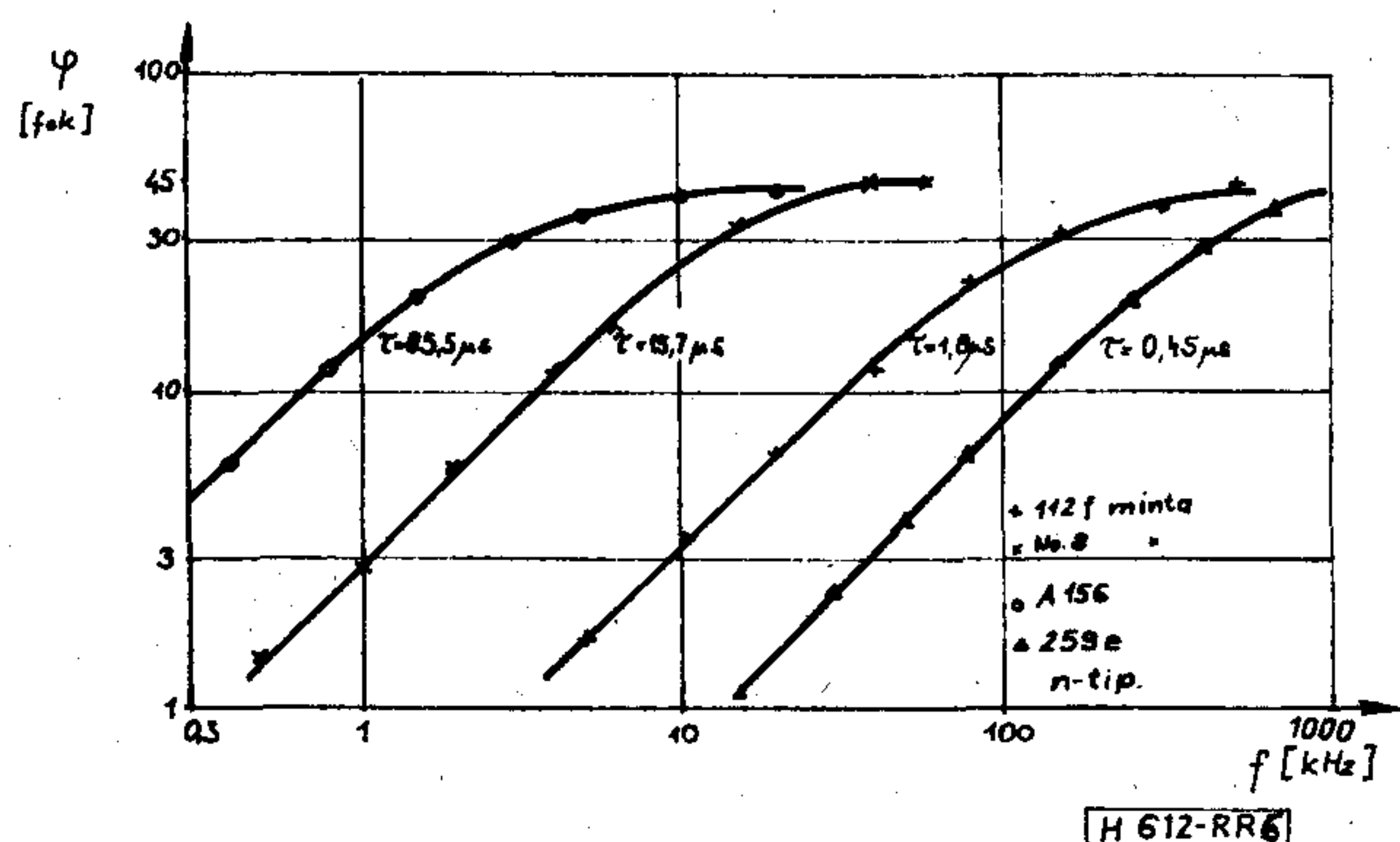
3. ábra. Kisfrekvenciás fázistolás a fénypont helyzetének függvényében



4. ábra. Kisfrekvenciás fotoáram a fénypont helyzetének függvényében



5. ábra. A mérőberendezés blokkvázlata



6. ábra. A fázis kísérletileg mért frekvenciafüggése homogén megvilágítás esetén

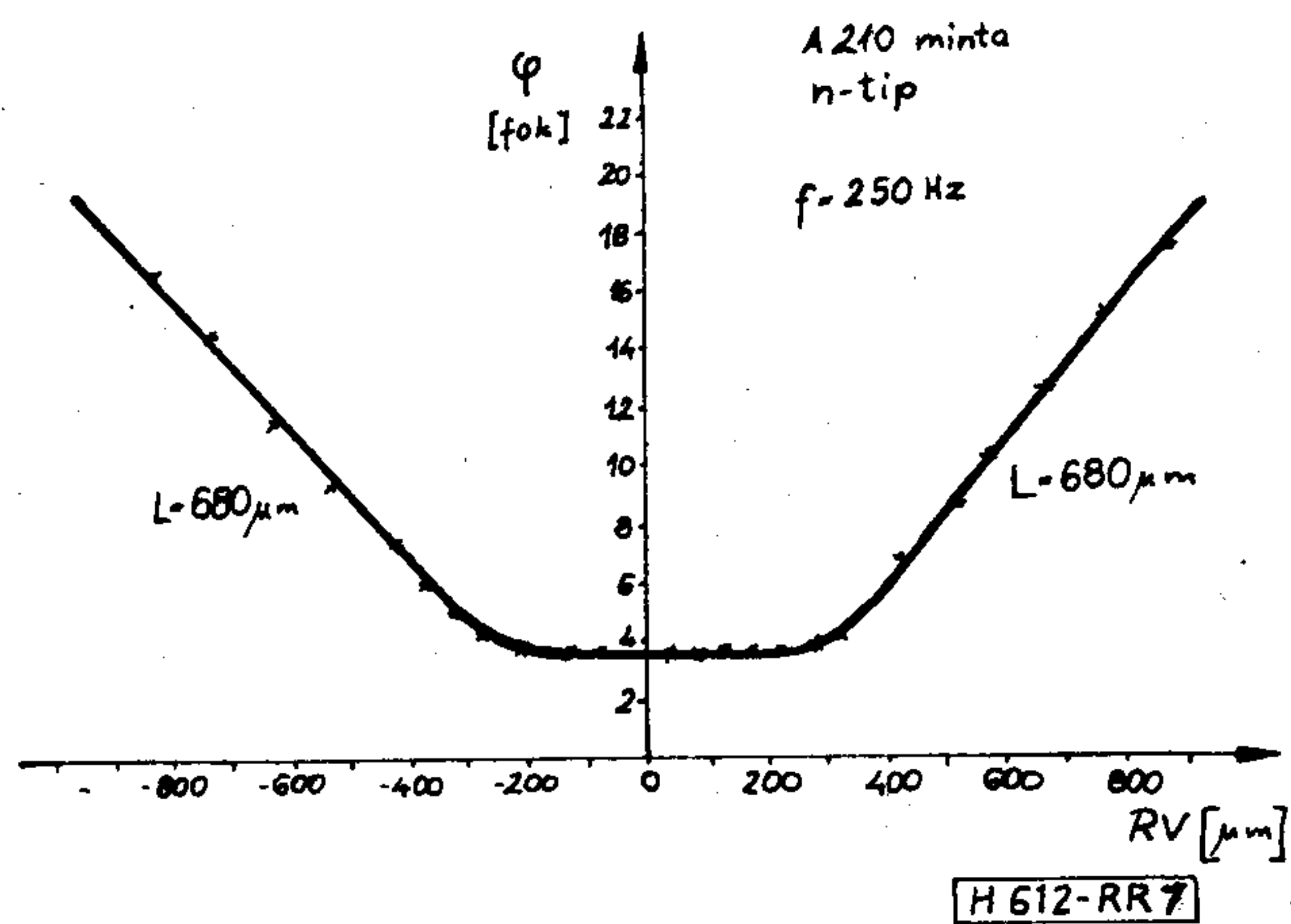
roncsolásos lesz a mérés, és sok esetben semmiféle mintaelőkészítést sem igényel, sőt ezen túlmenően az élettartam helyfüggő változásának nagyon kényelmes mérési módját teszi lehetővé. A fényforrás fázisát egy záróirányban előfeszített gyors szilícium fotodióda méri, aminek a jeleit egy automatikus lock-in erősítő dolgozza fel. A fotoáram fázis- és amplitúdójeleit ezzel azonos rendszer dolgozza fel. A beeső fény és a fotoáram közötti fáziskülönbség közvetlenül élettartamértékké alakítható, ha a jeleket egy fázis-tangens konverterbe vezetjük és a mérő frekvenciának megfelelően kalibráljuk. A fent vázolt elvek alapján élettartammérőt készítettünk, mely egy világító dióda segítségével homogén megvilágítás esetére teszi lehetővé a kisebbségi hordozók élettartamprofiljának mérését.

Fókuszált fény esetén lézert kell használni fényforrásként, hogy minimális legyen a fénypont mérete. Az elektromos rendszer ilyenkor csak annyiban különbözik a fent leírtaktól, hogy a fázis-tangens konverter hiányzik, mivel ebben az esetben nincs semmi jelentősége.

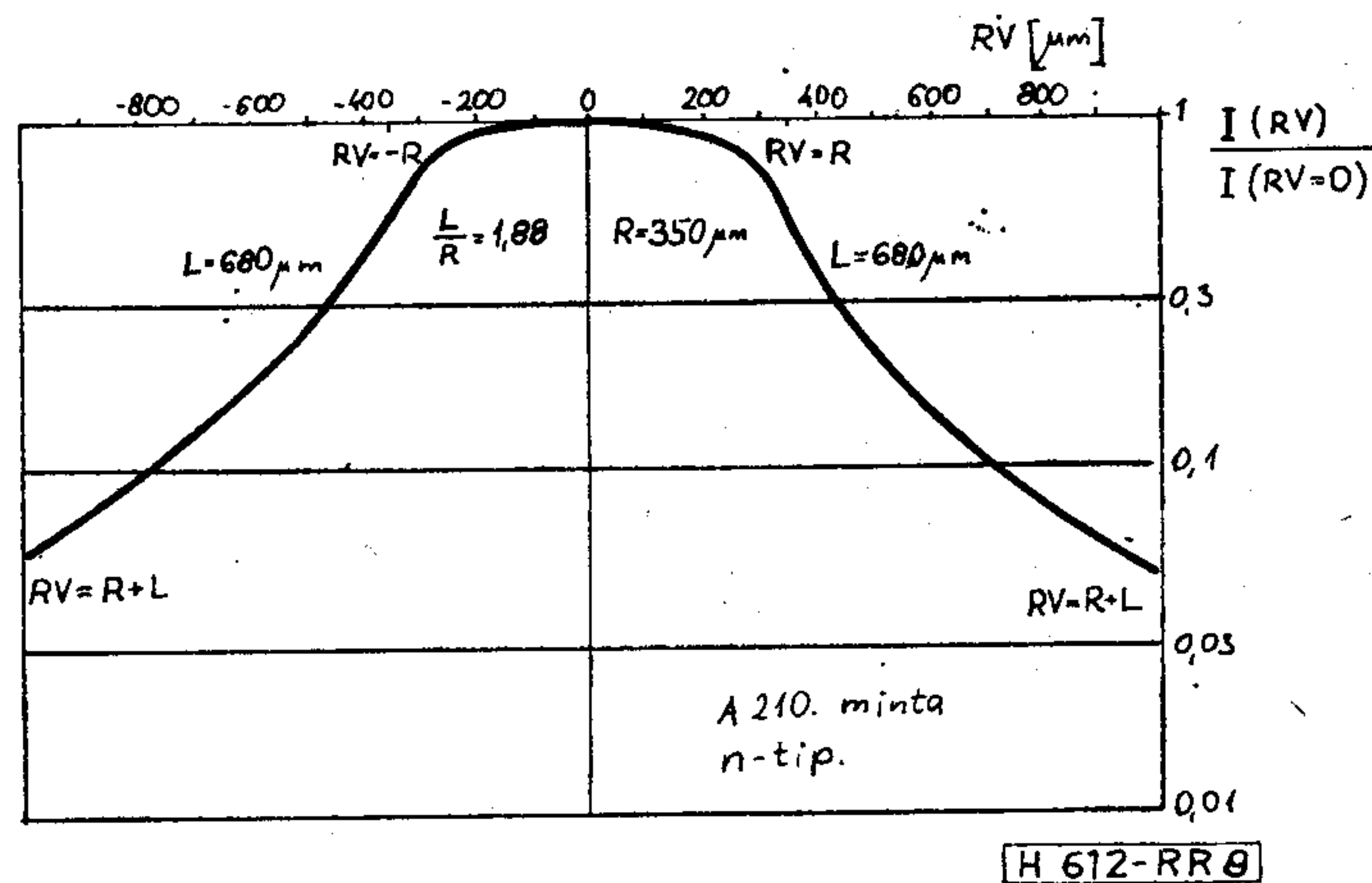
Homogén megvilágítás mellett a fáziskülönbség kísérletileg mért frekvenciafüggését a 6. ábrán ismertetjük.

Az ábráról látható, hogy a kísérleti görbe követi a számított értékeket, amiből leolvasható egy 45° -os telítési érték nagy frekvencián.

A fotoáram kísérletileg felvett kisfrekvenciás fázisát a fénypont helyzetének függvényében a 7. ábra mutatja. A fázisnak a kontaktus peremétől mért távolság függvényében elméletileg várt lineáris változását a kísérlet is kimutatta. A fénypontot a teljes kontaktustartományon keresztül elmozgattuk, ezért kaptunk szimmetrikus fázisváltozást. A kísérletben $680 \mu\text{m}$ diffúziós úthosszat határoztunk meg. Az ennek megfelelő fotoáram abszolút értékét a 8. ábrán rajzoltuk fel. Ebből a diagramból meghatározható a felületi rekombináció sebessége.



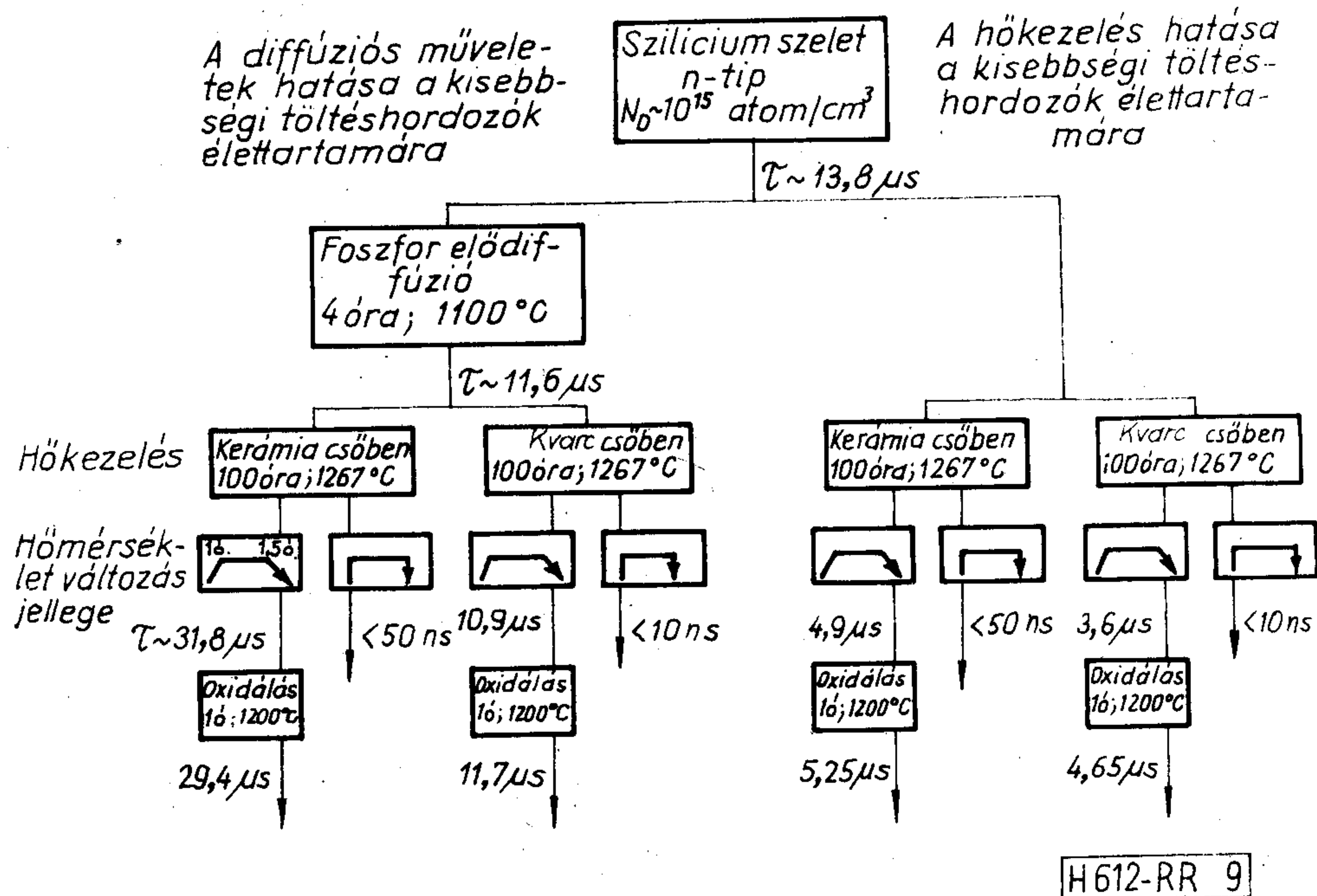
7. ábra. Kisfrekvenciás fázis fókuszált megvilágítás esetén



8. ábra. Kisfrekvenciás fotoáram fókuszált megvilágítás esetén

Erre $S_1 = 5450 \text{ cm/sec}$ és $S_1 L/D = 30$ értékeket kaptunk.

Fentiek után összehasonlíthatjuk a homogén és a

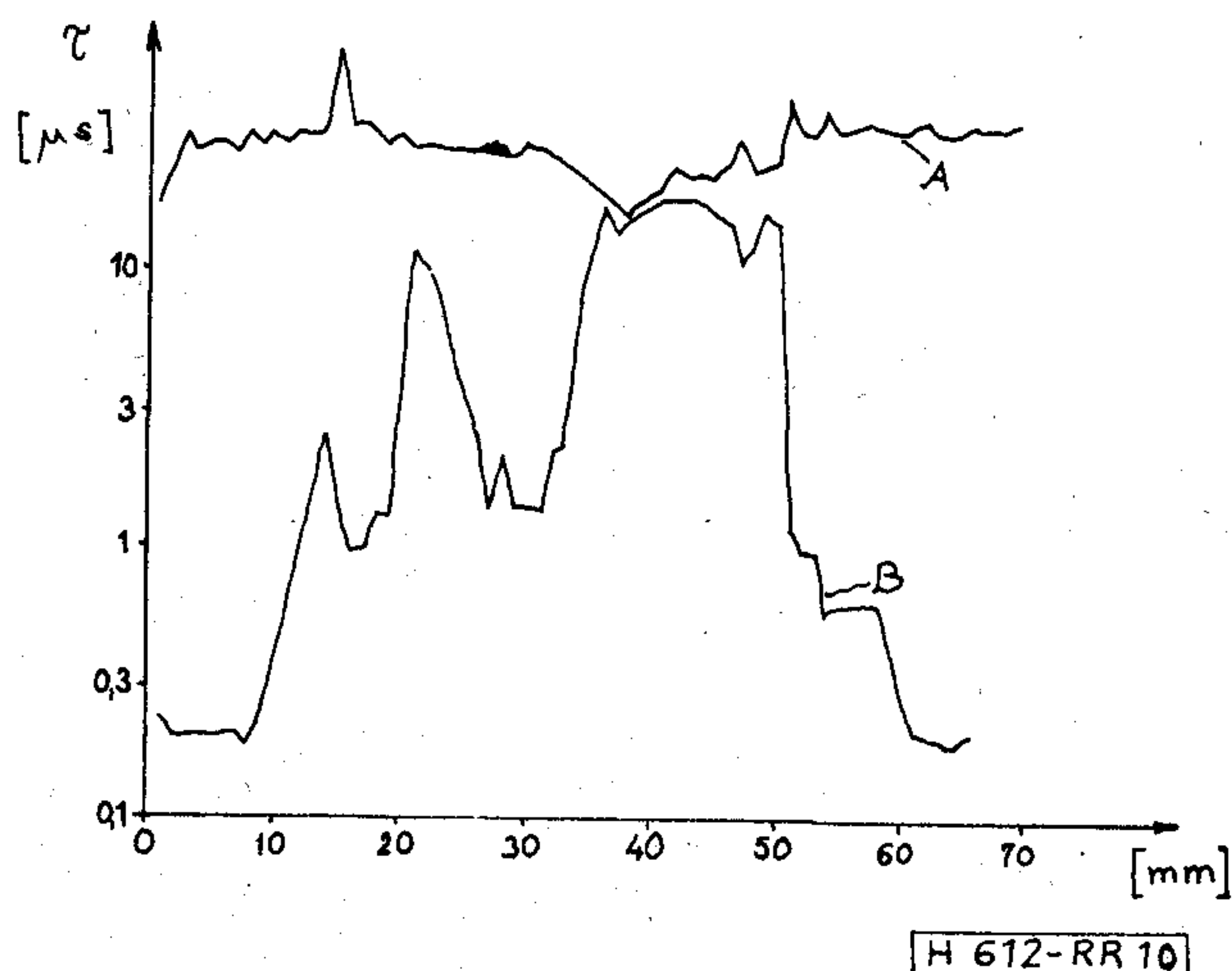


9. ábra. Élettartammérések diffúziós és oxidációs műveletek előtt és után

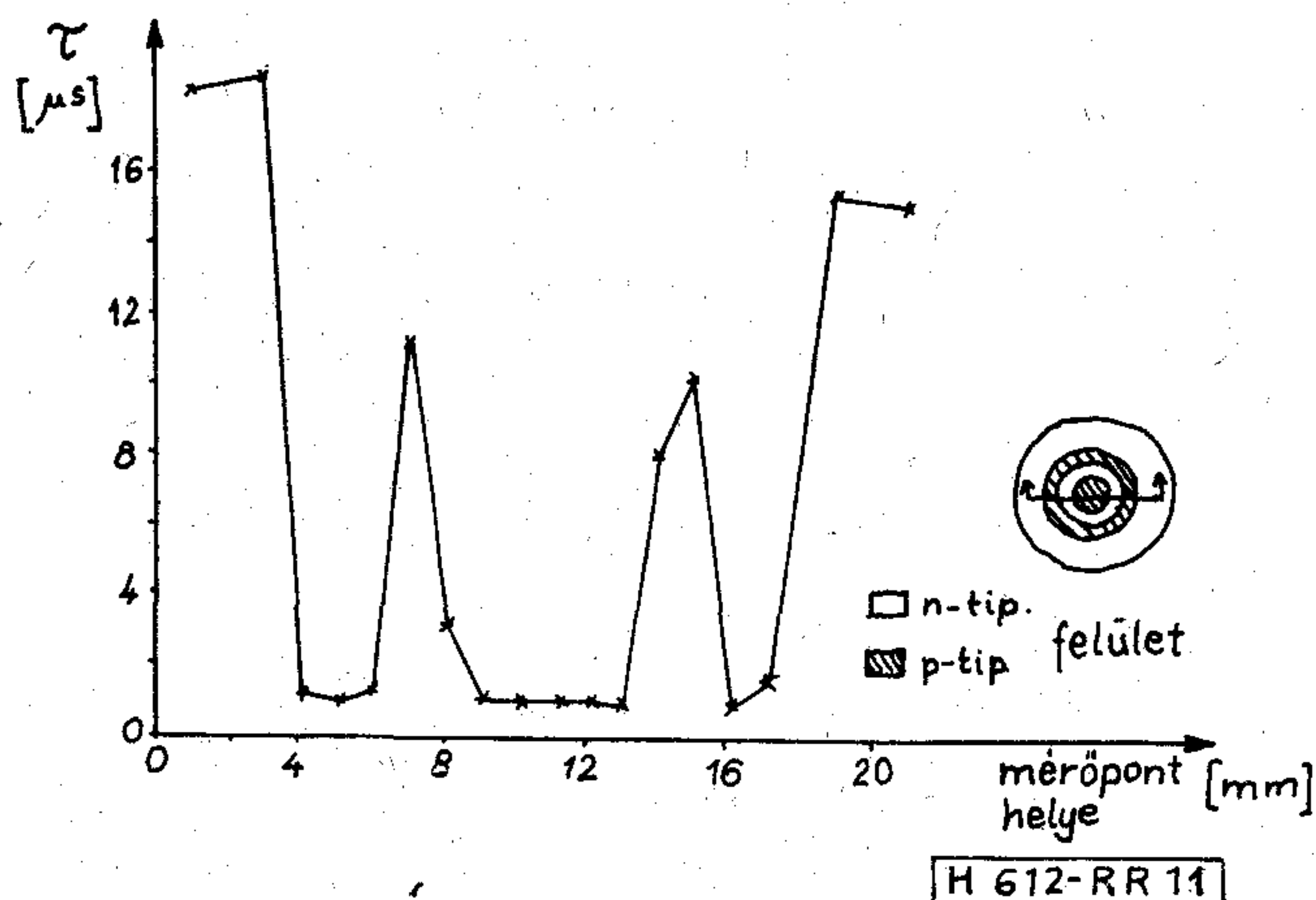
fókuszált megvilágítás eredményeit. Amint az várható volt, a normalizált felületi rekombináció nagy értékéből (30) a K korrekciós szám értéke egy, ami meg egyezik a kísérleti eredménnyel. Széles mintaválasztékkal végzett mérések azt mutatták, hogy polírozott n-típusú mintákon a kísérletileg mérhető felületi rekombinációsebességek a 2000–10 000 cm/s tartományba esnek. Ez az eredmény a felületi rekombináció gyakorlati befolyását homogén megvilágítás esetében az elméletileg meghatározott 2 értékű tényezőről 15 százaléknál kisebb reális hibára csökkenti, még nagyon kis méretű kontaktusok mérésekor is. Ennek a maradék hibának az ellenére, a homogén megvilágítás módszere számos előnye miatt — így pl. nincs szükség kiértékelési műveletekre, kicsi és kényelmes mérőkészülék, gyors profilmeghatározás lehetősége — szilícium kristályok technológiai művelet előtti és utáni gyors megbízható mérésére alkalmas, mint a következő alkalmazási példákon bemutatjuk.

A 9. ábrán néhány technológiai lépés utáni élettartammérés eredményét láthatjuk. A bal ágon foszforleválasztás után diffúziós behajtás következett kvarc és kerámia csőben. A jobb oldali ágon magának a behajtó hőkezelésnek a kisebbségi töltéshordozók élettartamára gyakorolt hatását tanulmányoztuk. A 10. ábrán két szilíciumszelet élettartam profilja látható standard MOS gate oxidáció után (mérés előtt az oxidréteget eltávolítottuk). A két szelet két különböző gyártó cégtől származik. A „B” szelet a magas hőmérsékletű folyamat után erős élettartamváltozásokat mutat (hőkezelés előtt nem mutatott erős inhomogenitást), míg az „A” szeletnek megfelelően egyforma az eloszlásképe.

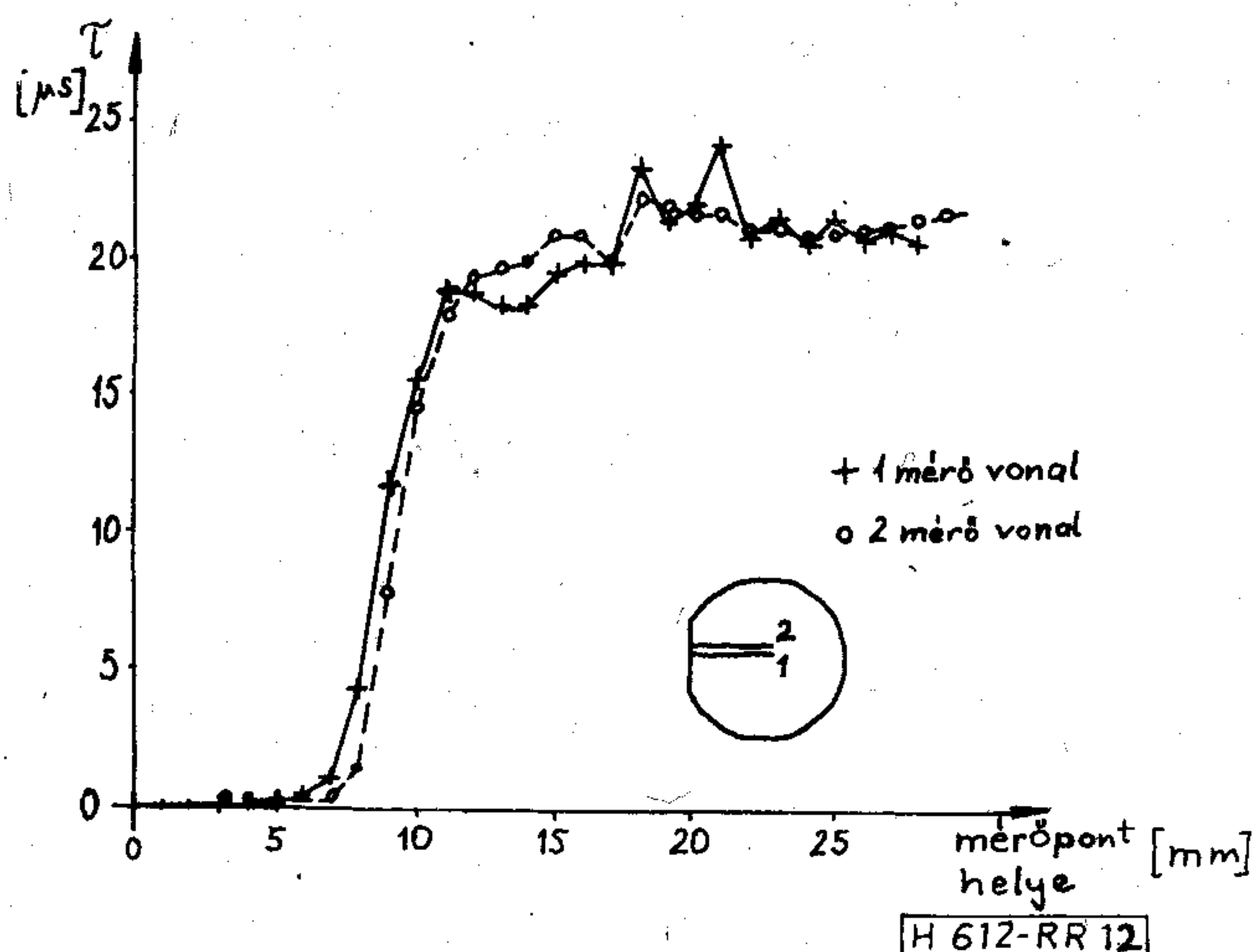
A cikk elején említettük, hogy két erőteljes élettartamcsökkentő tényező, melyek gyakran együtt jelentkeznek: a szennyeződések és a kristályhibák. A szennyezők hatására mutat példát a 11. ábra, ahol egy arany adalékolt szilícium szelet élettartamprofilját adjuk meg (tirisztor elem-szerkezetben). A felületen levő különbözőképpen (n és p típusúra) adalékolt tartományok miatt az arany különböző koncentrációkban halmozódott fel [11], ami az arany eloszlást pontosan követő élettartam profilt eredményezett. Utolsó példaként a 12. ábrán kristály-



10. ábra. Különböző eredetű Si szeletek élettartamprofilja standard MOS vékonyoxid-készítés után



11. ábra. Arannyal adalékolt szilíciumszelet élettartam profilja (tirisztor szerkezet modelje)



12. ábra. Változó diszlokáció eloszlású szilíciumszeleten mért élettartamprofilok

hibák hatása látható. Az élettartamprofil nagyon alacsony értéket mutat az egyenes perem-szakaszhoz közeli tartományban. Az ok: a mechanikus kezelés következtében keletkezett nagy diszlokációsűrűség.

Következtetés

A fotoáram technika kényelmes módszert biztosít a kisebbségi töltéshordozók élettartamának meghatározására. A megvilágítás módjától függően vagy az élettartam, vagy a diffúziós hossz és a felületi rekombináció sebessége határozható meg. A kísérleti eredmények gyenge függést mutatnak a felületi rekombinációtól, homogén megvilágítás esetén.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Dr. Bernt, Dr. Reichl és Dr. J. Müller nagymértékű segítségét.

IRODALOM

- [1] D. T. Stevenson—R. J. Keyes. J. Appl. Phys. V. 26. p. 190 (1955)
- [2] G. Suryan—G. Susila. J. Sci-Ind. Res. V. 21. p. 235. (1961)
- [3] S. R. Lederhandler—L. J. Giacoletto: Proc. IRE. V. 43. p. 477. (1955)
- [4] W. Zimmermann. Phys. Stat. Sol. V. 12. p. 671 (1972)
- [5] W. E. Phillips. Solid-State Electron. V. 15. p. 1097. (1972)

- [6] K. Graff—M. Pieper—G. Goldbach: Semiconductor Silicon (1973) (Electrochem Soc N. Y. 1973.) p. 170
 [7] H. Reichl—H. Bernt. Solid-State Electron. V. 18. p. 453 (1975)
 [8] G. Schwab—H. Bernt—H. Reichl. Solid-State Electron. közlés előtt
 [9] D. L. Lile—N. M. Davies. Solid-State Electron. V. 18. p. 699 (1975)
 [10] L. J. van der Pauw. Philips Res. Rep. V. 12. p. 364 (1975)
 [11] J. A. Martin—W. E. Haas. Semiconductor Silicon (1973) (Electro. chem. N. Y. 1973) p. 161

Az 1978. évi Európai Hálózatelméleti Konferenciáról

A Lausanne-i Műszaki Egyetem (Swiss Federal Institute of Technology) az IEEE Circuits and System Society, az IEE és az IEEE Region 8 közreműködésével 1978. szeptember 4. és 8. között rendezte meg az Európai Hálózatelméleti Konferenciát a svájci Lausanneban. A konferencia szervező bizottságának vezetője J. Neirynek és G. S. Moschytz volt. A konferencián 27 országból 240 tudományos szakember vett részt. A résztvevők országok szerinti eloszlása a következő volt: Amerikai Egyesült Államok (14), Anglia (15), Ausztria (1), Belgium (6), Csehszlovákia (1), Dánia (7), Egyiptom (1), Franciaország (22), Görögország (2), Hollandia (11), India (3), Írország (2), Izrael (3), Japán (4), Jugoszlávia (10), Kanada (8), Lengyelország (5), Magyarország (11), NSZK (30), Norvégia (2), Olaszország (10), Rhodésia (1), Spanyolország (5), Svájc (53), Svédország (7), Törökország (5), Venezuela (1).

A konferencia újszerűsége abban nyilvánult meg, hogy a 93 előadáson kívül, amelyek az előadók legújabb kutatási eredményeit tartalmazták, előadássorozatok is megrendezésre kerültek az optimalizálás, a számítógépes áramkörtervezés, az approximáció és a nemlineáris áramkörök elmélete témakörében. Minden sorozat öt — egyébként egyórás — előadásból állt.

Az előadássorozatok tartalmának rövid ismertetése: R. K. BRAYTON (IBM Research, USA): Optimalizálás a számítógépes áramkör tervezésében

Az optimalizálás egyre nagyobb jelentőségű az áramkörtervezésben, amit az első előadás szemléletes példákkal is illusztrált (kihozatal becslés és optimalizálás). Az előadássorozat a klasszikus optimalizálás elméleti eljárásai (kötött és nem kötött optimalizálás) mellett a villamosmérnöki gyakorlatban előforduló speciális optimalizálási feladatokat (többparaméterű optimalizálás, statisztikus tervezés) is végig tekintette. A peremfeltételekkel nem kötött optimalizálási módszerek közül a Newton-módszert, a kvázi Newton-módszert, a Broyden-módszert és a lineáris keresés algoritmusát mutatta be. A kötött optimalizálási módszerek közül a büntető (penalty) függvényes módszert, a multiplier módszert, az előbbi kettő kombinációjával előálló módszert, valamint a kötött optimalizálásra felhasználható kvázi Newton-módszert ismertette. Az optimalizálás különösen érdekes alkalmazásaként a statisztikus tervezés területén a kihozatal optimalizálásának problémáját, az optimális elemtolerancia meghatározását, a tolerancia központosítását mutatta be. Az előadássorozat egy 34 irodalomból álló jegyzékkel zárul. Az előadássorozat különleges értéke az, hogy a villamosmérnöki gyakorlat ismeretében közvetlenül felhasználható eljárásokat ismertet.

R. SPENCE (ANGLIA): Számítógépes áramkörtervezés

Az előadássorozat inkább a nem szakértők számára készült, ennek megfelelően csak vázolta a számítógépes áramkörtervezés problémáit.

Film segítségével, működő számítógépes tervezőrendszert mutatott be, ahol a be- és kiviteli periféria grafikus display. Az ismertetett rendszer leírása az IEEE Trans. on CTS 1977. februári számában is megtalálható.

Az interaktív tervezést nagyban könnyítő, egyszerű leíró nyelvet mutatott be, majd áttekintette az interaktív tervezés lehetséges stratégiáit (különböző válaszdők függvényében a megoldási idők alakulását). Az érzékenységtérkép témakörében áttekintette a hatékony számítási módszereket. A toleranciaanalízis és a tervezés területén a toleranciatervezés (tolerance assignment) és a tolerancia-központosítás (design centering) problémáit és megoldási módszereit mutatta be. A gyártási kihozatal becslésére a Monte-Carlo-analízis mellett a szisztematikus felderítés különböző stratégiáit is ismertette. A jövő feladatai közül az előadó a modellek egyszerűsítési eljárásainak kidolgozását és az analóg áramkörök hibaelemzését hangsúlyozta. Az előadássorozat írásos anyagát 57 irodalmat felsoroló irodalomjegyzék zárja.

J. D. RHODES (ANGLIA): Approximációelmélet

A klasszikus approximációs feladatok mellett az előadás kitér az elosztott paraméterű, valamint a digitális hálózatok számításakor fellépő approximációs problémákra is. Analitikus, zárt formulákat adott különböző multiplexerek (egybemenetű, több kimenetű szűrők) approximációjára. Foglalkozott nem minimálfázisú hálózatok approximációjával, ahol az amplitúdó- és a fáziskarakterisztika külön-külön előírható. Érdekes, új megoldást adott a koncentrált és elosztott paraméterű áramköröket is tartalmazó hálózatok approximációjára. Az előadássorozat irodalomjegyzéke mindössze 8 irodalmat tartalmaz, amelyek közül a szerző „Theory of Electrical Filters”, Wiley 1976 műve alapvető, és az elhangzott anyag nagy részét tartalmazza.

L. O. CHUA (USA): Nemlineáris hálózatelmélet

Az előadássorozat a nemlineáris hálózatok leírásának legjelentősebb eredményeit foglalta össze. Megadta az algebrai és dinamikus N kapuk axiomatikus leírását és négy alapelemet definiált (nemlineáris ellenállás, kapacitás, induktivitás és a memrisztor). A lineáris hálózatoknál jól ismert hálózatelméleti alapfogalmakat (reciprocitás, antireciprocitás, energiamentesség, veszteségmentesség, passzivitás, aktivitás) a nemlineáris hálózatokra is kiterjesztette. Megfogalmazta a tulajdonságok fennállásának szükséges és elégséges feltételeit. A szintézis problémák közül a nemlineáris ellenállásokat tartalmazó N kapuk realizálását mutatta be. Az előadássorozat ismertette a dinamikus nemlineáris hálózatok kvalitatív vizsgálatát, és áttekintette a nemlineáris hálózatok analízisének legújabb módszereit. Ez az anyag a konferencia kiadványában írott formában is (110 oldal) megtalálható, 91 irodalomból álló irodalomjegyzékkel kiegészítve.

A négy előadássorozattal mellett kerültek ismertetésre az elmúlt években elért eredmények 20 perces kis előadások formájában. A szekciókban elhangzó előadások az aktív szűrők, az idővariáns és sztochasztikus hálózatok, számítógépes áramkörtervezés, kétdimenziós digitális szűrés, digitális szűrők, passzív hálózatelmélet, hírközlő hálózatok, nemlineáris hálózatok, szűrők érzékenysége, stabilitása és zaja témakörébe tartoztak.

Az egyes szekciók jelentősebb előadásai:

Aktív hálózatok elmélete:

A. GRABEL (USA): Aktív szűrő struktúrák ekvivalenciája

Műveleti erősítőt, negatív impedancia-konvertet és girátort tartalmazó aktív RC szűrőkapcsolások ekvivalenciáját mutatta meg. Az ekvivalenciát az áramkörök hibrid mátrixainak dekompozíciójával mutatta ki, és ezt a módszert többszörös visszacsatolású kapcsolásokra is kiterjesztette.

R. PALOMERA-GARCIA (SVÁJC): Aktív RC áramkörök generálása nullor ekvivalencia segítségével

Műveleti erősítő nulloros helyettesítő képét használva, a nullor ekvivalencia segítségével a Kelwin—Huelsman—Newcomb aktív RC szűrő ekvivalensét állította elő. A nulloros helyettesítő kép segítségével a műveleti erősítő ideálistól eltérő tulajdonságait is figyelembe vette. A módszer alkalmas ekvivalens áramkörök előállítására.

A. CICHOCKI—S. OSIOWSKI (LENGYELORSZÁG): Aktív létrahálózatok ekvivalens transzformációi

Az előadás által bemutatott ekvivalens transzformációk a kontinuánsok elméletén alapulnak.

R. M. BIERNACKI—B. STYBLINSKA (LENGYELORSZÁG): Bikvadrátikus aktív szűrők általános szintézise

Új transzfer-függvény szintézist mutatott be, ahol a bikvadrátikus alaptagok többszörös visszacsatolásúak. A szintézis első lépése a realizálhatóság ellenőrzése a „karakterisztikus” kör segítségével. Második lépés a bikvadrátikus alap-

tag kiválasztása a szintézis számára, harmadik lépés a tervezéshez szükséges segédfüggvény meghatározása, majd az állapotváltozós realizálás. Ez a szintézis az eddig ismert módszereknél szélesebb függvényosztálybeli realizációt tesz lehetővé.

I. HARITANTIS (GÖRÖGORSZÁG): Hatásgráf szűrők

Egyszerű módszert adott ellenállással lezárt LC szűrők aktív RC-vel való szimulálására. A módszer a létrahálózat kisebb egységek lánckapcsolására felbontásán alapszik. Az így keletkező alhálózatok hatásgráfjait egyszerűsítve kapta az ekvivalens aktív RC kapcsolást.

Aktív szűrők:

J. MUTSCHLER (NSZK): Új, két műveleti erősítés, nagy jósági tényezőjű bikvadratikus alaptag

Az ismert két műveleti erősítő bikvadratikus struktúrák általánosításával, pozitív visszacsatolás beiktatásával új alaptagot hozott létre. Az új kapcsolás stabilitása és érzékenységei megegyeznek a három műveleti erősítő kapcsolásával, de egy műveleti erősítővel kevesebb kell, valamint csökken a passzív elemek előállításához szükséges felület vékonyréteg-technológia alkalmazása esetén.

R. B. DATAR—I. F. DHILLA—T. J. DHABHAR (INDIA): Elsőrendű előkorrekció valós műveleti erősítővel felépülő bikvadratikus szűrők szintéziséhez

A passzív szűrőknél jól ismert előtorzítást használtak arra, hogy a műveleti erősítő ideálistól eltérő tulajdonságait modellezni tudják. A módszer jóságát mérési eredményekkel is alátámasztották.

R. E. MASSARA (ANGLIA): FDNR elemeket tartalmazó hálózatok hatékony optimalizálási módszere

Az optimalizálás az elemek szórásainak és toleranciájának csökkentését célozza. Az optimalizálás a direkt keresés módszerén alapul.

H. W. RENZ (NSZK): Nagy Q-jú elosztott paraméterű aktív RC szűrők

Háromrétegű, homogén RC vonal felhasználásával 500 kHz-re szelektív erősítő, 5 MHz-re oszcillátor készült. Az elosztott RC vonalat tantál technológiával realizálták. A szelektív erősítőnél elért pólus jósági tényező 130 melynek a 20 °C-ról 80 °C-ig terjedő tartományban a pontossága $\pm 8\%$. Az oszcillátor frekvenciastabilitása jobb, mint $\pm 0,3\%$.

A. HESZBERGER—E. SIMONYI (MAGYARORSZÁG): Két integrátort tartalmazó ARC bikvadratikus alaptagokból

A szerzők kimutatták, hogy az Akerberg—Mossberg, Reddy és Mulawka által kialakított kapcsolások erősítés-érzékenység szorzat szempontjából a Kerwin—Huelsman—Newcomb és a Tow—Thomas bikvadratikus alaptagok optimalizált változatai.

Digitális szűrők:

J. O. SCANLAN—H. BAHER (ANGLIA): FIR szűrők analitikus tervezése

Analitikus megoldást adott a FIR szűrők approximációs problémájára. A tervezési módszer a csillapítás-karakterisztikából indul ki, de könnyen kiterjeszthető fázismenet figyelembevételére is.

E. LUEDER—K. HAUG (NSZK): Digitális szűrőknél használható transzformáció

Mátrixokkal jellemzett digitális szűrő lineáris transzformációval ekvivalenseibe transzformálható. Ilyen lineáris transzformációt mutatott be az előadás.

Továbbiakban néhány előadascím utal az elhangzott tudományos eredmények széles spektrumára.

S. T. FERGUSON—W. STEENAART (KANADA): CCD rekurzív szűrők tervezése

A. M. ALI—A. G. CONSTANTINIDES (ANGLIA): Kis érzékenységu és bonyolultságú digitális struktúrák tervezése

P. LENNARZ—L. HOFMANN (NSZK): Kétdimenziós digitális hullámszűrő számítógépes realizálása

S. K. MITRA (USA): Kétdimenziós digitális szűrők (a jelenlegi helyzet áttekintése).

Ph. DELSARTE—Y. GENIN—Y. KAMP (BELGIUM): A kétdimenziós szűrés stabilitási kérdései

P. R. GRAY—R. W. BRODERSEON (USA): Kapcsolt kapacitású szűrők a távközlésben

Modellezés:

A. E. RUEHLI—N. B. RABBAT—H. Y. HSIEH (USA): Nagy rendszerek egységes áramköri modellezése és analízise

A mikro- és makromodellezés segítségével egységes megközelítést adott nagyméretű integrált áramkörök analíziséhez és modellezéséhez. A mikro- és makromodell részletes definíciója mellett bemutatott egy vegyes analízis módszert (mindkét modell típus felhasználásával).

M. GLESNER (NSZK): Új makromodell nagy bonyolultságú integrált áramkörök szimulálására
TTL és ECL áramkörök makromodelljét mutatta be az előadás.

J. A. P. HOOGERVORST—J. KOOPMANS (HOLLANDIA): Számítógépes MOSFET-inverter analízis

Az előadás a nagyméretű rendszerekben alkalmazott MOSFET-inverterek dinamikus viselkedésének vizsgálatával foglalkozott.

H. L. ZAPF (NSZK): FET bemenetű műveleti erősítő makromodelljének egyszerű ekvivalense

Az ismertett makromodell a műveleti erősítő és nemlineáris hatásait szimulálja DC, AC és időtartományban.

L. BÁLINT (MAGYARORSZÁG): Szalagtápvonal diszperziójának modellezése

A szalagtápvonal diszperziójának modellezését térelmélet alapján, csapolt TEM-TE vonal segítségével végezte el a szerző, ami frekvencia- és időtartománybeli analízist is lehetővé tesz.

Passzív áramkörök elmélete:

A. FETTWEIS (NSZK): Brune-függvények paraméteres leírása

Az előadás bemutatta, hogy a Brune-függvények paraméteres leírása (felbontása) elvégezhető, bár lényegesen bonyolultabban, mint a Foster-függvényeké. A bonyolultság mértéke a gyakorlati alkalmazásokat nem gátolja, különösen a szélessávú illesztés és a kapcsolt áramkörök esetén.

W. ULBRICH (NSZK): RLC hálózatok ekvivalenciái a hibrid mátrix alapján

H. OZAKI—S. OKABE (JAPÁN): Homogén PR függvények realizációja

M. S. PIEKARSKI (LENGYELORSZÁG): Többváltozós PR függvények egy osztályának algebrai leírása

A hálózat- és rendszerelmélet szekcióban hangzott el a konferencia harmadik magyar szerzőjű előadása:

A. RECSKI: „Lineáris, memóriamentes hálózatok egyértelmű megoldhatóságának szükséges feltételei” címmel.

Számítógépes áramkörtervezés:

Nyolc előadás hangzott el a statisztikus analízis, gyártási kihozatal becslés, tolerancia központosítás, számítógépes hangolás, modellezés témakörében R. Spence (Anglia), J. Vlach (Kanada), I. Hajj (Kanada), A. Sangiovanni—Vincentelli (USA), R. K. Iyer (Norvégia) előadásában.

A konferenciával egyidőben a szervező bizottság szakmai könyvkiállítást rendezett a konferencia színhelyén. A kiállított könyvek a konferencia végén féláron kiadásra kerültek.

A konferencia szervezési tapasztalatainak összegyűjtése érdekében a szervező bizottság kérdőíven érdeklődött a résztvevőktől a lebonyolítás sikerességéről, amiről egyhangú vélemény szerint csak a legjobbakat lehet elmondani. Különösen jó ötletnek bizonyult a hagyományos kiselőadások mellett négy szaktekintély meghívása egy-egy mindenki számára érdekes előadássorozatot megtartására.

A konferencia előadásai a Lausanne-i Műszaki Egyetem előadótermeiben zajlottak le, a hivatalos nyelv az angol volt. Az előadássorozatok és az előadások anyagát könyv alakban a konferencia kezdete előtt minden résztvevő kézhez kapta.

A következő Európai Hálózatelméleti Konferenciát 1980-ban Varsóban rendezik, a szervező bizottság elnöke S. OSIOWSKI, alelnöke M. BIALKO lesz.

Dr. Prónay Gábor

Kétkapu szórás mátrixa elemeinek nagy pontosságú mérése csomópont eltolásos módszerrel

ETO 512.643:621.317.341.3:621.372.4

Homogén tápvonalakban végződő kétkapu szórás mátrixa S_{ij} elemeinek mérése csomóponteltolásos módszerrel lehetséges, ha a mérendő kétkapu passzív, reciprok és reaktáns, továbbá, ha a végződéseken az elektromágneses hullám csak alapl módusban terjed.

A csomóponteltolásos mérési módszer a szakirodalomból ismeretes [1, 2, 3, 4]. Az adott leírások a kétkapu saját feszültségi reflexiótényezője abszolút értékének, $|S_{11}|$ -nek a mérését tárgyalják, ennek ismerete a műszaki gyakorlatban általában elégséges is. A módszer gyakorlati alkalmazhatósága azonban erősen korlátozott, mivel a mérés elvi leírása reflexiómentes hasított vonal alkalmazását feltételezi.

A dolgozatban a csomóponteltolásos mérés egy olyan új módszerét ismertetjük, ami lehetővé teszi az S_{ij} mátrixelemek nagy pontosságú mérését nem reflexiómentes hasított vonal alkalmazása esetén is. A mérés viszonylag hosszadalmas, mivel két csomóponteltolási diagram felvétele szükséges az S_{ij} mátrixelemek meghatározásához még abban az esetben is, amikor elégséges az $|S_{11}|$ mennyiség ismerete. A mai modern, automatizált mérési módszerek ismeretében is lehet azonban létjogosultsága a csomóponteltolásos módszernek, például amikor kis reflexiótényezőt kell mérni hagyományos műszerekkel vagy hitelesítő mérések esetén.

A csomóponteltolási diagram

A csomóponteltolási diagram jellemző paraméterei és az S_{ij} mátrixelemek kapcsolatának elvi meghatározásához a kétkapu kimenetére állítható rövidzárt,

bemenetére pedig generátort kapcsolunk, 1. ábra. Az (1) jelű referenciasíkot úgy vesszük fel, hogy amikor a rövidzár a (2) jelű referenciasíkban van, az (1) jelű referenciasíkban az $|U|$ feszültségi állóhullámnak minimuma (csomópont) legyen. A rövidzárt X_2 mm-rel eltolva a (2) jelű referenciasíkból, a bemeneti oldalon a csomópont X_1 mm-rel tolódik el. A csomópontok elektromos távolsága a referenciasíkoktól:

$$\Phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda_{g1}} X_1; \quad \Phi_2 = \frac{2\pi}{\lambda_{g2}} X_2, \quad (1)$$

ahol: λ_{g1} , illetve λ_{g2} a tápvonalon mért hullámhossz a bemeneti, illetve a kimeneti oldalon.

A csomóponteltolási diagram a

$$\Delta\Phi(\Phi_2) = \Phi_1 - \Phi_2 \quad (2)$$

egyenlettel definiált függvény ábrája, ami méréssel az ismert módon felvehető. A $\Delta\Phi(\Phi_2)$ függvény analitikusan levezethető az (1) jelű referenciasíkra vonatkoztatott Γ_1 feszültségi reflexiótényezőt leíró egyenletből:

$$\Gamma_1 = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_2}{1 - S_{22}\Gamma_2} = \frac{S_{11} - \Delta S\Gamma_2}{1 - S_{22}\Gamma_2}, \quad (3)$$

ahol:

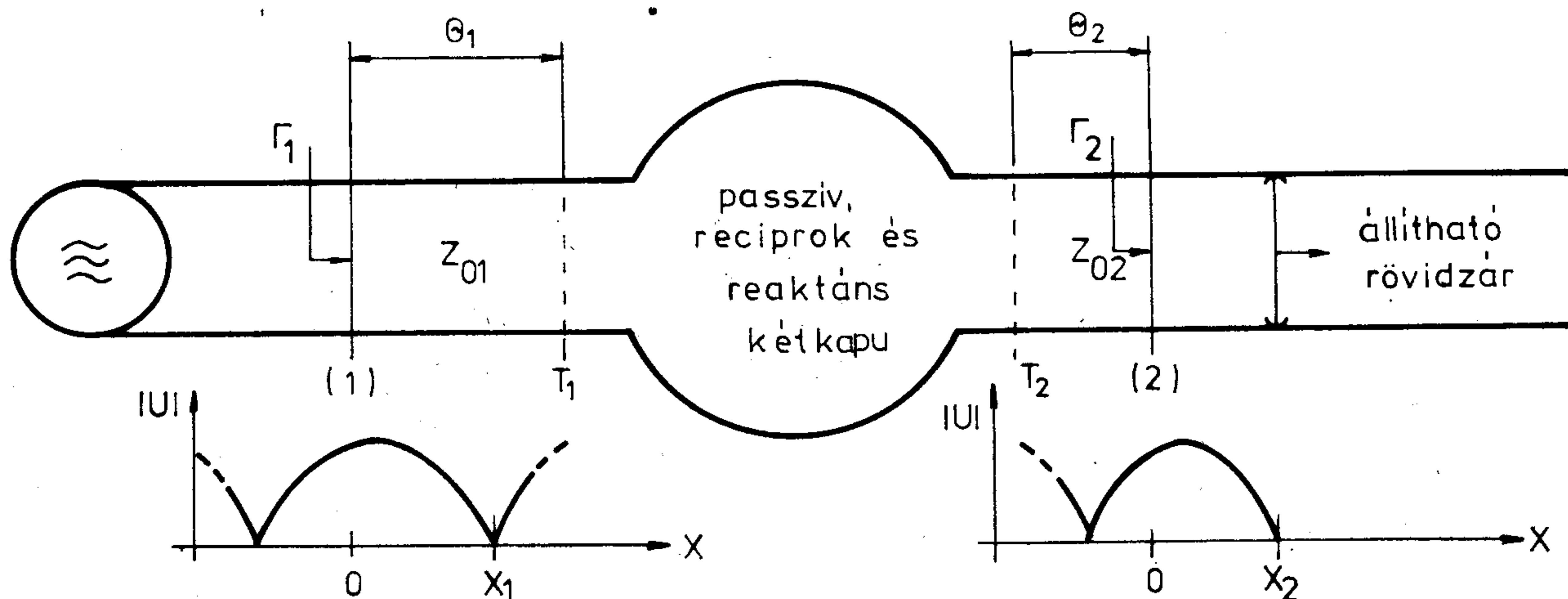
$$\Gamma_1 = e^{-j2\Phi_1}, \quad \Gamma_2 = -e^{-j2\Phi_2}, \quad (4)$$

és $\Delta S = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$, az S mátrix determinánsa.

Reciprok és reaktáns passzív kétkapuk S_{ij} mátrixelemei az alábbi kötéseknek tesznek eleget:

$$S_{22} = |S_{11}|e^{j\varphi_{22}}, \quad S_{21} = S_{12}, \quad (5)$$

$$|S_{12}|^2 = 1 - |S_{11}|^2, \quad 2\varphi_{12} = \pi + \varphi_{11} + \varphi_{22}.$$



1. ábra. Elvi kapcsolás a csomópont eltolási diagram leírásához

H 611-JL 1

Az S mátrix determinánsa:

$$\Delta S = e^{j(\varphi_{11} + \varphi_{22})} = -e^{j2\varphi_{12}}. \quad (6)$$

A (3), (4), (5) és (6) egyenletek egybevetéséből:

$$e^{-j2\varphi_{12}} = \frac{1 + |S_{11}|e^{-j(\varphi_{22} - 2\varphi_{12})}}{1 + |S_{11}|e^{j(\varphi_{22} - 2\varphi_{12})}} e^{j(2\varphi_{12} - 2\varphi_{22})} \quad (7)$$

összefüggésre jutunk. A (7) egyenlet fázisszögeinek egyenlőségéből írható, hogy

$$\Delta\Phi(\Phi_2) = \Phi_1 - \Phi_2 = -\varphi_{12} + \arctg \frac{|S_{11}| \sin(\varphi_{22} - 2\Phi_2)}{1 + |S_{11}| \cos(\varphi_{22} - 2\Phi_2)}. \quad (8)$$

A fenti egyenletből közvetlenül kiolvasható, hogy a $(\Delta\Phi + \varphi_{12})$ mennyiség a

$$z = 1 - S_{22}T_2 = 1 + |S_{11}|e^{j(\varphi_{22} - 2\Phi_2)} \quad (9)$$

komplex szám fázisszöge, ami Φ_2 -ben π szerint periodikusan változik, 2a ábra. Mivel φ_{12} értéke rögzített, a $\Delta\Phi(\Phi_2)$ függvény is π szerint periodikusan változik úgy, hogy a $\Delta\Phi = 0$ tengely körül az $|S_{11}|$ mennyiséggel arányos mértékben oszcillál, 3. ábra. A csomóponteltolási diagram szélő értékeinél az alábbi összefüggések érvényesek:

$$\Delta\Phi_+ + \varphi_{12} = \arctg \frac{|S_{11}|}{\sqrt{1 - |S_{11}|^2}}, \quad (10)$$

$$\Delta\Phi_- + \varphi_{12} = -\arctg \frac{|S_{11}|}{\sqrt{1 - |S_{11}|^2}}.$$

A szélő értékek különbsége:

$$D = \Delta\Phi_+ - \Delta\Phi_- = 2 \cdot \arctg \frac{|S_{11}|}{\sqrt{1 - |S_{11}|^2}}. \quad (11)$$

A fenti egyenletből pedig a szakirodalomból ismert

$$|S_{11}| = \sin\left(\frac{D}{2}\right) \quad (12)$$

összefüggésre jutunk. A 2b ábra alapján írható még, hogy

$$|S_{11}| = \cos[\pi - (\varphi_{22} - 2\Phi_{2+})] = \cos(2\Phi_{2+} - \varphi_{22}). \quad (13)$$

A (13) egyenletből válasz adható az S_{22} mátrixelem fázisszögére:

$$\varphi_{22} = 2\Phi_{2+} - \arccos |S_{11}|. \quad (14)$$

A (8) egyenletből Φ_1 , $\Phi_2 = 0$ esetén az S_{12} mátrixelem fázisszöge határozható meg:

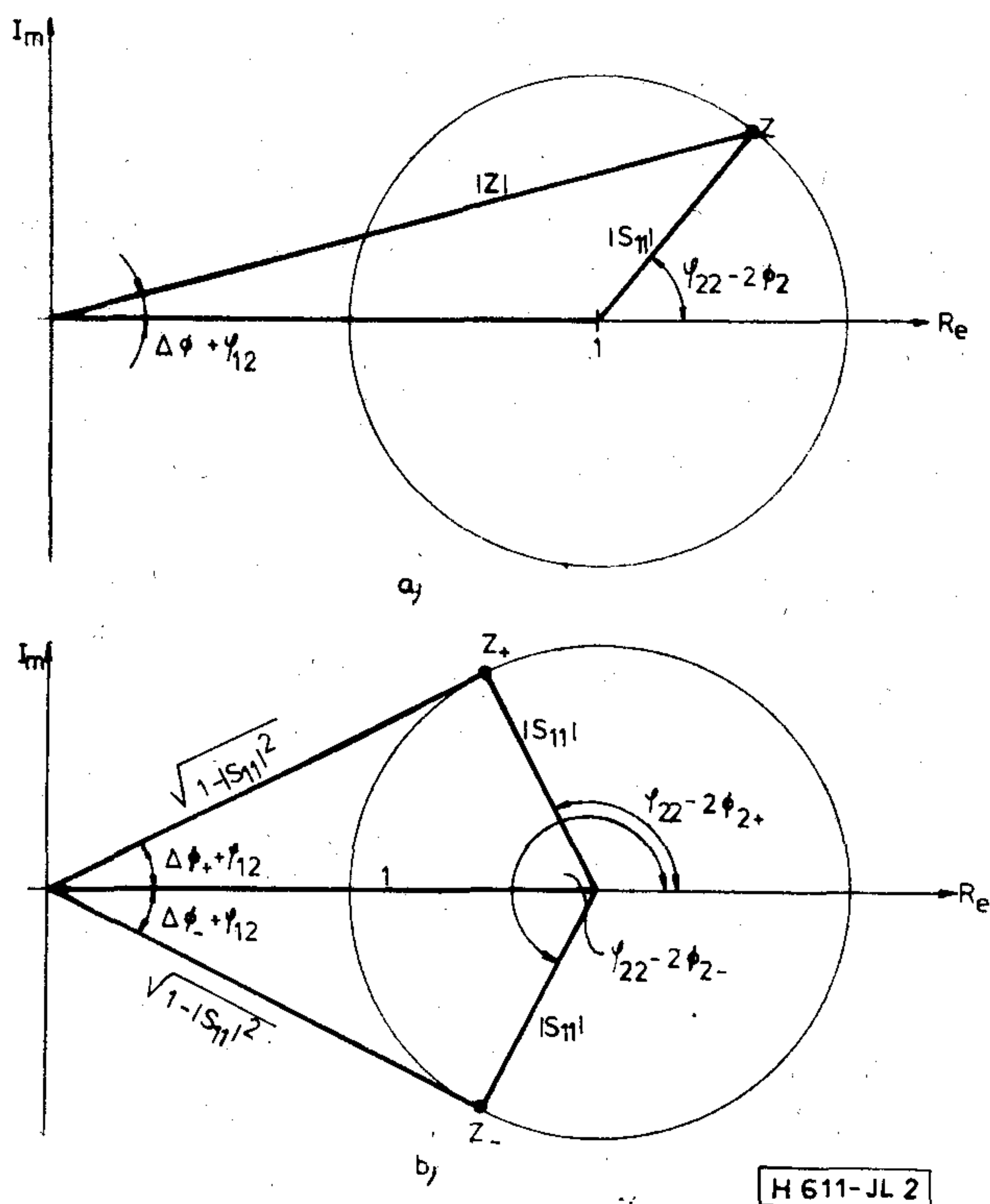
$$\varphi_{12} = \arctg \frac{|S_{11}| \sin \varphi_{22}}{1 + |S_{11}| \cos \varphi_{22}}. \quad (15)$$

A fentiek alapján a csomóponteltolási diagram ismeretében a kétkapu (1), (2) jelű referenciasíkokra vonatkoztatott S_{ij} szórás mátrix-elemeinek értéke meghatározható. A mérendő kétkapu T_1 , T_2 jelű, tényleges végződése nem esnek egybe az (1), (2) jelű referenciasíkokkal, hanem azoktól, az 1. ábrán jelölt módon, valamely θ_1 , θ_2 elektromos távolságra vannak. Ismeretes, hogy a referenciasíkok transzponálásával az S_{ij} mátrixelemeknek csak a fázisszöge változik. A kétkapu T_1 , T_2 jelű referenciasíkokra vonatkoztatott szórás mátrix-elemeit S_{ijT} -vel jelölve írható, hogy

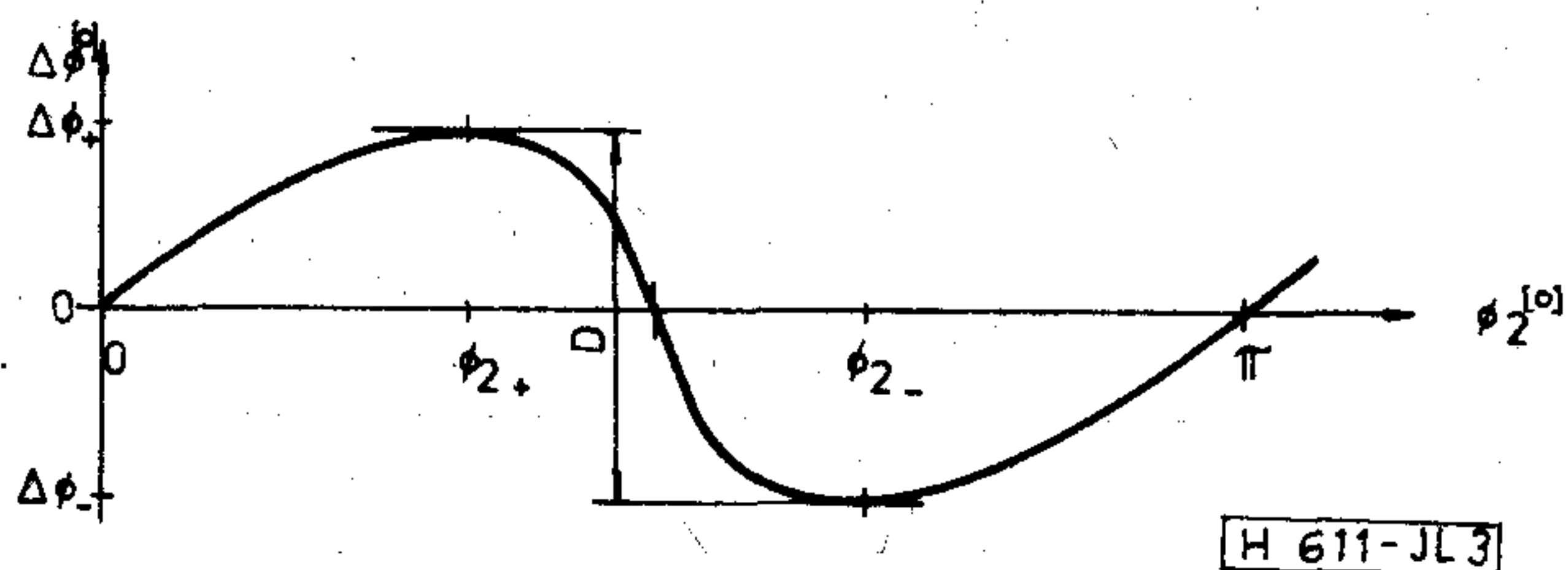
$$\begin{aligned} S_{11T} &= S_{11}e^{j2\theta_1}, & S_{22T} &= S_{22}e^{j2\theta_2}, \\ S_{12T} &= S_{12}e^{j(\theta_1 + \theta_2)}. \end{aligned} \quad (16)$$

A csomóponteltolási diagram felvétele méréssel

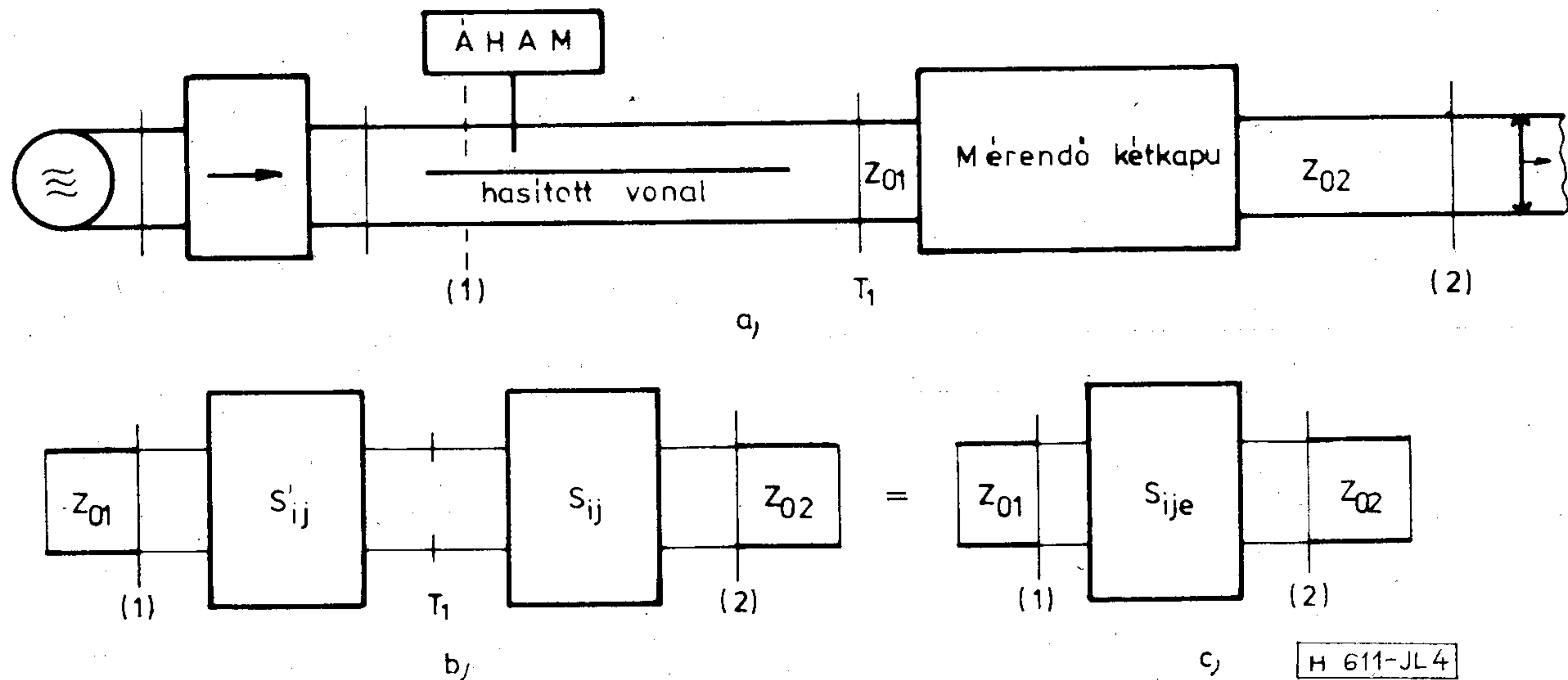
A csomóponteltolási diagram mérés útján történő meghatározásához a mérendő kétkapu bemenetére hasított tápvonalon és izolátoron keresztül kapcsoljuk a generátort, 4a ábra. Az alkalmazott hasított vonal saját reflexióinak hatását egyszerűen úgy írhatjuk le, hogy a vonal nem reflexiómentes tartományát kétkapuként kezeljük [5]. A leírás egyszerűsítése céljából a nem reflexiómentes tartományhoz hozzákapcsoljuk még az X_1 mennyiség méréséhez szükséges reflexiómentes hasított vonalszakaszt is. Jelöljük az így definiált kétkapu szórás mátrix-elemeit az (1)– T_1 jelű referenciasíkokra vonatkoztatva S'_{ij} -vel, a mérendő kétkapu esetén pedig a T_1 –(2) jelű referenciasíkokra vonatkoztatva S_{ij} -vel, 4b ábra. A csomóponteltolási diagramból a két láncba kapcsolt kétkapu eredő kétkapujának, 4c ábra, S_{ije}



2. ábra. A fázisszögek kapcsolata: a) Φ_2 tetszőleges értéke esetén és b) a csomóponteltolási diagram szélő értékeinél



3. ábra. Csomóponteltolási diagram



4. ábra. a) Mérési összeállítás a csomóponteltolási diagram felvételéhez, b), c) a mért kétkapu

mátrixelemeire következtethetünk. Az S_{ije} mátrixelemeket az S'_{ij} , S_{ij} mátrixelemek függvényében az alábbi egyenletek írják le:

$$S_{11e} = S'_{11} + \frac{S_{12}^2 S_{11}}{1 - S_{11} S'_{22}}, \quad (17)$$

$$S_{22e} = S_{22} + \frac{S_{12}^2 S'_{22}}{1 - S_{11} S'_{22}}, \quad (18)$$

$$S_{12e} = \frac{S'_{12} S_{12}}{1 - S_{11} S'_{22}}. \quad (19)$$

A másodrendűen kis mennyiségek hatásának elhanyagolása esetén, más szóval az

$$1 - S_{11} S'_{22} = 1, \quad |S'_{12}|^2, \quad |S_{12}|^2 = 1 \quad (20)$$

közelítésekkel élve, nagyon jó közelítéssel írható, hogy

$$S_{11e} = S'_{11} + S_{11} e^{j2\varphi_{12}}, \quad (21)$$

$$S_{22e} = S_{22} + S'_{22} e^{j2\varphi_{12}}, \quad (22)$$

$$S_{12e} = S'_{12} S_{12}. \quad (23)$$

A fentiek alapján a mérendő kétkapu szórás mátrixa S_{ij} elemeire az alábbi, jó közelítéssel érvényes összefüggések írhatók fel:

$$S_{11} = (S_{11e} - S'_{11}) e^{-j2\varphi_{12}}, \quad (24)$$

$$S_{12} = \left| \frac{S_{12e}}{S'_{12}} \right| e^{j(\varphi_{12e} - \varphi'_{12})}, \quad (25)$$

$$S_{22} = S_{22e} - S'_{22} e^{j2\varphi_{12}}. \quad (26)$$

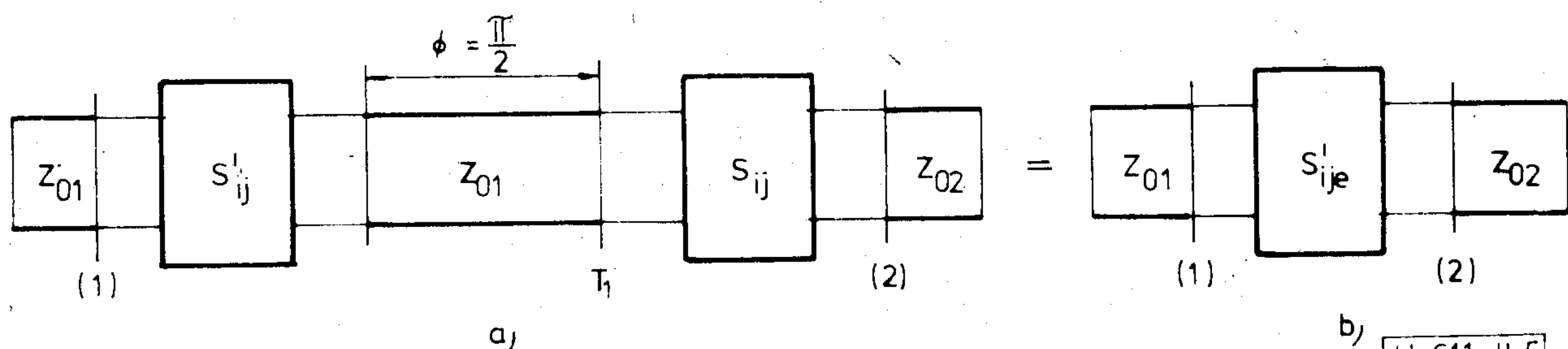
Nem reflexiómentes hasított vonal alkalmazása esetén tehát két csomóponteltolási diagram felvételével a mérendő kétkapu S_{ij} mátrixelemeinek értéke meghatározható.

A negyedhullámú technika alkalmazása

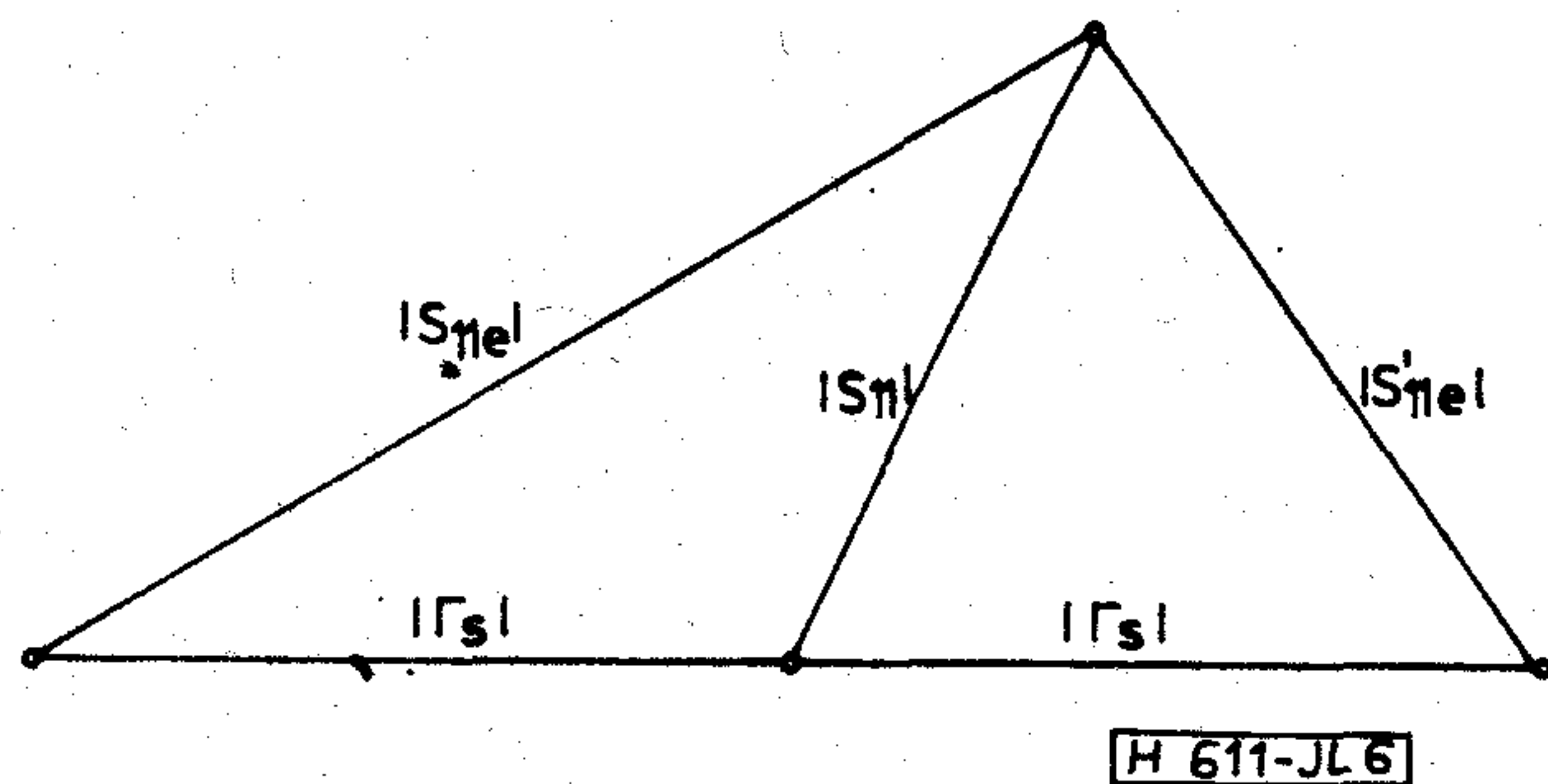
Azokban az esetekben, amikor ismert az alkalmazott hasított vonal Γ_s saját feszültségi reflexiótényezőjének abszolút értéke, és a feladat csupán az $|S_{11}|$ mennyiség mérése, a negyedhullámú technika előnyösen alkalmazható. Bár a negyedhullámú technika alkalmazása esetén is két csomóponteltolási diagram felvétele szükséges $|S_{11}|$ értékének meghatározásához, de a mérés kiértékelése egyszerűsödik, mivel nem szükséges a leírásban szereplő mátrixelemek fáziszögének meghatározása. Az első csomóponteltolási diagramot a 4a ábra szerinti mérési összeállításban vesszük fel és választ kapunk az $|S_{11e}|$ értékére. A második csomóponteltolási diagram felvételéhez a mérendő kétkaput egy $\Phi = \pi/2$ elektromos hosszúságú tápvonalszakasz közbeiktatásával kapcsoljuk a hasított vonalhoz. Adott esetben a csomóponteltolási diagram az 5a ábrán feltüntetett, három láncba kapcsolt kétkapu eredő kétkapujának, 5b ábra, S'_{ije} szórásmátrix-elemeire ad választ, ahol

$$S'_{11e} = S'_{11} - S_{11} e^{j2\varphi_{12}}. \quad (27)$$

Az S_{11e} , S'_{11e} mennyiségeket ábrázolva a komplex számsíkon megállapítható, hogy $|S_{11e}|$, $|S'_{11e}|$ és $|S'_{11}|$



5. ábra. A mért kétkapu negyedhullámú hosszúságú vonalnyújtó alkalmazása esetén

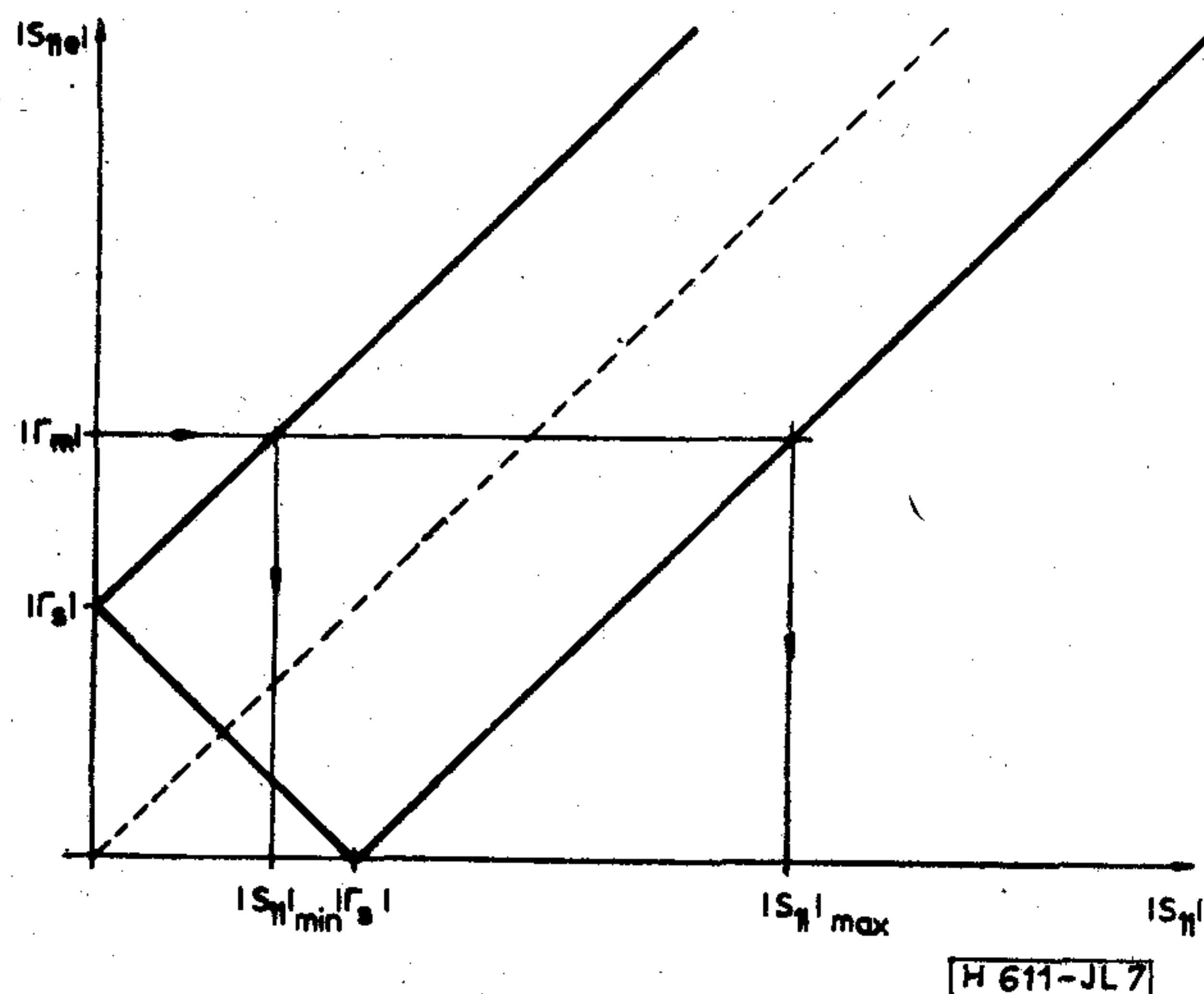


6. ábra. A mért és a mérendő reflexiótényezők abszolút értékének kapcsolata

ismeretében $|S_{11}|$ értéke grafikusan meghatározható. A megoldást a 6. ábrán tüntettük fel, ahol bevezettük az $|S'_{11}| = |\Gamma_s|$ szokásos jelölést.

$|S_{11}|$ mérésének mérési bizonytalansága egyetlen csomóponteltolási diagram felvétele esetén

Az előző pontok ismeretében választ adhatunk arra a kérdésre is, hogy a mérendő $|S_{11}|$ mennyiség értéke mekkora bizonytalansággal adható meg egyetlen csomóponteltolási diagram ismeretében, ha az alkalmazott hasított vonal nem reflexiómentes. $\Gamma_s \neq 0$



7. ábra. Diagram $|S_{11}|$ elvileg lehetséges értékének meghatározásához

esetén a mért $|S_{11e}|$ mennyiség elvileg lehetséges értékeivel kell számolni. $S'_{11} = \Gamma_s$ szokásos jelölés bevezetésével a (21) egyenlethől

$$||S_{11}| - |\Gamma_s|| \leq |S_{11e}| \leq |S_{11}| + |\Gamma_s| \quad (28)$$

következik. $|\Gamma_s|$ ismeretében $|S_{11e}|$ korlátai ábrázolhatók $|S_{11}|$ függvényében, 7. ábra. Legyen valamely konkrét esetben $|S_{11e}|$ mért értéke $|\Gamma_m|$. A 7. ábrából visszametszéssel meghatározható a mérendő reflexiótényező elvileg lehetséges értéke:

$$|S_{11}|_{\min} \leq |S_{11}| \leq |S_{11}|_{\max} \quad (29)$$

Definíciószerűen $|S_{11}|$ mérésének mérési bizonytalansága:

$$\Delta |S_{11}| = |S_{11}|_{\max} - |S_{11}|_{\min} \quad (30)$$

A 7. ábrából közvetlenül kiolvasható, hogy

$$|S_{11}| \leq 2|\Gamma_s| \quad \text{esetén} \quad \Delta |S_{11}| = 2|\Gamma_s|,$$

míg

$$|S_{11}| \leq 2|\Gamma_s| \quad \text{esetén} \quad 0 \leq \Delta |S_{11}| \leq 2|\Gamma_s|.$$

A műszaki gyakorlatban alkalmazott hasított vonalak esetén általában $|\Gamma_s| = 0,01 - 0,05$, s így $\Delta |S_{11}| = 0,02 \sim 0,1$ értékekkel kell számolni. Egyetlen csomóponteltolási diagram alapján tehát a mérendő $|S_{11}|$ mennyiség jó közelítéssel vett értéke csak viszonylag nagy reflexiótényezők mérése esetén adható meg. Kis reflexiótényezők csomóponteltolási módszerrel történő mérésénél a feladat megoldásához két csomóponteltolási diagram felvétele szükséges.

IRODALOM

- [1] A. Weissfloch: Ein Transformationssatz verlustlose Vierpole und sein Anwendung auf die experimentelle Untersuchung von Dezimeter- und Zentimeterwellen-Schaltung. Hochfrequenz und Elektroakustik, Vol. 60, No. 3. pp. 67—73, September, 1942.
- [2] E. L. Ginzton: Microwave Measurements. McGRAW-HILL, 1957, pp. 275—285.
- [3] Dr. Almássy Gy.: Mikrohullámú mérőműszerek és mérések. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961. pp. 163—172.
- [4] Dr. Almássy Gy.: Mikrohullámú kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973. pp. 590—591.
- [5] Dr. Jachimovits L.: Az állóhullámarány-mérő saját reflexióinak hatása a feszültségi reflexiótényező mérésére. Híradástechnika, XXII. évf. 4. sz. pp. 115—120.

Lapunk példányonként megvásárolható

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti
hírlapboltokban

A helyközi távbeszélő-hálózat átviteli útjainak statisztikus jellemzői és megfigyelt használhatósága

ETO 621.395.742:621.391.8

A Helyközi Távbeszélő Igazgatóság (HTI) üzemelteti a távbeszélő-, távíró-, zene és adatjelek városok közötti átvitelére használatos átviteli utakat. A szolgáltatások zavar érzékenysége különböző, de minden információ zavartalan átvitelét kívánják az előfizetők. Ezért olyan vivőfrekvenciás berendezéseket igyekszünk alkalmazni, amelyek megbízhatóságát alkalmas adatokkal tanúsítani tudja a gyártó cég.

A berendezések megbízhatóságát a következő adatok jellemzik:

- A főbb berendezés egységek hibái közötti átlagidő (MTBF), amelyet években adnak meg.
- A berendezéscsalád alkatrésztípusainak hibaaránya vagy valamely egységek hibaaránya, amelyet FIT-ben adnak meg (10^{-9} hiba/üzemóra).

Ezek az adatok teszik lehetővé gyártmányok összehasonlítását a várható megbízhatóság szempontjából. Kedvezőtlen, ha a gyártó cég nem tudja ezeket az értékeket hitelt érdemlően megadni, vagyis a cég nem tekinti a megbízhatóságot alapvető kérdésnek.

A HTI-nek azonban másfajta paraméterekre is szüksége van, amelyek az átviteli szolgáltatás minőségét jellemzik, mivel a belföldi hálózat a nemzetközinek is részét jelenti.

Miért szükségesek új paraméterek? Miért nem elegendő az MTBF és a hibaarány?

Az átviteli összeköttetés vonalszakaszokból és berendezésekből áll. A vonalszakasz két végén végberendezés van, amelyet kábel vagy mikrohullámú összeköttetés kapcsol össze.

A berendezések különbözők, vannak régebbi rendszerek, amelyekben elektroncső az aktív elem, de többségük tranzisztorszakasz. A csoportok, főcsoportok és a vonalszakaszok rendszerint automatikus pilot-szabályozásúak, és vannak szabályozás nélküliek is.

A HTI Fejlesztési Osztálya mérésorozatot indított a statisztikus jellemzők meghatározása érdekében, hogy lássuk a minőség ingadozását. Ez az ilyen jellegű megfigyeléseknek és eredményeknek összefoglalása.

Egy átviteli út lehetséges állapotai

Egy összeköttetés jellemzésének fontos feltétele, hogy ismerjük azokat a lehetséges állapotokat, amelyeket fel kell használni az összeköttetés minősítésekor.

Normál állapot

Egy összeköttetés akkor van normál (specifikált) állapotban, ha a CCITT ajánlásainak megfelelően működik, vagyis a szolgáltatás minősége kifogástalan.

Zavart üzemállapot

Az összeköttetés akkor van zavart működési állapotban, ha paraméterei közül legalább egy lényegesen rosszabb egy rövid időre, mint a CCITT ajánlásai által meghatározott érték. Ez a rövid idő a szolgáltatás típusának megfelelően különböző, de mondhatjuk általában, hogy 300 ms-nál kisebb.

A zavarok két típusával kívánok foglalkozni:

- rövid idejű megszakadás az, amikor az összeköttetés maradéksillapítása a névlegesnél 10 dB-lel nagyobb,
- impulzuszajnak nevezzük azt a jelenséget, amikor az összeköttetés zaja rövid ideig meghaladja a 18 dB jel-zaj távolsághoz tartozó szintet. Ez a rövid idő a CCITT V.55 ajánlása szerint 50 μ s-nál hosszabb.

A szolgáltatást ezek a zavarok csak rövid időre szakítják meg, ezért az átvitel a zavar megszűntével emberi beavatkozás nélkül folytatható.

A rövid idejű megszakadás okozta zavart működési állapotot a megszakadások közötti átlagidő jellemzi:

$$M_i = \frac{t_s}{n_i}, \quad (1)$$

ahol: t_s az ellenőrzés időtartama órában, n_i pedig a t_i (ms) időtartamú megszakadásoknál hosszabbak, de 300 ms-nál rövidebbek darabszáma.

A zajimpulzusok által okozott zavart működési állapotot a zajimpulzusok egy órára jutó átlagos darabszáma jellemzi.

$$F_n = \frac{n_i}{t_s}, \quad (1a)$$

ahol: t_s az ellenőrzés időtartama órában, n_i pedig az ellenőrzés ideje alatt számlált azon zajimpulzusok száma, amelyek csúcserőssége a beállított szintkülönbségnél nagyobb volt.

Üzemképtelen állapot

Ha a megszakadás időtartama hosszú, információátvitel egyáltalán nem lehetséges. Ez az üzemképtelen állapot.

telen állapot. Ezen állapot után általában a fenn-tartó személyzetnek el kell hárítani a hibát, és az összeköttetést újra kell felépíteni, mivel 300 ms-nál hosszabb megszakadás esetén a távhívó-központok elbontják az összeköttetést.

Az *üzemképtelen állapotot* a kiesési időarány (DTR) jellemzi, ami lényegében az üzemképtelen állapot valószínűsége:

$$X = \frac{L}{M+L} \cdot 1000, \quad (2)$$

ahol: L az üzemkiesés időtartama órában, M az üzemképes állapot időtartama órában, $t_s = L+M$ az ellenőrzés időtartama, X a kiesési időarány ezrelékben kifejezve

A *használhatóság* a kiesési időarány ellenkezője, a jó átvitel valószínűsége. Ezt a kiesési időarányból a következő módon számíthatjuk ki:

$$A = 1000 - X, \quad (3)$$

ahol: X a kiesési időarány ezrelékben kifejezve, A pedig a használhatóság szintén ezrelékben.

Tényleges összeköttetés jellemzői

Ha egy átviteli utat eléggé hosszú ideig figyeltünk meg, akkor 5 statisztikus jellemzőt tudunk egyértelműen megállapítani, amelyek a minőséget jellemzik:

- a normál állapot maradékcillapítása normál eloszlású, ezért két paraméter jellemzi: a középérték eltérése (D) a névlegestől, s a normál szóráss (S). A CCITT Zöld Könyv G.151.A ajánlása belföldi áramkörre megadja a határértéket: $S=1$ dB és $D=0,5$ dB maximum.
- M_i a megszakadások átlagos ismétlődésideje megadja egy szolgáltatásra vonatkozóan a két megszakadás közötti zavartalan órák átlagos számát. A szintcsökkenést akkor nevezzük megszakadásnak (a CCITT 0.62 ajánlása szerint), ha mélysége 10 dB vagy annál nagyobb,
- F_n a zajimpulzusok óránkénti átlagos száma megadja, hogy hány zavarást okozott zajimpulzus egy átlagos órában. A CCITT V.55 ajánlása tartalmazza a zajimpulzus számláló specifikációját. Ez a számláló az 50 μ s-nál hosszabb zajcsúcsokat számlálja, ha amplitúdójuk egy előre beállított szintküszöbnél nagyobb. Ez a szintküszöb -18 dBm0 távbeszélő csatornánál és -21 dBm0 bérelt áramkörnél.

A zajimpulzusok számlált mennyisége legfeljebb 70 db/óra lehet.

- „A” használhatóság a normál állapot időarányát mutatja meg, az ellenőrzési időtartamra, vagyis az összeköttetés határfoka.

Tapasztalataink szerint megbízható értékeket akkor kapunk a statisztikus jellemzőkre, ha a vizsgálat időtartama legalább 10 nap. Kivétel a használhatóság, amelynek megállapításához legalább 2 hónapos ellenőrzési idő szükséges. A mintavétel gyakorisága 3...10 másodpercenként látszik optimálisnak.

Mérőberendezések

Különböző műszereket használtunk az áramkörök és az áramkörnyalábok ellenőrzésére. Ezek között volt külföldi, belföldi és a Helyközi Távbeszélő Igazgatóság által készített:

- A szinteloszlást olyan berendezéssel mértük csatornán, amelynek 12 szinttartománya van, és a mintavétel periódusideje beállítható.
- A kiesési időt olyan mintaszámlálóval figyeltük, amelynek 12 bemenete van, s a bemenetek közül valamelyiken megjelenő földpotenciál időtartamának mérésére alkalmas.
- A rövid megszakadások számát egy megszakadásszámláló akkor észlelte, ha a megszakadás időtartama az előre beállított időküszöbnél hosszabb volt.
- A rövid idejű megszakadás-osztályozó a megszakadás időtartamát méri és idő szerinti osztályokba sorolva számlálja.
- A szinteltérés-számláló ellenőrzi a szintet és méri az alsó szintküszöb alatti időt, ill. a felső szintküszöb feletti szinttöbblet időtartamát külön-külön.
- A zajimpulzus-számláló az előre beállított szintküszöbnél nagyobb zajcsúcsokat számlálja.

Mérési eredmények

Néhány áramkör szinteloszlása

Három különböző minőségű helyközi áramkört választottunk ki és ellenőriztük őket egy olyan berendezéssel, amely a szintet 12 tartományba osztályozta, hogy megkapjuk a szinteloszlásukat. Az 1. ábra mutatja a szinttartományok mintáinak darabszámát, gyakoriságát. A 2–11. tartomány szélessége $\pm 0,5$ dN, de az 1. és 12. tartomány egyik oldalán nyitott. Ugyanitt az 1. tartomány $-6,5$ dN-től $-\infty$ dN-ig tart. Ezért ennek mintáit a megfigyelt trónk üzemképtelen állapotát jelzőnek tekinthetjük.

Az első trónknél 10 millió minta jutott a névleges tartományba, és csak 2800 az üzemkiesési tartományba.

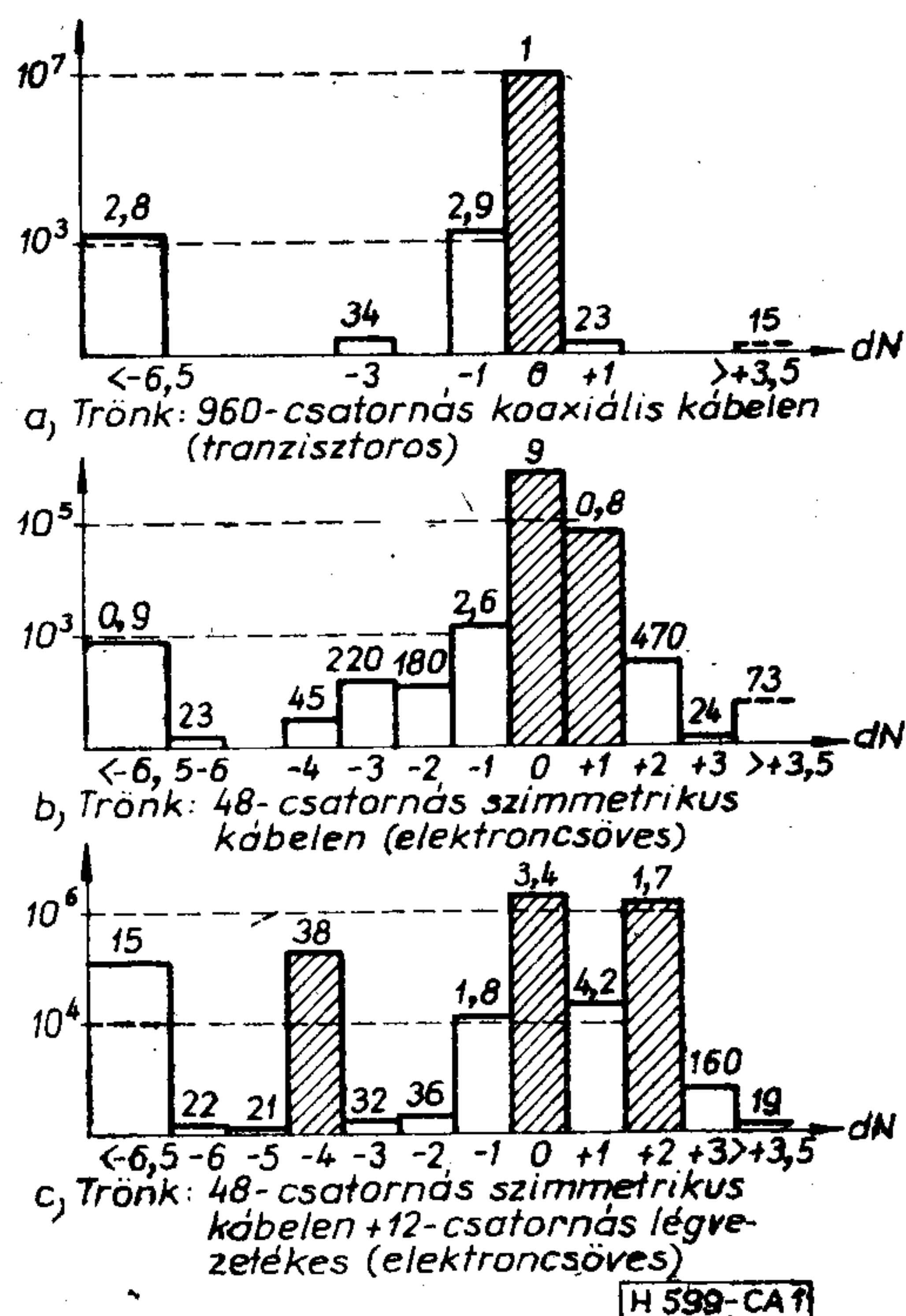
A második trónknél a minták többsége a névleges és $+1$ dN-es tartományba esett, de az üzemképtelen állapot mintáinak aránya nagyobb.

A harmadik trónknél három eloszlás szuperpozícióját látjuk és az üzemképtelen állapot gyakorisága a legnagyobb.

Néhány áramkör eloszlásának statisztikus jellemzői

Az 1. ábra eloszlásai alapján ezeknek a trónkoknak meghatároztam a statisztikus jellemzőit, és az 1. táblázatban tüntettem fel a trónkok fő adataival együtt. Ha az eloszlásokat és normál szórássokat összehasonlítjuk, akkor érthető, miért ajánl a normál szórássra a CCITT 1 dB-es maximumot.

Az 1. táblázatból megismertük a helyközi trónkok átlagos és szélsőséges minőségi jellemzőit. Látni akarunk azonban, hogy hogyan változnak ezek a jellemzők két különböző időpontban végzett megfigyelések esetén, ill. mi a különbség azonos csoport vagy főcso-



1. ábra. Különböző trónkok szinteltérésének eloszlása

port áramkörei között. A mérési eredményeket a 2. táblázat tartalmazza (statisztikus jellemzőket).

Látható a táblázatból, hogy a kábeles összeköttetés jellemzői ismételt mérésnél nem változnak jelentősen. A légvezeték rendszer jellemzői lényegesen változnak ugyan az idővel, de mindkét esetben lényegesen rosszabb a CCITT által ajánlott értéknél.

Látszik a táblázatból, hogy a használhatóság főként a rendszertől függ, de a normál szórás a csatornamodemtől is függ.

Megszakadás okozta zavarok mérése

Két kHz-es mérőjelet vittünk át a csatornán a megszakadások felismerésére. A T_s ellenőrzési idő alatt mértük a megszakadások darabszámát, és M_t -t számítottam ebből.

Mérések megszakadásszámlálóval

Ennél a mérőszorozatnál a rövid idejű megszakadásokat 20 ms-os időközökkel mértük. A számított $M_{20\text{ ms}}$ jelenti az átlagos hiba ismétlődésidőt.

A számított $M_{20\text{ ms}}$ érték megbízhatósága azért fontos, mivel ennek meghatározását a lehetőség szerint rövid idő alatt (10 nap) akarjuk elvégezni. M-nek a 95%-os megbízhatóságtartománya a számlált megszakadások darabszámától függ. Ha 240 óra alatt 20 megszakadást számláltunk, akkor $M_{20\text{ ms}} = 240:20 = 12$ óra.

A 20 db-hoz tartozó megbízhatósági határok: 0,76 és 1,46 M. Ez annyit jelent, hogy a megszakadások tényleges ismétlődésidője 95%-os valószínűséggel 9,1 és 17,5 óra közé fog esni. Ha a számlált darabszám lényegesen kisebb, akkor még ritkábban fordul elő megszakadás, de az adat megbízhatósága kisebb. Tehát ez esetben M megbízhatósága nem játszik lényeges szerepet.

A megszakadásmérések eredményét a 3. táblázat tartalmazza. Az x-szel jelölt méréseket egy csoport két csatornáján egyidejűleg végeztük el.

Ezek a mérések mutattak rá az alapszoportok ellenőrzésének szükségességére.

Mérések megszakadásosztályozóval

A megszakadásosztályozónak azért van több időközöbe, hogy tájékoztatást adjon a megszakadás következményeiről vagy okairól, melyek között az alábbi összefüggések vannak:

— t_i időközök és a megszakadás különböző szolgáltatásokra való

1. táblázat

A megfigyelt trónkok adatai és az eloszlások statisztikus jellemzői

A trónk jele	a	b	c
Hossza, km	124	200	270
Vezetéktípus	kiskoax.	szimm. k.	szimm. k. + légvez.
Csatornaszám	960	48	48 + 12
Aktív alkatrész	tranzisztor	elektroncső	elektroncső
t_s , óra	331	691	216
Mintavételi idő, mp	0,1	10	0,1
S, dB	0,1	0,7	1,5
D, dB	-0,2	0,2	0,5
A, %	999,7	999,1	972,4

2. táblázat

A trónk jele	Hossza km	Átviteli út	Csatornaszám	S dB	D dB	A %
B1202/1	124	kiskoax. kábel	960	0,1	0,0	999,8
/1	124	kiskoax. kábel	960	0,12	-0,2	999,7
B1202/5	124	kiskoax. kábel	960	0,7	-0,2	999,99
B1209/8	124	kiskoax. kábel	960	1,0	0,3	999,9
W1203/10	124 + 65	kiskoax. + mikro	960	0,2	0,01	999,9
Z1203/11	120 + 70 + 60	szimm. + légvez.	48 + 60 + 12	1,7	0,2	938
/11	120 + 70 + 60	szimm. + légvez.	48 + 60 + 12	2,4	2,2	994,5

A 20 ms-nál hosszabb megszakadások száma ($n_{20\text{ ms}}$) és a megszakadások átlagos ismétlődésideje ($M_{20\text{ ms}}$) t_i ellenőrzés alatt

A trónk jele	Hossza km	Átviteli út	Csatorna- szám	Aktív elem	$n_{20\text{ ms}}$ db	$M_{20\text{ ms}}$ óra	t_i óra
B1202/1	124	kiskoax. kábel	960	tranzisz.	7	41	288
/5	124	kiskoax. kábel	960	tranzisz.	12	14	168
E1207/1	65	szimm. kábel	48	el. cső	8	35	280
/12	65	szimm. kábel	48	el. cső	4	70	280*
K1208/1		szimm. kábel	48	el. cső	50	9,4	473
/12	200	szimm. kábel	48	el. cső	364	1,3	473*
K1207/3	200	szimm. kábel	48	el. cső	39	5,4	210
/12	200	szimm. kábel	48	el. cső	10	21	210*
Z1203/1	190	szimm. kábel	48+60				
/11	60	légvezeték	12	el. cső	154	2,3	354
/11	60	légvezeték	12	el. cső	197	1,8	354*

következményei közötti összefüggés, ha a megszakadás hosszabb, mint t_i ;

- $t_i M_i$ következmény vagy ok;
- 3 ms M_a bithiba az adatátvitelben;
- 30 ms M_i karakterhiba távíróátvitelben, téves hívás, tárcsázás esetén;
- 100 ms M_a a beszéd dadogásszerű zavarása távbeszélő üzemnél;
- 300 ms M_k a központok elbontanak;
- 1 mp M_e emberi tevékenység vagy berendezés hiba;
- 1 perc M_d durva hiba az ok.

Ha egy megszakadás pl. 60 ms hosszú, akkor annak következménye lehet hiba az adatátvitelben, a távíró átvitelben, a hívott szám átvitelekor téves hívás.

A mérési eredményeket a fentiek szerint kiértékelve a 4. táblázat tartalmazza.

Nemzetközi áramkörök statisztikus jellemzői

Részt veszünk a CCITT IV/2 tanulmányi bizottsága által szervezett 10. megszakadásmérési sorozatban. Ennek során megszakadásosztályozóval mértük a csatorna megszakadásait, +0,3 N-nél nagyobb mértékű szintcsökkenés időtartamát, valamint a csoport és főcsoportpilot riasztás időtartamát. A mérési eredményeket átszámítva a következő statisztikus jellemzőket kapjuk:

Az áramkör Róma—Bp. 1204/4 Párizs—Bp. 1203/11

A mérés időtartama: óra	672	238
Zavartatás:		
adatátvitel	0,07 óra	7,9 óra
távíró	2,2	14
dadogás	5,1	34
központ	7,5	47
munka	12	47
durva	74	238
A normál szórás, S dB	1	0,83
Középérték eltér, D dB	–0,26	1,14
Csoport használható	990,5	999,89
Főcsoport használható	995,3	999,7

Csoportok, főcsoportok és rendszerek ellenőrzött HASZNÁLHATÓSÁGA

Az alapcsoportok automatikus erősítésszabályozójának megszakadásriasztó érintkezőjét, a csoportpilotzárát csatlakoztattuk a mintaszámláló bemene-tére. Ez mérte a csoportok megszakadásának időtartamát és az ellenőrzési időt. Ezek az adatok alkal-

Néhány trónk megszakadásainak átlagos ismétlődésideje a különböző szolgáltatások szempontjából

Zavartatás	Durva	Munka	Központ	Dadog	Távíró	Adat
	óra					
B1179 hangfr. csöves er.	230	230	230	230	76	12
S1201/8 szimm. k48. csat. er.	144	9,6	9	7,2	4,3	1
P1209/6 mikro 900 csatornás	144	29	20	18	9,6	4,6
B1203/6 koax. 960 csatornás	144	144	144	144	72	48
D1207/11 koax. 960 csatornás	232	232	232	232	58	15
D1207/11* mikro	254	21	16	9,8	0,48	0,17
T1212/12 új koax. állomás	239	48	16	8,6	2,3	0,5

Megjegyzés: a*-jelű mérésnél a csatorna, csoport és főcsoport-modulátor ugyanaz volt, mint az előzőnél, de mikrohullámú összeköttetésre volt átkötve.

A magyar helyközi hálózat vivős rendszereinek ellenőrzött használhatósága az alapesoportok egyéves ellenőrzése alapján

Üzem év	Csatorna	Átvitel	Aktív elem	Vonal	A %	Hossz km
4	960	kiskoax. k. tranz.		A—B—C	999,87	124
3	960	kiskoax. k. tranz.		D—E	999,97	180
3	960	kiskoax. k. tranz.		D—F	998,4	120
10	60	szimm. k. el. cső			999,9	180
22	48	szimm. k. el. cső		G—H	999,5	70
22	48	szimm. k. el. cső		G—H—J	999,9	180
1		mikrohullámú összeköttetés			999,8	220
15		mikrohullámú összeköttetés			999,3	260
22		mikro+szimm. kábel (60-csat.)			982	180
4	960+12	koax.+szimm. kábel		A—B—C—P—S	999,9	230
22	960+48	koax.+szimm. kábel		A—B—C—P—T	999,6	210

masak mind a kiesési időarány (X), mind a használhatóság (A) számítására egyszerű módon. 90 alapesoportot ellenőriztünk egy éven át 10 mp-enkénti mintavétellel. Az ellenőrzött csoportokat a teljes magyar helyközi hálózatból válogattuk, és ezek képviselték a koaxiális, ill. szimmetrikus kábelben, valamint mikrohullámú összeköttetéseken élő különböző vivős rendszereket. A csoportok kiesési időarányából különböző jellemzőket tudtam meghatározni annak érdekében, hogy több információt kapjak a hálózatról és a rendszerekről.

A hálózat 90 csoportjának évi átlagos használhatósága 997 ezrelék. A hálózat belföldi és vezetékes csoportjainak (63 db) évi átlagos használhatósága 998,6 ezrelék.

A kiesési időarány átlagos értéke a 90 csoportra vonatkozóan hét ízben leolvasva (1—3 havonta):

leolvasás	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
X ezrelék	3,4	1,3	3,96	3,36	2,39	2,67	2,59

Az átlagos kiesési időarány 23 óra/csoport évente. Ugyanez a belföldi vezetékes csoportokra 11,7 óra/csoport. Ez utóbbi két adathoz meg kell jegyezni, hogy nemcsak a berendezéshibákat, de a fenntartói és egyéb munka hatását és a kábelhibákat is tartalmazza.

Ha a használhatóság értékeket rendszerenként csoportosítjuk és figyelembe vesszük, hogy a legjobb csoport használhatóságok képviselik a rendszer meg-

bízhatóságát, akkor egy másik fontos jellemzőt kapunk a vivős rendszer ellenőrzött használhatóságát.

Hibabehatárolást végeztünk a D—F szakaszon, és ezután a használhatóság: 999,97.

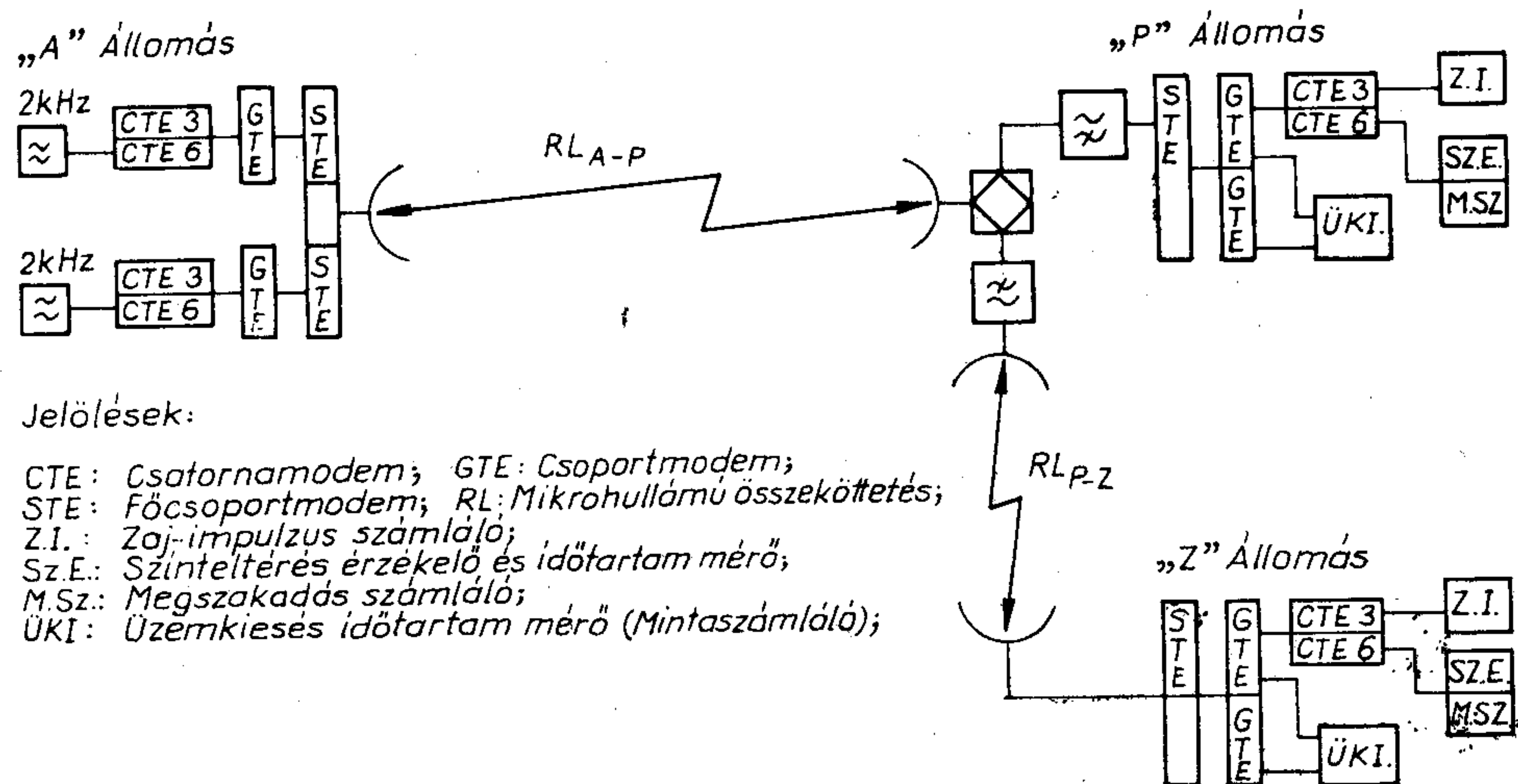
A táblázatból látható (5. táblázat), hogy a kábeles rendszerek használhatósága 999,5-nél jobb, az új mikro minősége nem rosszabb, és a mikrohullámú összeköttetések használhatósága az évek számával rohamosan romlik.

Egy működő rendszer ellenőrzése 1976-ban

Egy 480 csatornás rendszert ellenőriztünk mintaszámlálóval az év folyamán. A mintaszámláló bemenetei a következő riasztó érintkezőkhöz voltak csatlakoztatva:

- áramellátás, biztosítékhiba,
- a távtáplálás túlfeszültség, túláram és megszakadás riasztása,
- főoszillátorok és átváltóegységek riasztása,
- vonalpilótok megszakadása adásirányban,
- vonalpilótok szinteltérése a vonalszabályozók kimenetén,
- főcsoportok pilotszinteltérése a főcsoportszabályozó kimenetén,
- nagy főcsoportpilot szinteltérés a kimeneten.

A mérési eredményből a következő oldalon levő jellemzőket tudtam meghatározni:



2. ábra. Bonyolult mikrohullámú összeköttetés statisztikus ellenőrzése

H 509-CA2

az ellenőrzött adat	szélső érték	évi átlaga
a végállomás egységeinek használhatósága min.	999‰	999,4‰
főcsoport-összeköt. használhatósága	993‰	998‰
a főcsoport-összeköt. normál szórása	0,35 dB	0,2 dB

Hibabehatárolás statisztikus ellenőrzéssel

Egyik főcsoportunk gyakran okozott riasztást, ezért hibabehatárolást végeztünk rajta. Az összeköttetés 60%-át olyan mikrohullámú összeköttetés képezte, amely 3 évvel előbb 999,8 ezrelék használhatóságú volt (A—P). A 2. ábra szerint az A—P és

6. táblázat

Az ellenőrzött szakasz		A—P	A—P—Z	A—P—Z elhárítás után
„A” főcsoportokra	‰	999,99	935	999,9
M_{20ms}	óra	21	0,08	6,6
S	dB	0,5	1,8	0,4
D	dB	0,2	0,1	0,0
F_n	db/óra	0,4	69	2

A—P—Z szakaszra műszereket tettünk. A 6. táblázatba foglalt statisztikus adatokat kaptuk 145 óras ellenőrzés után és a hiba elhárítás végétével.

Következtetések

Az ismertetett statisztikus jellemző készlet alkalmas áramkörök és áramkörnyalábok minőségének jellemzésére. Ezeket az adatokat alkalmas mérőberendezésekkel hosszú ideig automatikusan tudjuk mérni emberi közreműködés nélkül (csak csatlakoztatni kell). Ezek a jellemzők lehetővé teszik a megfelelő időpontnak és helynek a meghatározását, amikor és ahol a fenntartó személyzetnek meg kell kezdeni a hibabehatárolást és -elhárítást.

Nagyon fontos, hogy ez a módszer akkor mutatja ki a hibát, amikor a hibás egység még nem okozhat jelentős üzemkiesési időt, csak rosszabbat, mint normális esetben.

Ezek a lehetőségek azonban nem állnak az egész fenntartó személyzet rendelkezésére. Ez év végén azonban 10 db mintaszámláló készletünk lesz. A 120 csoporthoz alkalmazható mintaszámláló mennyiség alkalmazása után az áramkörnyalábokra új fenntartási előírást kell csinálnunk ahhoz, hogy az új módszer előnyeit megkapjuk.

Energiaipari Távközlési Szeminárium Balatonkenesén

Egyesületünk Energiaipari Távközlési Szakosztálya 1978. október 12—14 között megrendezte az **ENERGIAIPARI TÁVKÖZLÉSI SZEMINÁRIUMOT**.

A rendezvény jelmondata volt „Távközlés az energiaipar hatékonyságának növeléséért”. Az energiaipari távközlés megjelenése összefügg hazánk fokozott villamos és szénhidrogén energiafelhasználási programjával. A sajátos jellegű műszaki követelmények, a biztonsági előírások és a nagyfokú megbízhatósági igény a távközlési ágazaton belül szinte új szakmát teremtett; a technológiai távközlést, amely magában foglalja a hagyományos hírközlést (távbeszélő, távíró, rádiótelefon) valamint az adatátvitelit, a távjelzést, mérést és vezérlést.

A szemináriumon 15 hazai és 2 külföldi (szovjet) előadás hangzott el a témát illetően. Az előadások nagy része újdonságot jelentett a résztvevőknek. Külön kiemelkedett a kőolaj- és gázipari kábelek építéséről, szereléséről és kiegyenlítéséről készített színes film. A szemináriumon, mintegy 140 fő vett részt az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt 26, a Magyar Villamos Művek Tröszt 24 vállalatát képviselték és eljöttek a híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalatok, a Magyar Posta, a felügyeleti szervek és hatóságok érdekelt szakemberei is. Az előadásokhoz többen szóltak hozzá, egyes témákban vita is kialakult.

A rendezvényt dr. Gál József docens, a HTE klub titkára nyitotta meg, Susánszky László egyesületünk elnökhelyettese vezette. A szeminárium dr. Almássy György kandidátus, egyesületünk főtítkárának zárszavával ért véget.

A nagy sikerű szemináriumról a Veszprém megyei Napló külön tudósított és több országos napilapunk is tájékoztatót.

A szeminárium a következő záróközleményt adta ki:

1. Az energiaipari távközlési szeminárium elérte a kitűzött célját. A villamosipar, a kőolaj- és gázipar, a Posta a híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalatok távközlési szakemberei kölcsönösen megismerték egymás tevékenységét, gondjait és eredményeit.

2. A tapasztalatcsere rendszeressé tétele érdekében az energiaipari távközlési szakemberei számára megfelelő fórumot kell biztosítani, melynek egyik formája a szeminárium 2 évenkénti összehívása. Állandó kapcsolat fenntartása szükséges a külföldi energiaipari távközlő rendszerek szakembereivel, illetve szervezeteivel.

3. Az Energiaipari Távközlési Szakosztálynak nagyobb gondot kell fordítania a HTE által biztosított publikációs, valamint a vándoroktatásban rejlő lehetőségek felhasználására.

A szemináriumon elhangzott kiemelkedő előadásokat a rendezőség javasolja, hogy szaklapban a szerzők tegyék közzé.

4. Az Energiaipari Távközlési Szakosztály és a MEE Villamosipari Távközlési Munkabizottsága között a kapcsolatokat előbbé kell tenni.

5. Az energiaipart kiszolgáló távközlő rendszereket — sajátosságaikat figyelembe véve — kell tovább fejleszteni és egyúttal biztosítani az ország egységes távközlő rendszerébe való illeszkedést. A sajátos igények kielégítéséhez szükséges eszközök és berendezések gyártása, a kiemelt nagyberuházások megvalósítása, az engedélyezések meggyorsítása, a rádiófrekvenciák felhasználása, illetve kiosztása érdekében, esetenként NIM-szintű koordináció szükséges, amely kiterjedhet egyéb távközlési szakmai kérdésekre is. A NIM koordinációja mind a minisztériumon belül, mind a KGM és a KPM között szükséges.

6. Az egyes energiaipari ágazatoknak egyeztetni kell, hogy a rendszerekben lehetőleg azonos berendezések, tervezési megoldások az eddiginél szélesebb körben kerüljenek alkalmazásra. Az egyes részlettervek kidolgozásánál figyelembe kell venni az együttműködési lehetőségeket.

7. A Nehézipari Minisztériumon keresztül segítséget kell kérni az energiaipari távközlés sajátosságának megfelelő, szervezett szakemberképzés és továbbképzés megteremtésére.

Halász Miklós

Energiaipari Távközlési Szakosztály

Az osztrák telefonhálózat tanulmányozása

Az elmúlt évben ENSZ-ösztöndíjasként két hónapot töltöttem a Fernmeldetechnisches Zentralamt-ban (FZA) az Osztrák Posta kutatóintézetében. Vendéglátóim figyelmes segítőkészségének köszönhetem, hogy a tanulmányút előzetes tematikáját messze meghaladó mértékben alkalmam volt betekinteni az osztrák vezetékes távközlés szinte valamennyi területére. A következőkben a tanulmányút szakmai tapasztalatait igyekszem röviden összefoglalni. A cikkben közölt statisztikai adatok általában az 1976. december 31-i állapotra vonatkoznak, mivel látogatásom idején az 1977. évi statisztikák még nem készültek el.

1. A vendéglátó szerv jellemzése

Az FZA körülbelül 150 fővel, a Postavezérigazgatóság közvetlen irányításával, országos hatáskörrel működik. Tevékenysége a postai távközlés minden területére kiterjed. Postán belüli helyzetét és feladatait tekintve az intézmény hazai analógjának a Posta Kísérleti Intézet és a Postai Tervező Intézet tekinthető. A kutatómunka részaránya viszonylag kicsi, új berendezések fejlesztésével nem foglalkozik, mert ez a gyártó cégek feladata. Ausztriában a helyi hálózatok tervezési munkáit a területi igazgatóságok végzik, az FZA csak a nagyobb arányú hálózatfejlesztések terveit készíti el, illetve az új tervezési eljárások honosításában vesz részt. Fontos feladata az is, hogy figyelemmel kísérje és segítse az ipari fejlesztő tevékenységet, és az új berendezések megjelenésekor már kidolgozott átvételi és üzemeltetési előírásokkal segítse a berendezések postai engedélyezését és gyakorlati alkalmazását. A hálózat építésére, karbantartására és üzemeltetésére vonatkozó előírásokat szintén az FZA dolgozza ki. Feladatának jellegéből következik, hogy szoros kapcsolatban áll a gyártó cégekkel, a hasonló profilú külföldi intézetekkel — itt elsősorban az NSZK posta kutatóintézetét kell megemlíteni —, továbbá figyelemmel kíséri CCITT és más nemzetközi szervezetek munkáját is.

2. Az osztrák telefonhálózat bemutatása

A hálózat főbb mennyiségi mutatói az alábbiak:

- Fővonalak száma: 1 623 449.
- Fővonalszám növekedési rátája az előző évhez képest: 7,85%.
- 100 lakosra jutó fővonalszám: 21,6.
- Beszélőhelyek száma: 2 281 251.
- Beszélőhelyek számának növekedése az előző évhez képest: 6,96%.
- 100 lakosra jutó beszélőhelyek száma: 30,36.
- Várákóók száma: 165 875.

2.1. A hálózat felépítése

Az 1972 óta teljesen automatizált országos távhívóhálózat négy hierarchikus szintre tagolódik. Az

első — legalsó — szinten vannak a végközpontok. Ezekhez előfizetők vagy kihelyezett fokozatok, ún. Teilam-tok csatlakozhatnak. A következő szinten találhatók a Verbundam-tok. Minden Verbundamt-hoz elvileg max. 10 db végközpont csatlakozhat. Egy-egy Verbundamt körzete a hazai viszonyokra kivetítve megfelel kb. egy járásnak. A harmadik szint — kb. a mi megyéinknek megfelelő területen — a Netzgruppe és központja a Netzgruppenamt. Ehhez megint max. 10 db Verbundamt csatlakozhat. A negyedik szint tartományi szintnek felel meg, és elnevezése Hauptbereich. A tartományi központokhoz — Hauptbereichamt — 10 db Netzgruppenamt csatlakozhat. A nemzetközi kicserélőközpont Bécsben van.

A hálózat felépítése alapvetően csillagrendszerű, és mint az előzőkből látható, a tízes számrendszeren alapul. A legfelső szinten levő 8 db Hauptbereichamt egymás között szövevényes hálózatot alkot, a főváros csak a nemzetközi hívások egy részénél játszik kiemelt szerepet. Az eddig említett utolsó választási útvonalakon kívül forgalmilag indokolt esetben léteznek harántösszeköttetések is.

Kapcsolástechnikai oldalról nézve minden egyes hálózati szint egy-egy választófokozatnak felel meg, amelynek „emeleteiről” az eggyel alacsonyabb szint központjai érhetők el.

A gerinchálózatot Bécsből kiindulva két — északi és déli — főirány alkotja, amelyekre a tartományi székhelyek felfűződnek. A két nyomvonal Salzburg környékén találkozik, és innen egy leágazása van Innsbruck felé. Az említett gerinchálózat nagykoaxiális kábelösszeköttetésekre épül, aminek meleg tartálékát — automatikus átkapcsolással — a hasonló nyomvonalon haladó mikrohullámú lánc alkotja.

2.2. Országos számozási és forgalomirányítási rendszer

A hálózat előző pontban vázolt hierarchikus felépítésének megfelelően minden végközpont egy négy-számjegyes központ-kijelölőszámmal rendelkezik, ahol minden egyes számjegy egyértelműen meghatározza a kérdéses hálózati sík azon tartományát, ahová a végközpont tartozik. A számozási rendszer nyitott, a maximális számhosszat csupán a CCITT vonatkozó ajánlásai korlátozzák. A helyi számmező ennek megfelelően max. 6 számjegyes lehet, de a gyakorlatban többnyire csak 3 vagy 4 számjegyes. Általában egy végközponton belül egyféle számhosszat használnak. Ez alól csak a kihelyezett fokozatok jelentenek kivételt, mivel itt az eggyel több gépfokozat miatt a hívószámnak is egy jeggyel hosszabbnak kell lennie. (Minden választófokozat egy számjegyet igényel a direkt vezérlésű rendszerekben.) Az ismertetett rendszerbe nem értendő bele az Ausztriában széles körben elterjedt alközponti beválasztás miatt a hívószámmal együtt folyamatosan tárcsázott alközponti mellékállomásszámok.

Az interforgalomban egytárcsahangos rendszert alkalmaznak, ahol a forgalomválasztó számjegy: 0. Normál esetben a hívás a forgalomválasztó szám letárcsázása után eljut a végközpont-hoz tartozó Verbundamt-ba (következő szint) és innen a letárcsázott

számjegyek értékétől függően jut tovább az utolsó választási útvonalon. Mivel a direktvezérlésű rendszerek kerülőutas választásra nem alkalmasak, érdekes megoldással teszik lehetővé a haránt-összeköttetések kialakítását. A megoldást rövidített választásnak (Kurzwahl) nevezik, és a lényege abban van, hogy a hívásokat nem a központ, hanem maguk az előfizetők irányítják a nagyforgalmú haránt-összeköttetésekre egy speciális szám (9) és utána egy rövidített „körzetkijelzőszám” letárcsázásával. A hívás egy speciális csoportválasztón keresztül az utolsó választási útvonalat megkerülve jut célba. Nemcsak belöldi, hanem egyes nagyvárosokból külföldi viszonylatokra (pl. NSZK, Olaszország, Svájc) is használják, és ezzel tehermentesítik a nemzetközi kicserélőközpontot. Ezt az eljárást akkor is alkalmazzák, ha az utolsó választási útvonal és a harántnyaláb teljesen azonos nyomvonalon — de külön nyalábot képezve — halad, mert így kapcsolófokozatokat tudnak megtakarítani.

2.3. Bécsi hálózat felépítése

Fontosabb adatok:

- Lakosság száma: kb. 1,6 millió.
- Főállomásszám: 661 123.
- 100 lakosra jutó főállomás: 41,5.
- Szóló állomások száma: 126 815.
- Ikerállomások száma: 534 308.
- Beszélőhelyek száma: 912 272.
- 100 lakosra jutó beszélőhelyek száma: 57,27.
- Várakozók száma: 31 753.

A helyi hálózat kétsíkú. A max. 10 ezer fővonal-kapacitású végközpontok csillaghálózatban kapcsolódnak saját trónkközpontjukhoz. A trónkközpontok egymás között szövevényes hálózatot képeznek.

A szóló előfizetők hívószáma 6 számjegyes. Az első számjegy a hívott előfizető trónkközpontját, a második a végközpontját, a maradék 4 pedig az előfizetőt határozza meg. A hálózatban a számozási rendszer miatt max. 8 db trónkközpont lehet (rövidített hívószámok, spec. számok miatt), így a hálózat kapacitása elvben max. 800 000 szóló állomás. Figyelembe véve a Bécsben elterjedten használt négyállomásos ikerberendezéseket — ahol az iker társakat a hívószám hetedik számjegye választja szét — a hálózat kapacitása kb. 1,6 millióra növelhető. (4×300 ezer iker + 400 ezer szóló vonal.) Ez az érték távlatilag is elegendő.

Egyes vélemények szerint nem lenne szabad az ikerállomások számát tovább növelni, mert csökkenti a szolgáltatás színvonalát és gazdaságosságuk is kétséges. Ennek ellenére az Osztrák Posta alapdíj-kedvezményrel ösztönzi az ikerállomások létesítését, ami elsősorban a lakótelepeken a lakosság körében is népszerű.

Az interhívásokat a bécsi interközpont közvetíti, ami egy személyben a hálózat három legfelső síkját fogja át — tehát a környező terület Hauptbereich-, Netzgruppe- és Verbundamt-ja —, ami megfelel a központ három csoportválasztó fokozatának. Az interközpont három — a város különböző helyein levő —

részközpontból áll. Mindegyik rész minden trónkközpontot külön-külön elérhet. A bejövő intervonalak honosak az egyes részközpontokban.

A kétsíkú hálózatstruktúra miatt Bécs város „körzetszáma” három számjegyes. Az interközpont utolsó, III. csoportválasztó fokozata a helyi hívószám első számjegye alapján a trónkközpontokat választja.

Az agglomerációs övezetbe tartozó települések kétféleképpen érik el a bécsi helyi hálózatot:

- utolsó választási útvonalon,
- rövidített hívószám (92) segítségével közvetlenül a bécsi interközpont III. csoportválasztó fokozatára jutnak, ahonnan a hívás a helyi hívószám alapján épül tovább.

A helyi hálózat térbeni kiterjesztését csillapításproblémák miatt nem tervezik. Az agglomerációs övezet telefonellátásának rendszertechnikájában az elkövetkező tíz évben, illetve a jelenleg üzemelő központok élettartamán belül nem várható lényeges változás. Tarifális szempontból a Bécs környéki helységek a városi helyi tarifaövébe tartoznak, amit úgy kell érteni, hogy a városból a helységbe és viszont irányuló hívásokért a helyi tarifa alapján kell fizetni. Az egyes helységek viszont nem hívhatják egymást helyi tarifával. Tarifális kérdésekben általános szabály, hogy a tarifa nem a kapcsolási úttól, hanem a hívó és hívott közti fizikai távolságtól függ.

2.4. Telefonközpontok

Az osztrák telefonhálózatban a következő központtípusokkal találkoztam:

2.4.1 Forgógépes rendszerek

Ide tartoznak az emelő-választógépet és a motorwähler technikát alkalmazó központok. A hálózat berendezéseinek többsége ebbe a kategóriába tartozik. Direktvezérlésű rendszerek, de az automatikus interhívások lebonyolításához a hálózat második síkján levő központokban (Verbundamt) speciális, számjegyisméltó és tarifamegállapító „regisztereket” (Registerverzoner) alkalmaznak. A gondos karbantartás következtében a régi berendezések is — megítélésem szerint — igen jó állapotban vannak.

2.4.2 Crossbar rendszerek

Elsősorban vidéki végközpontokban találkoztam jelfogós vezérlésű hagyományos crossbar telefonközpontokkal. A kapcsológépek pentaconta rendszerűek. Kapacitásuk max. néhány ezer vonal és felügyelet nélkül üzemelnek.

2.4.3 ESK rendszer

Érdekes területi megoszlásban az ország északi felén telepítik a Siemens gyártmányú központcsaládot. Tagjai közt megtalálható minden központkapacitás, kezdve a néhány száz vonalas végközponttól egészen a 20 ezer vonalas helyi- és interközpontig. Az egyes altípusokban közös a vezérlési elv és a kapcsolóelem, de konstrukciójukban jelentős eltérést

mutatnak. Valamennyi ESK központ közvetett vezérlésű, és a vezérlési funkciók egyetlen központi számítóberendezésbe vannak koncentrálnak. A központ kizárólag egyféle relétípust, az ún. ESK relét használ. Tekintettel arra, hogy ez a relétípus csak négy érintkezőt mozgat, továbbá, hogy a beszédút kapcsolásán kívül egyéb funkciók ellátására is alkalmazták, a központokba meglehetősen nagy számú relét kell beépíteni.

A kisebb végközpontok vezérlése kevésbé elektronizált, míg az új típusú tranzitközpontok (ESK F; ESK 10 000 E) erősen koncentrált vezérlése elektronikus, részben integrált áramkörös felépítésűek. Az itt használt ELST 801 típusú vezérlő működésmódjában nagyon hasonlít egy kisszámítógéphez. A vezérlő funkcionális egységei önálló huzalozott program alapján dolgoznak, és egy belső buszrendszerrel kapcsolódnak egymáshoz. A változó adatokat (pl. kategóriák, irányítási információk) ferritmagokba fűzött huzalokkal tárolják (transzformátor elven). Adatmódosítás manuálisan történik.

A központcsalád jellemzője a precíz önellenőrző és hibabehatároló programrendszer. A központi egység önellenőrző programja alapján a meghibásodott részegységet a beépített meleg tartalék váltja fel automatikusan. Ugyancsak folyamatosan és automatikusan történik a perifériák vizsgálata is. A nem centralizált berendezéseknél bizonyos előre meghatározott hibaszint elérése után a berendezés riaszt, illetve kiiktatja a hibás egységet. Karbantartási szempontból jelentős, hogy a hibabehatároló programok lokalizálják a hibát, és azt írásban közlik a személyzettel. Az automatikus forgalomellenőrző berendezés meghatározott program szerint tapogatja le a be- és kimeneteket, illetve az egyes részegységeket, és az eredményeket írásban rögzíti.

2.4.4 Metacontra 11E rendszer

ITT miniswitch kapcsológépekkel üzemelő, regisztrált, helyközi központtípus. A központcsalád nagyobb, processzoros vezérlésű tagjaival ellentétben az Ausztriában telepített típus vezérlése kevésbé centralizált, lényegében az AR rendszerhez hasonló. A vezérlési funkciók közül a számjegyanalízis és a kimenő irány meghatározása centralizáltan történik (általában 2 db iránymeghatározó egység tartozik 1000 vonalhoz), a számjegytárolás és az átkapcsolási út meghatározása (marker funkciók) decentralizáltak. Jellemzője a rendszernek, hogy a vezérlő információk nem a beszédúton, hanem külön belső buszrendszeren keresztül jutnak el a markerekhez. Alkatrész készletében az elektronika részaránya a mechanikához képest kicsi. A változó adatokat (kategóriák, irányítási információk stb.) diódás mátrixok tárolják, ahol a tárolók tartalma a diódák átdugaszolásával — viszonylag könnyen — változtatható.

Az ellenőrzési funkciók kódellenőrzésre és -időzítésre szorítkoznak. A vezérlésben résztvevő egységek a buszrendszeren kapott információkat paritásra ellenőrzik. Hiba esetén nem bontanak, hanem tartva maradnak az időzítési idő lejártáig, amikor is riasztanak. Ha a hibát valamelyik perifériális, decentralizált vezérlő egység (pl. regiszter, marker) észleli,

kizárja önmagát a forgalomból. Munkáját a hasonló feladatot ellátó többi berendezés veszi át. Ha a központi iránymeghatározó észlel hibát — hibás kódjelet kap vagy nem tudja feladatát 200 msec-on belül elvégezni — memóriájában tárolja a vele kapcsolatban álló perifériák címét, esetleg kizárja őket a forgalomból, hibajelzést ad a személyzetnek, majd az időzítés letelte után bontja a fennálló kapcsolatokat és dolgozik tovább. Tartalékra kapcsolás a személyzet feladata.

A hibaelhárítás munkáját vizsgálóberendezések könnyítik meg, melyekkel vizsgálhatók az egyes vezérlő áramkörök, meghatározott összeköttetések, illetve ellenőrizhető a buszrendszer. Egy automata hívómű és a hálózat meghatározott pontjaira telepített automatikus válaszadók segítségével egy központi helyről az egész hálózat állapota levizsgálható. Forgalmómérésre az Autrax berendezést használják.

2.4.5 Konténerközpontok

Vidéki hálózatokban több helyen találkoztam kétféle kivitelű és kapacitású — 500 és 1000 vonalas — berendezésekkel, amelyeket szállítható konténerekbe szerelve a helyszínen betontuskókra vagy beton alapzatra telepítenek. Az általam megtekintett berendezések forgógépesek voltak, és külön érdekességük, hogy az akkumulátorok a kapcsolóberendezésekkel és az előfizetői számlálókkal közös légtérbe kerültek. A konténer „klimatizálását” egy ventilátor és egy fűtőtest látja el.

2.5. Fejlesztési tendenciák

A fejezet a kapcsolástechnika fejlődési irányvonalát kíséri meg vázolni. Hangsúlyozni kell a kísérlet jelleget, mivel a berendezésfejlesztés a gyártó cégek — többnyire külföldi cégek — privilégiuma, és ők természetesen nem teszik közzé hosszútávú fejlesztési elképzeléseiket, ennek következtében a fejezet inkább benyomásokra, nem pedig konkrét adatokra épül.

Úgy tűnik, hogy a központtechnika területén a számítógépvezérelt, kvázielektronikus rendszereké a jövő. A számítógépes vezérlés területén az erősen centralizált vezérlésű, nagyszámítógépes rendszerekkel szemben a decentralizált vezérlés éa a mikroprocesszorok alkalmazása került a figyelem középpontjába.

Linz közelében alkalmam volt megtekinteni egy végközpontot, ahol kísérleti jelleggel mikroprocesszoros vezérlést alkalmaznak. Az ESK—A 5 rendszerű kis kapacitású végközpont csoportválasztó fokozatának markerét helyettesítették 8080 típusú mikroprocesszorral. A működési program félvezetős tárukba (PROM) fixen van beírva. A kísérleti berendezést Siemens cég készítette, de a Posta üzemelteti.

ITT Ausztria cégnél tett látogatásom alkalmával vendéglátóim azon véleményüket hangoztatták, hogy a nagyszámítógépes, teljesen centralizált vezérlési mód a fejlődés egy olyan közbülső fázisa csupán, amit rövid időn belül a decentralizált vezérlés fog felváltani. Ennek előnye egyrészt a nagyobb üzembiztonság, másrészt a számítógéppel szemben tá-

masztott kisebb követelmények. (Kisebb sebesség.) Elmondták, hogy Ausztriában alkalmazott központrendszerüket (Metaconta 11 E—F) mikroprocesszoros vezérlésre tervezik átalakítani, ami jól illeszthető berendezésük jelenlegi felépítéséhez. A programok és adatok tárolását félvezetős tárokkal kívánják megoldani, kedvező árú és kis helyigényű miatt. A változó adatok védelmét úgy kívánják biztosítani, hogy ezeket a perifériális vezérlő a központi, felügyeleti funkciókat ellátó processzorhoz is elküldi, ahol mágneses úton tárolják őket. Ha valamilyen oknál fogva — pl. feszültségkiesés — ezek az adatok a perifériális vezérlőknél megsemmisülnek, a mikroprocesszorok a hiba megszűnte után a központi adatbankból beolvashatják a működésükhöz szükséges adatokat.

A mikroprocesszorok rohamos elterjedését és előállításuk ipari hátterét demonstrálta a bécsi Nemzetközi Ipari Elektrotechnikai Kiállítás. Szembeszökő volt az említett berendezések rendkívül széles felhasználási köre. Szinte valamennyi elektronikai cég állít elő mikroprocesszort különböző célfeladatok ellátására. Ezeket a processzorokat néhány világ cég által gyártott és kereskedelemben is kapható alkatrészválaszték korántsem olyan széles körű, mint a készterméké. Általános volt a 8080 típusú központi egység alkalmazása — ezt több nagy cég saját típusjelzéssel ellátva forgalmazza —, amit a célfeladatnak megfelelő mennyiségű és minőségű félvezetős tárral, továbbá be- és kimeneti egységgel egészítenek ki.

A fejlődés másik, sokat ígérő ága a digitális kapcsolástechnika. Ennek kilátásairól szabad legyen ismét ITT Ausztria cég véleményét idéznem, ami egyébként főbb vonásaiban fedi a postai elképzeléseket is. Nyilvánvaló, hogy időosztásos kapcsolómezővel üzemelő központ digitális környezetben létesíthető gazdaságosan. Vendéglátóim szerint ez az állapot a hálózat alacsonyabb síkjain fog előbb bekövetkezni, ezért először kisközpontokat és koncentrátorokat kívánnak digitális technikával kiépíteni. Álláspontjukat az alábbiakkal támasztották alá:

- A hálózat magasabb síkjaiban üzemelő frekvenciamultiplex átviteli berendezések élettartamuk korai szakaszában vannak, tehát kiváltásuk PCM berendezésekkel csak a távoli jövőben várható.
- A PCM végberendezések ára — nem utolsó sorban az áramkörök nagyfokú integrálása miatt — tartósan csökkenő tendenciát mutat, így várható, hogy még esetleg az előfizetői vonalak digitalizálása is kifizetődő lesz.

3. Hálózattervezés

Annak ellenére, hogy az elmúlt 10 évben az átlagos fővonal- és beszélőhely-sűrűség közel duplájára növekedett, átfogó, hosszú távú fejlesztési tervekkel nem találkoztam. Az eddigi gyakorlat szerint a helyi hálózatok bővítését az igények ismeretében a területileg illetékes igazgatóságok végzik úgy, hogy ezzel egyidőben megfelelő mértékben bővítik a helyközi hálózatot is. A helyi és helyközi vonalak arányát

pontos előírások szabályozzák. A továbbiakban néhány újabb, az FZA-ban kidolgozott vagy kidolgozás alatt álló tervezési módszer kerül bemutatásra.

3.1. Az előfizetők számának hosszú távú becslése

Az eljárás lényege a következő: A korábbi népszámlálási adatokból kiindulva, a helyi sajátságok figyelembevételével — iparosodás mértéke, lakásépítési programok, idegenforgalom stb. — meghatározzák a várható népességszámot, a háztartások, munkahelyek és a telefonigényt befolyásoló egyéb létesítmények várható számát. Ezek összesített telefonigényét tekintik telítési értéknek, aminek elérésére törekednek. A relatív telefonsűrűséget, ami egy adott időponthoz tartozó telefonsűrűségnek a telítési sűrűségre normalizált értéke, az idő függvényében logisztikus görbével közelítik, és így grafikusán egyszerű módon meghatározható bármely időpontban az adott körzeten belüli relatív telefonsűrűség. Ennek alapján a népességszám ismeretében az adott időpontban szükséges telefonvonalak száma meghatározható. A tervezési eljárás lépései a következők:

- beszerzik a vizsgált terület részletes térképét és a vonatkozó statisztikai adatokat,
- a vizsgált terület behatárolása úgy, hogy határai lehetőleg egybe essenek a közigazgatási, illetve a népszámlálási körzetek határaival,
- statisztikai adatok kigyűjtése. Néhány, a tervezés szempontjából fontosabb kategória: népesség, háztartások, öt szobásnál nagyobb lakások, hétvégi házak, vállalkozók, alkalmazottak, ipari munkahelyek, mezőgazdasági üzemek, szállodai férőhelyek stb. száma,
- az előző adatokra vonatkozó növekedési faktork meghatározása és ennek alapján hosszú távú becslésük (pl. az ezredfordulóig),
- a telítési értékhez tartozó vonalszám meghatározása. Ez úgy történik, hogy a háztartások számához a többi kategória telefonigényét hozzáadják,
- telítési fővonal-sűrűség meghatározása,
- az utóbbi 5—8 év fővonal-sűrűség-adatainak kiszámítása az ismert, de ki nem elégített igények figyelembevételével,
- ugyanezen időszakra vonatkozó relatív fővonal-sűrűségértékek meghatározása,
- a relatív fővonal-sűrűség ábrázolása az idő függvényében logisztikus koordináta-rendszerben (egyenes adódik rá),
- az extrapolált görbéről bármely időpontban leolvasható a szükséges relatív fővonal-sűrűség, illetve a népesség számának és a telítési értéknek ismeretében számítható az évenként szükséges fővonal-szám-növekedés.

3.2. Helyi hálózatok optimalizálása

A tervezési eljárást csillagrendszerű hálózatok gazdasági optimalizálására dolgozták ki. Az a tény, hogy nem számolnak haránt-összeköttetésekkel és kerülőutakkal, nagymértékben egyszerűsíti a számítási eljárást, de egyben korlátozza is a módszer alkalmazhatóságát.

A tervezés menete a következő:

- a vizsgált területet 200–400 m élhosszúságú hálózatra bontják,
- a hálózat egyes elemeire a 3.1 pont alatti módszer segítségével meghatározzák a fővonalak számát,
- a terepviszonyok figyelembevételével kijelölik az egyes központok tápterületeinek határát,
- súlyponti módszerrel meghatározzák a leendő központok helyét, majd kapacitását,
- az egyes tápterületeken meghatározzák az átlagos vonalhosszat külön-külön az egyes kábeltípusokra. Helyi hálózatokban általában $\varnothing 0,4$ mm vagy $\varnothing 0,6$ mm ératmérőlű kábeleket használnak,
- kiszámítják az előfizetői hálózat, a központok és a trónkhálózat — a fölérendelt központokba menő trónkok — költségeit,
- megváltoztatják a tápterületek határait, illetve a központok számát, és ismét elvégzik a számításokat,
- kiválasztják a legkisebb beruházási költséget eredményező konfigurációt.

Az ismertetett iterációs eljárás — bár a számítások manuálisan is elvégezhetők — tipikusan számítógépes feladat.

3.3. Beruházások optimális lépcsőzése

Lényegében egy jelenérték-számítás. Az előző pont szerint meghatározást nyert a távbeszélőigények hosszú távú kielégítéséhez szükséges beruházás mennyisége. Ezt az összeget nem célszerű egyszerre befektetni, mert a túlméretezett hálózat nem használható ki, nem jövedelmez, viszont fenntartási költségei növekednek. A csak később beépítésre kerülő összegek beépítésükig másutt felhasználhatók, és jövedelmet hoznak. Tehát egy későbbi beruházás a közben eltelt időre jutó kamatos kamatokkal „olcsóbb” mint egy jelen pillanatban eszközölt ki nem használt beruházás. Ezen a módon a későbbi beruházások összege átszámítható jelenlegi értékre.

A számításhoz szükséges adatok:

- a beruházás teljes összege,
- a berendezések élettartama,
- a volumennel arányos költségek,
- a beruházási lépések számával arányos költségek,
- fenntartási költségek (munkabér is!),
- kamatláb,
- az igények időbeli változása.

A számítási eljárás egyszerűségénél fogva nem igényli számítógép alkalmazását.

4. Adatátvitel, adathálózat

4.1. Jelenlegi helyzet

A telex, a gentex és telefonhálózat teljes mértékben elkülönül, önálló adathálózat még nincs. A közel négyezer adatvégberendezés forgalma zömében pont-

pont közti összeköttetésekben bonyolódik le, az említett hálózatok valamelyik bérelt áramkörén. Ez különösen a nagyobb sebességű berendezésekre vonatkozik.

Az adatátviteli berendezések sebesség szerinti megoszlása:

100 bit/sec:	1000 db
200 bit/sec:	650 db
1200 bit/sec:	1100 db
2400 bit/sec:	570 db
4800 bit/sec:	150 db
9600 bit/sec:	47 db

Az adatállomások közül

— nyilvános távbeszélő-hálózaton üzemel:	1471 db
— pont-pont közti telefonvonalon üzemel:	1249 db
— pont-pont közti telex-összeköttetésen üzemel:	792 db
— rádió-összeköttetésen üzemel:	11 db

A nyilvános telefonhálózatban általában 200 bit/sec-nál kisebb adatátviteli sebességet alkalmaznak a hibridek miatt, de ahol lehetséges, ott megengedik, hogy az összeköttetést 2400 bit/sec sebességig kihasználják. Előfizetői vonalakon adatátviteli célokra vívós berendezéseket is használnak, ahol az adatforgalom 3400–3600 Hz sávon bonyolódik le.

4.2. Fejlődési mutatók

A statisztikai adatok elemzése azt mutatja, hogy jelentős mértékben meggyorsult a nagysebességű adatherendezések telepítési üteme. Az 1976-os év növekedési rátája az egyes sebességtartományokban a következő:

100 bit/sec:	10%
200 bit/sec:	13%
1200 bit/sec:	61%
2400 bit/sec:	63%
4800 bit/sec:	62%
9600 bit/sec:	147%

Az adatherendezések számának növekedése a különböző átviteli utakon:

— nyilvános távbeszélő-hálózaton:	44%
— pont-pont közti távbeszélő-összeköttetésen:	4%
— nyilvános telexhálózaton:	0%
— pont-pont közti telex-összeköttetésen:	39%

Az egyes népgazdasági ágak növekedési rátája az adatherendezések vonatkozásában:

— bankok, pénzüzetek:	58%,
— ipar:	36%,
— közigazgatás:	10%.

4.3. Fejlesztési elképzelések

Első lépésben a telex- és gentexhálózat egyesítését tervezik. Az elhangzott vélemények alapján úgy tűnik, hogy a jövőben önálló adathálózatot kívánnak kiépíteni. Amennyiben az adathálózatot valamely más hálózattípussal összevonják, akkor ez csak a

telexhálózat lehetne, mivel a századfordulóig nem várható a telefonhálózat olyan mértékű digitalizálása, ami az összevonást lehetővé tenné.

Az egységes digitális hálózat kialakításáról elhangzott vélemények egységesen elutasítóak voltak, legalább is az elkövetkező 20 évre vonatkozóan.

A paket switching eljárásról úgy nyilatkoztak, hogy egy olyan kis országban, mint Ausztria nem éri meg alkalmazni, mert a vezetékekben elért nyereség nem fedezi a szükséges „intelligensebb” végközpontok többletköltségét.

Az első elektronikus, időosztásos, számítógép-vezérelt adatkapcsolásra alkalmas központot 1978-ban helyezik üzembe Bécsben. (Siemens EDS rendszer.) A berendezés aszinkron üzemmódban, jelátemelő rendszerben dolgozik. Az Osztrák Posta 1980-ra tervezi a karakterkapcsolás, 1981-re a szinkron adatkapcsolás megvalósítását.

5. PCM rendszerek alkalmazása

5.1. Alkalmazási terület

PCM rendszerek telepítését a távhívóhálózat alsóbb síkjában kezdik, és csak a későbbiekben tervezik nagy csatornaszámú rendszerek üzembe helyezését a hálózat magasabb síkjában. Ennek magyarázata az, hogy a magasabb hálózati síkok jól el vannak látva nagy csatornaszámú frekvenciamultiplex berendezésekkel, melyeknek kapacitása a forgalmi igényeket hosszú távra kielégíti. Első lépésben a hálózat alsó síkjában üzemelő 24 csatornás frekvenciamultiplex berendezéseket kívánják 30 csatornás PCM berendezésekkel lecserélni. Mint érdekességet említeném, hogy az általam meglátogatott új vagy épülő vidéki központokba mindenütt beépítették a PCM végberendezések kereteit is.

Távlatilag az egyes hálózati síkokban különböző csatornaszámú berendezéseket kívánnak üzemeltetni:

- többközpontos helyi hálózatokban PCM 30 berendezéseket szimmetrikus kábelben,
- végközpontok és a fölötté levő második hálózati sík között PCM 30 és 120-as rendszereket szimmetrikus kábelben,
- a második hálózati síkban, valamint közte és a fölötté levő hálózati sík között PCM 120 és 480-as rendszereket szimmetrikus, illetve koaxiális kábeleken.

5.2. A felhasználás körülményei

PCM rendszerek gazdaságosságára vonatkozóan svájci adatokra hivatkoztak, miszerint 10 és 35 km között érdemes telepíteni őket.

Meg nem erősített értesülések szerint ipari kísérletek folynak fényvezető (üvegszálas) kábelben, 2–34 Mbit/s tartományban (30–480 csatorna) működő PCM berendezésekkel. Az üvegszál diszperzióját és ezzel a kábel csillapítását olyan mértékben kívánják csökkenteni, hogy az áthidalható távolság elérje a 20 km-t.

5.3. PCM berendezések alkalmazása a bécsi helyi hálózatban

A PCM rendszerek bécsi bevezetésének kezdeti szakaszán tartanak. Az új technika bevezetését nem a csillapításviszonyok, hanem kizárólag gazdasági tényezők indokolják. Az első, üzemi viszonyok között működő nagy rendszert jelenleg telepítik az épülő új interközpont és a helyi hálózat trónkközpontjai között. A telepítéssel kapcsolatos problémák megoldásában a posta és az ipar szorosan együttműködik. A problémák elsősorban a jelzésátvitellel kapcsolatosak, hasonlóan ahhoz, ami nálunk a 7A trónkökre telepített PCM rendszereknél fellép. Helyzetük annyival kedvezőbb, hogy központrendszerük kevésbé érzékeny a vezérlőimpulzusok késleltetésére.

6. Kábelek és alépítmények

A hálózatra jellemző adatok az alábbiak:

— légvezeték nyomvonalhossza:	38 490 km
— légkábel nyomvonalhossza:	36 767 km
— helyi kábel nyomvonalhossza:	45 618 km
— távkábel nyomvonalhossza:	12 703 km
— koaxiális kábel nyomvonalhossza:	3 828 km
— beton alépítmény hossza:	3 764 csőkm
— PVC alépítmény hossza:	4 076 csőkm

A kábelhálózat súlyát jellemzi, hogy a föld alatti kábelek ér hossza kb. 12 millió ér-km, szemben a légvezeték 104 ezer érkilométerével.

6.1. Kábeltípusok

Általában ólomköpenyű, papírszigetelésű kábeleket használnak. Szokásos ératmérők: 0,4; 0,6; 0,8; 0,9 mm. Előfizetői hálózatban általában Ø0,6 mm-es kábeleket használnak Ø0,4 mm-t csak kivételes esetekben. A nagyvárosi hálózatok trónkkábeleit 0,8 mm ératmérőjűek. A helyközi hálózatban Ø0,9 mm a szokásos érték, és az ugyanitt alkalmazott műanyagházas pupincsevék mérete: Ø4×7 cm.

A helyközi hálózat legfelső síkjában alkalmazzák a nagy, a közvetlenül alatta levőben a kis koaxiális kábeleket, a szimmetrikus kábelekkel vegyesen.

Alumínium köpenyű kábeleket csak különleges esetben, erősáramú befolyásolás elleni védelemül használnak. Alumíniumerű kábelek nincsenek.

Kísérletek folynak műanyag köpenyű, polietilén szigetelésű, vazelinoltású kábelek alkalmazására az előfizetői hálózatban. Fényvezető (üvegszálas) kábelek felhasználása tervezési, illetve ipari kísérleti stádiumban van.

6.2. Kábelkötések, kötőelemek

Műanyagborítású kötőhüvelyeket alkalmaznak. A hüvelybe a szigetelt kábelereket bedugva és azt egy speciálszerszámmal összenyomva, a hüvelyben levő „fogak” bevágják a szigetelést és a kábelereket, és így fémes kontaktust hoznak létre az összekötendő vezetékek között. Nagyon helytakarékos szerelést tesz lehetővé egy 25 érpáros késérintkezős kötőelem, ahol a 2×25 érpár érintkezői egy kb. 16,5×1,8×

1,5 cm méretű műanyag tömbbe vannak beágyazva. A kötés a kötőelem alap- és fedőlapjának összeszorításával jön létre. Gyártója a 3M Company nevű amerikai cég.

Koaxiális kábelek kötésére a Siemens-rendszert használják, de kísérleteznek a Raychem-rendszerrel is.

A kábelmuffok (kötésvédők) ólomból vagy vasból készülnek. Kiöntésre olyan kiöntőmasszát alkalmaznak, ami puha, kocsonyás marad. Zsugorodó műanyag csöves kötésvédelem is használatos.

6.3. Kábelaléptmények

Az újonnan épített kábelcsatornák anyaga kizárólag kemény PVC cső, aminek méretei: külső átmérő 110 mm, falvastagság 3 mm, hossz 8 m. A csöveket nem ragasztják, mert véleményük szerint az építési munkák közben nem biztosítható a jó ragasztáshoz szükséges tiszta csőfelület. E helyett a csövek egyik végét karimával látják el, és a karimában kiképzett fészkekbe egy gumigyűrű feszül. A karimába betolva a másik csővéget, az említett gumigyűrű víz- és gázzáró tömítést biztosít. Műanyag kábelcsatorna esetén a szekrények (aknák) távolsága max. 270 m lehet. A csöveket tízméteres sugár mentén hajlítani is lehet. Amennyiben kisebb sugarú hajlításra van szükség, speciális, bordázott csövet használnak, ami min. 2,5 méteres sugárban hajlítható.

A kábelszekrények és aknák betonból készülnek. Használnak előregyártott szekrényt, és építenek kábelaknát, valamint kábelszekrényeket előregyártott betonelemekből is. Az elemek illesztési hézagait speciális cementhabarccsal gondosan tömítik. A kábelaknák és szekrények kábelbevezetésre szolgáló nyílásai (trombita) olyan kiképzésűek, hogy abba a műanyag kábelcsatorna pontosan illeszkedik, biztosítva a víz- és gázzáró csatlakoztatást.

A kábelcsatornákat általában a munkaárok aljára szórt homokra fektetik, csupán akkor betonozzák alá a csöveket, ha a talaj túlságosan laza. A nyomvonalba eső kisebb akadályokat a csövek hajlításával megkerülik. Nemcsak vízszintes, hanem függőleges síkban is megengedik a kábelcsatornák hajlítását, sőt két akna között a több csőből álló nyaláb akár át is rendezhető.

A létesítmények véletlen rongálása ellen a kábelcsatornák és földkábelek fölé kb. 30 cm-re élénk színű műanyag szalagot fektetnek. Fontosabb földkábelek fölé hasonló célból kb. 1 m × 30 cm méretű kemény PVC lemezeket helyeznek a földbe, ami úgy borítja a kábelt, mint régebben a téglával történő lefedés.

A kábelbehúzást úgy készítik elő, hogy először sűrített levegővel egy dugattyút — ún. vakondot — küldenek át a kérdéses csőszakaszon, ami kötelet húz magával. Említésre méltó, hogy egy műanyag kábelcsatornába csak egyszer húznak be kábelt, mert a kábelek többszöri be- és kihúzása károsítja a PVC csövet.

6.4. Közműalagút

Kísérleti jelleggel készítettek közműalagutat, ami- ben a víz, gáz, távfűtés, erősáram és távközlési kábe-

lek nyernek elhelyezést. A kísérleti eredmények megítélésében vendéglátóim nagyon tartózkodóak voltak. Egyelőre nincs tisztázva, hogyan védjék egymástól a különböző közműveket, és hogyan biztosítsák az alagútban a biztonságos munkafeltételeket.

6.5. Légekábelek szerelése erősáramú oszlopsorra

Erősáramú oszlopsorra kizárólag PVC szigetelésű légekábelt szabad szerelni. A légekábel többnyire ön-hordó kivitelű. Minimálisan 0,5 m-rel a legalsó erősáramú vezeték alá kell felerősíteni, és az erősáramú szerelők védelmében a légekábel tartóvezetékét nem szabad földelni. Szerelés alatt az erősáram lekapcsolandó, egyéb biztonsági előírás — pl. az erősáramú vezetékek földelése — nincs.

6.6. Kábelek védelme beázás ellen

Az Osztrák Postánál jóval kedvezőbb a helyzet, mint nálunk. Pontos statisztikai adataim nincsenek a beázások gyakoriságáról, de vendéglátóim szerint ez meglehetősen ritka esemény. Véleményük szerint, ha egy jó kábel jól van szerelve, akkor annak nem árthat a nedvesség. Eredményeik három tényezőre vezethetők vissza:

- a papírkábelek ólom köpenyéhez olyan ötvözetet használnak, ami nem hajlamos a repedésre,
- nagyon nagy gondot fordítanak a kábelszerelési munkákra,
- az aléptítményhálózatot vízzáróra építik.

Mivel a kábelbeázások száma alacsony, a túlnyomósos kábelvédelem sem terjedt el nagymértékben.

Mindezek ellenére az épülő új interközpont kábelei a kábelistolyban el vannak látva a levegőbefúváshoz szükséges csőcsonkokkal. A beázás elleni védelem miatt műanyag szigetelésű kábelek közül csak a vazelintöltésűek használatát engedélyezi az Osztrák Posta.

6.7. Kábelek villámvédelme

Föld alatti kábelén élő vonalaknál a kábelrendezőknél általában nem használnak túlfeszültségvezetőt (villámvédőt), csak ott, ahol a kábel villámlásnak gyakran kitett helyen fekszik, például hegyvidéken. Ilyen helyen a kábel védelméről is gondoskodnak úgy, hogy 8 mm átmérőjű földelt alumíniumhuzalt fektetnek a kábel mellé, amit kb. 150 méterenként fémesen összekötnek a kábelköpenyvel.

6.8. Fémköpenyű kábelek katodikus korróziója

A jelenség elsősorban villamosított vasútvonalak és anodikus védelemmel ellátott csővezetékek környezetében lép fel, ahol évenként a posta mérésekkel ellenőrzi kábelei és azok védőberendezéseinek állapotát.

A védekezés módjai:

- a kábelköpeny összekötése a magasabb potenciálon levő fémtárggyal, például a védett csővezetékkel,

- kábelköpeny segédanódra kötése,
- a kábel anodikus védelme külső áramforrásból,
- a kábel műanyag csőbe húzása.

Elektrokémiai korrózió lép fel az alumínium köpenyű páncélkábeleken, ha a vaspáncél és a köpeny közti szigetelőanyag megrepedezik, és a repedésekbe nedvesség kerül. Védekezésül puha, kaucsuk alapú szigetelőanyagot alkalmaznak kísérleti jelleggel. Az új kábeltípus szerelési technológiája még nem kidolgozott.

Korrózió léphet fel fémköpenyű kábeleknek vasbeton épületbe történő bevezetésekor is. Ennek elkerülése érdekében a kábelt műanyag csővel szigetelik el a vasbeton faltól.

7. A telefonhálózat karbantartási rendszere

A fejezet elsősorban a telefonközpontok karbantartásával foglalkozik.

7.1. A karbantartás szervezeti felépítése

Ausztriában a posta szervezeti felépítése területi elven történik. Az egyes területi igazgatóságok hatásköre kiterjed a vezetékes és mikrohullámú távközlés minden területére, kivéve a rádió- és televízió-műsor-szórás. A karbantartás területi megszervezése természetesen követi az igazgatóságokét.

Elöljáróban meg kell említeni, hogy az országos hálózat jelentős része léptető vagy forgógépes kapcsolástechnikát alkalmaz, és a karbantartási munkák döntő többségét ezen kapcsológépek rendszeres ápolása teszi ki.

A vidéki hálózatok karbantartásánál kétféle szervezeti megoldással találkozunk:

- központi karbantartó csoport egy körzet (Netzgruppe) részére. A csoport rendszeres időközönként végigjárja a területén levő központokat, és elvégzi a TMK feladatokat,
- több kisebb központ közös személyzettel és közös központi javítóműhellyel üzemel. A személyzet „támaszpontja” és a javítóműhely általában a hálózati hierarchia második szintjébe tartozó központban van (Verbundamt).

Az első esetben külön személyzet végzi a hibaelhárítást és a karbantartást. A második megoldásnál csak a nagyobb helyeken található megosztott személyzet.

A kisebb központok személyzet nélkül üzemelnek. Hibajelzések — a hibabejelentő is — a nagyobb városokba, illetve a hálózat harmadik síkjába tartozó központokba (Netzgruppenamt) futnak be. Munkaidőn kívül ezek a jelzések a hálózat legfelső síkján levő központokba jutnak el, ahonnan az ügyeletes szükség esetén telefonon riasztja a személyzetet.

Távvizsgálatra általában — a régi központokban nincs lehetőség, a személyzetnek a helyszínen kell levizsgálnia a központ áramkörét vagy az előfizetői vonalakat.

Bécsben a helyzet annyiban különbözik az elmondottaktól, hogy itt minden központban van személy-

zet, éjszakai ügyelet pedig a 33 központ közül 24-ben van. A karbantartási munkák zömét nappal, a szokásos munkaidőben végzik.

7.2. Előírások, személyzetigény

Rendszeres megelőző karbantartás csak a léptető és forgógépes központokban van. Nagyon precízen kidolgozott ütemterv alapján bizonyos időnként minden kapcsológépet műszeresen levizsgálnak — hiba esetén kicserélik —, illetve kiszereznek és elvégzik a szükséges kenési és beállítási munkákat. Az igen gondos karbantartás eredményeként a régi központok minőségi mutatói nem maradnak el az új típusok mögött. Az egyes központtípusoknál elvégzendő karbantartási munkák leírását és gyakoriságát központi előírások tartalmazzák. Az utóbbi időben kísérleteket kezdtek az eddigi karbantartási normák csökkentésére.

A személyzetigény a karbantartási előírásokból egy pontozási rendszer segítségével számítható ki. A pontszámban a központtípustól függő karbantartási időnormák és a kapacitás jelenik meg. Minden pontszámhoz meghatározott mennyiségű és végzettségű személyzet tartozik, amit táblázatból lehet kikeresni. Közelítő személyzetigény egy 10 ezres kapacitású központban:

- forgógépes technikában kb. 20 ember,
- Crossbar technikában kb. 12 ember.

A hálózatban 1976. évben föllépett közel 6 ezer hiba elhárítására kerekén 270 ezer munkaórát fordítottak. Az egyes kábeltípusok 100 km-es hossza jutó hibagyakorisága:

— koaxiális kábelek:	1,28
— szimmetrikus távkábelek:	4,64
— helyi kábelek (előfizető + trónk):	9,49
— légkábelek:	2,58

A leggyakoribb hibák: a kábelek megsértése földmunkák közben.

7.3. Hibaadatok számítógépes feldolgozása

A jelenlegi hibafelvételi eljárás és a hibaelhárítás adminisztrálása nagyjából úgy történik, ahogy nálunk. A hibastatisztikát havonta, a hibakartonok adataiból állítják össze.

Az FZA-ban kidolgozás alatt áll egy új, számítógépes hibastatisztikai módszer. Az eljárás lényeges „szereplője” egy optikai olvasóegység, ami a hibakartonok adatait beolvassa a számítógépbe. A gépi olvasáshoz új hibakartonokat készítettek, amelyek a hibával kapcsolatos valamennyi adatot tartalmaznak. A hibafelvevő — megfelelő kódjelek segítségével — kitölti az időpontra és a hibajelenségre vonatkozó előnyomtatott pozíciókat, és ugyanezen módon jelzi az elhárítószemélyzet a talált hiba jellegét, az elhárítás módját és időpontját. A kódolás és a kitöltés módja egyszerű. A táblázatos formában megadott időpont, lehetséges hibajelenség stb. adatok közül ki kell választani a megfelelőt, és a táblázat így meghatározott pontjába golyóstollal vízszintes vonalat kell húzni. Az így kitöltött lapokat a gép be tudja

olvasni. Látogatásom időpontjában még nem voltak megfelelő gyakorlati tapasztalatok a rendszer működéséről.

7.4. Számítógépes hálózat-nyilvántartás

Az Osztrák Postánál is nagy gondot okoz a hálózat nyomvonalai és egyéb adatainak naprakész tárolása és rendezése. A probléma megoldására egy központi adatbankot kívánnak létrehozni, ahonnan a szükséges adatok bármikor lehívhatók, és ahol számítógép végzi az adatok módosítását és rendszerezését. Mivel a Posta nem rendelkezik a feladat megoldásához szükséges szakembergárdával, egy külső, termelés- és ügyvitelszervezéssel foglalkozó céget bízta meg az új rendszer kialakításával. Jelenleg a munka előkészítő szakaszában tartanak.

8. Telefonközpontok áramellátása

8.1. Szükségáramforrások

A hálózat alsó szintjén (végközpontok, helyi központok) általában nem használnak szükségáram-fejlesztőket, csak abban az esetben, ha a központ épületében átviteltechnikai berendezések is üzemelnek. A hálózat magasabb szintjein a szükségáramforrás stabil diesel-aggregátor. Többféle mozgatható aggregátortípussal is rendelkeznek, amelyek szükség esetén a helyszínre szállítva biztosítják a folyamatos energiaellátást.

Az erősáramú hálózatkimaradás várható értéke országos szinten 1 óra/év. Az alkalmazott akkumulátorok kapacitásának akkorának kell lennie, hogy hálózatkimaradás esetén:

- szükségáram-fejlesztő nélküli esetben 10 órás,
- 1 db szükségáram-fejlesztő esetén 5 órás,
- több hálózati tápegységgel és több aggregátorral felszerelt központ esetén 3 órás

folyamatos üzemet biztosítson maximális forgalmi terhelés mellett.

8.2. Akkumulátortípusok

Általánosan elterjedt az ólomakkumulátorok használata kétféle kivitelben.

- Nagy anódfelületű: Általában nagy kapacitás-igények kielégítésére használják, nyitott kivitelben. Elhelyezése kizárólag megfelelő szellőzéssel ellátott külön akkumulátorhelyiségben engedélyezett.
- Páncéllezés: Kisebb kapacitású, zárt kivitelű típus. Normál üzemmódban a gázképződés olyan kicsi, hogy konténerközpontokban a gépi berendezésekkel közös légtérben használják. Nagyobb arányú gázfejlődés csak mélykisülést követő gyorsított töltésnél lép fel, amit kerülni kell. Élettartama az előző típusénál kevesebb, kb. 10 év.

Különleges célokra — koncentrátorokban, egyes pénzbedobós telefonkészülékekben — NiCd akkumulátorokat használnak. Ez a típus teljesen zárt kivitelű, állandó árammal tölthető és kis súlyú. Élettartama kb. 3 év.

9. Távközlési épületek villámvédelme

Ez a pont nem a közvetlen villámcsapás káros következményeinek elhárítási módjával foglalkozik, hanem a villámláskor fellépő indukált feszültséglökések káros hatására kíván néhány szóval utalni.

Vendéglátóim szerint a korszerű elektronikus elemeket tartalmazó berendezéseket — pl. kvázielektronikus telefonközpontokat — különös gonddal kell óvni nemcsak a közvetlen villámcsapások ellen, hanem a kisülés közben fellépő indukált feszültséglökések ellen is, amelyek a belső kábelezésen és tápvezetéseken keresztül a szokásos túlfeszültségvédelmet megkerülve zavart okozhatnak az elektronika működésében. A kívánt védelem úgy érhető el, hogy az épület minden oldalán több, jó földeléssel rendelkező feszültségvezetőt alkalmaznak, amelyeket vízszintes átkötésekkel árnyékoló hálóra — faraday kalitka — egészítenek ki.

Alkalmam volt megtekinteni egy Bécsben épülő — ESK rendszerű interközpontot, telex központot, erősítőállomást és mikrohullámú adóállomást befogadó — új távközlési épület építési és szerelési munkáit. Az építmény betonfalait kb. 10×10 cm-es fémhálóra borítják, amihez hozzacsatlakoztatják a belső fémtárgyakat (kereteket) is. A fémhálót több ponton földelik.

10. Értékelés

Annak ellenére, hogy a meglátogatott ország telefonhálózata alapvetően más vezérlési elvekre — direkt vezérlés — épül, mint a mienk, a tanulmányút során kapott információk kellő kritikával hazai hálózatunkban is alkalmazhatók. Elsősorban azok a szakterületek jöhetnek számításba, amelyek nincsenek közvetlen összefüggésben a vezérlési rendszerrel vagy egyenesen közömbösek iránta. Tanulságosak lehetnek a mi rendszerünktől idegen megoldások is abból a szempontból, hogy egy másfajta rendszerben milyen fejlődési tendenciák érvényesülnek.

Megítélésem szerint a következő szakterületek tapasztalatai hasznosíthatók a hazai gyakorlatban:

- Konténerközpontok telepítése, áramellátása, üzemeltetése.
- Telefonközpontok karbantartási rendszere, számítógépes hibaértékelés.
- Számítógépes postai adatbank létesítése.
- PCM rendszerek alkalmazása.
- SPC technika alkalmazása telefonközpontokban.
- Adathálózat fejlesztése.
- Műanyag kábelalépítmények, előregyártott kábelaknak és -szekrények alkalmazása, építési és szerelési technológiájuk.
- Kábelek korróziós problémái.

Az említett témákban hasznos lenne továbbra is figyelemmel kísérni az Osztrák Posta eredményeit. Mély benyomást gyakorolt rám az Osztrák Postánál tapasztalható „fenntartáscentrikus” és „minőségcentrikus” szemlélet, valamint a szakembergárda és a szakember-utánpótlás magas színvonala.

A cikkben tárgyalt egyes szakterületekről részletesebb német nyelvű anyagot is kaptam, ami az esetleges érdeklődők rendelkezésére áll.

Dr. Plank György
Posta Kísérleti Intézet

Tartalmi összefoglalások

ETO 519.68:621.3.089.52

Gefferth L.—Sieranski M.:

Számítógép programok nagyváltozású érzékenység meghatározására

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 12. sz.

A cikk olyan programokat ismertet, amelyekkel nagyváltozású érzékenység számolható. Az ANATOL program az áramköri paraméter ismert megváltozásához számolja ki a feszültség transzfer függvény, a bemeneti és a kimeneti impedancia megváltozott értékeit. A BERTOLD programmal az előbbi függvények külön-külön vagy együttesen előírt toleranciáihoz határozható meg az egyes áramköri paraméterek megengedett megváltozása, ha közben a többiek névleges értékűek. A programok RAZDAN számítógépre készültek ALGOL nyelven.

ETO 537.311.322:537.572:669.782—172

M. Reichl—I. Ruge:

Kisebbségi töltéshordozók élettartamának méréses szili-ciumban a technológiai folyamatok közben

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 12. sz.

A cikk a IV. Megbízhatóság az Elektronikában Szimpóziumon Budapesten 1977. október 4-én elhangzott előadás alapján készült. A szerzők ismertetik a mérési módszer elvi alapjait is, ennek alapján készült mérőműszerrel mért eredményeket.

ETO 512.643:621.317.341.3:621.372.4

Dr. Jachimovits L.:

Kétkapu szórás mátrixa elemeinek nagy pontosságú mérése csomópont eltolásos módszerrel

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 12. sz.

A dolgozat a csomópont eltolásos mérés egy olyan új módszerét ismerteti, amely lehetővé teszi a kétkapu szórás mátrixa S_{ij} elemeinek nagy pontosságú mérését nem reflexiómentes hasított vonal alkalmazása esetén is. Leírja a hasított vonal saját reflexióinak hatását. Meghatározza a kétkapu (S_{11}) saját reflexiótényezője mérésének mérési bizonytalanságát egyetlen csomópont eltolási diagram felvétele esetén.

ETO 621.395.742:621.391.8

Czeiner A.:

A helyközi távbeszélő-hálózat átviteli útjainak statisztikus jellemzői és megfigyelt használhatósága

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 12. sz.

A cikk a szerzőnek a budapesti RELECTRONIC '77 szimpóziumon tartott előadása alapján készült. Az elméleti alapok összefoglalása után ismerteti az elkészített mérőberendezéseket és azokkal végzett mérési eredményeket mutat be.

Zusammenfassungen

DK 519.68:621.3.089.52

Gefferth, L.—Sieranski, M.:

Rechnerprogramme für die Bestimmung der Empfindlichkeit von grosser Änderung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 12.

In dem Aufsatz werden solche Programme erörtert, mit welchen die Empfindlichkeit von grosser Änderung berechnet werden kann. Für die bekannte Veränderung des Stromkreisparameters berechnet das ANATOL-Programm die veränderten Werte der Spannungstransferfunktion und der Eignangs- und Ausgangsimpedanzen. Mit dem BERTOLD-Programm kann die zulässige Veränderung der einzelnen Stromkreisparameter für die einzelweise oder gesamt vorgeschriebenen Toleranzen der vorstehenden Funktionen bestimmt werden, wenn dazwischen die anderen ein Nominalwert haben. Die Programme wurden auf ALGOL-Sprache für RAZDAN-Rechner gemacht.

Обобщения

ДК 519.68:621.3.089.52

Гевферт, Л.—Шиераньски, М.:

Программы вычислительных машин для определения чувствительности большого изменения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 12.

Излагаются программы для расчета чувствительности большого изменения. С помощью программы ANATOL по известному изменению схемного параметра вычисляются измененные значения передаточной функции по напряжению и входного и выходного сопротивления. С помощью программы BERTOLD по отдельно или совместно предписанным предшествующих функций определяется допустимое отклонение отдельных схемных параметров, при постоянном значении остальных. Программы разработаны для ЭВМ RAZDAN, на языке ALGOL.

ДК 537.311.322:537.572:669.782-172

Рейхл, М.—Руге, И.:

Измерение времени жизни неосновных носителей заряда в кремнии, в ходе технологических процессов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 12.

Статья написана на основе лекции автора, прочитанной на IV. Симпозиуме о надежности в электронике проходящий 4-го октября 1977 г. в Будапеште. Представлены и теоретические основы метода измерения и результаты проведенных измерений с помощью измерительного прибора, разработанного на основе выше сказанных принципов.

ДК 512.643:621.317.341.3:621.372.4

Д-р. Яацхимович, Л.:

Высокоточное измерение элементов матрицы рассеяния четырехполюсника при помощи метода сдвига узлов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 12.

В статье излагается новый вид измерения при помощи метода сдвига узлов, который дает возможность измерить элементы матрицы рассеяния четырехполюсника S_{ij} с высокой точностью и в случае применения линии со связью, обладающей определенной величиной отражения. Описывается действие собственного отражения линии со связью. Определяется неоднозначность измерения измерения собственного коэффициента отражения четырехполюсника (S_{11}) в случае снятия одного эмпора сдвига узлов.

ДК 621.395.742:621.391.8

Цейнер, А.:

Статистические характеристики и опытная применяемость трактов передачи междугородной телефонной сети

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 12.

Статья изготовлена на основе лекции автора, прочитанной на Будапештском симпозиуме RELECTRONIC'77. После обобщения теоретических основ описаны экспериментальные аппаратуры измерения и приведены результаты проведенных с ними измерения.

Summaries

UDC 519.68:621.3.089.52

Gefferth, L.—Sieranski, M.:

Computer Programs to Determine Large-change Sensitivity

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No. 12.

In the paper such programs are presented by the aid of which large-change sensitivity can be computed. The ANATOL program computes from the known variation of the circuit parameter the changed values of the voltage transfer function and those of the input and output impedances. With the BERTOLD program the permissible change of single circuit parameters is determined for separately or simultaneously prescribed tolerances of the above mentioned functions, if at the same time the others have a nominal value. The programs were made for RAZDAN computer in ALGOL language.

DK 537.311.322:537.572:669.782—172

Reichl, M.—Ruge, I.:

Messung der Lebensdauer von Minoritätsträger im Silizium, im Laufe des technologischen Prozesses

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 12.

Der Aufsatz wurde auf Grund des Vortrages, gehalten im Budapest am 4. Oktober, 1977., anlässlich des IV. Symposiums der Zuverlässigkeit in der Elektronik, geschrieben. Die Verfasser erörtern die Prinzipiellen Gründen der Messmethode und jene Messergebnisse, welche sie mit den auf diesem Grund hergestellten Messgeräten, erzielt haben.

DK 512.643.621.317.341.3.621.372.4

Dr. Jachimovits, L.:

Messung mit hoher Genauigkeit von den Elementen der Dispersionsmatrix von Zweitoren mit Nodalpunktverschiebungs-Methode

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 12.

Der Aufsatz erörtert jene neue Methode der Messung mit Nodalpunktverschiebung, die eine Messung mit hoher Genauigkeit für die S_{ij} Elemente der Dispersionsmatrix des Zweitores auch bei der Anwendung von nicht reflexionsfreier gebrochener Linie, ermöglicht. Die Wirkung der eigenen Reflexionen der gebrochenen Linie wird beschrieben und die Messungssicherheit der Messung von dem eigenen Reflexionsfaktor des Zweitores (S_{11}) wird im Falle von der Aufnahme von einem einzigem Nodalpunktverschiebungs-Diagramm bestimmt.

DK 621.395.742:621.391.8

Czeiner, A.:

Statistische Kennwerte und beobachtete Anwendbarkeit von Übertragungswegen des Fernverkehrsnetzes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 12.

Der Auftrag wurde auf Grund des Vortrages, welchen der Verfasser an dem Symposium Electronic'77 in Budapest gehalten hat, gemacht. Nach der Zusammenfassung der theoretischen Gründe werden die hergestellten Messeinrichtungen erörtert und die mit den selben Einrichtungen ausgeführten Messergebnisse, dargestellt.

CDU 519.68:621.3.089.52

Gefferth, L.—Sieranski, M.:

Programmes d'ordinateur pour la détermination de la sensibilité aux grandes variations

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 12.

L'article décrit des programmes qui permettent de calculer la sensibilité aux grandes variations. Le programme ANATOL calcule, à une variation connue du paramètre du circuit, les valeurs modifiées de la fonction de transfert de la tension, et celles des impédances d'entrée et de sortie. Le programme BERTOLD permet de déterminer, aux tolérances prescrites séparément ou en commun pour les fonctions citées, la variation permmissible des paramètres individuels, si les autres gardent leur valeur nominale. Les programmes ont été préparés en langage ALGOL pour l'ordinateur RAZDAN.

CDU 537.311.322:537.572:669.782—172

M. Reichl—I. Ruge:

Mesure de temps de vie des porteurs de charge de minoritaire pendant les processus technologiques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. 1978. N° 12.

L'article a été élaboré sur la base de conférence donnée 4 octobre 1977 sur le Symposium de Fiabilité dans l'Électronique à Budapest. Les auteurs expliquent les bases de principe aussi et ils donnent les résultats obtenus par des instruments.

UDC 537.311.322:537.572:669.782—172

M. Reichl,—I. Ruge:

Measurement of the Durability of Minority Charge Carriers in Silicon During Technological Procedures

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) No. 12.

The paper has been written on the basis of the lecture held on October 4, 1977, at the IVth Symposium of Reliability in the Electronics. The authors present the basic principles of the measuring methods and the measured results obtained with the measuring instruments made on this basis.

UDC 512.643:621.317.341.3:621.372.4

Dr. Jachimovits, L.:

High Accuracy Measurement of the Elements of the Dispersions Matrix of Two-gate by Means of Nodal Point Displacement Method

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No. 12.

The paper presents a new method of the measurement with nodal-point displacement, which enables high accuracy measurement for the S_{ij} elements of the dispersion matrix of two-gate also in the case when non-reflexion free broken line is applied. It describes the effect of the broken lines own reflection and further determines the measuring incertitude of the measurement of the own reflection factor of the two-gate (S_{11}) in case of the recording of a single nodal point displacement diagram.

UDC 621.395.742:621.391.8

Czeiner, A.:

Statistic Characteristics and Observed Availability of the Transmission Lines of Interurban Telephone Network

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No. 12.

The paper was made on the basis of the author's lecture kept at the Symposium Electronic'77. After summarizing the theoretical bases he presents the completed measuring equipments and shows the results achieved by the same.

Résumés

CDU 512.643:621.317.341.3:621.372.4

Dr. L. Jachimovits:

Mésure de haut précision des éléments de la matrice de dispersion des deux portes au moyen de la méthode de noeud déplacement

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 12.

L'étude décrit une nouvelle méthode de la mesure à méthode de noeud déplacement qui permet de la mesure de haut précision des éléments S_{ij} de la matrice de dispersion des deux portes aussi dans le cas d'application d'une ligne rainurée non exempte de réflexion. Elle explique l'effet de la réflexion propre d'une ligne rainurée. Elle détermine l'imprécision de mesure du coefficient de réflexion propre d'une ligne rainurée des deux portes (S_{11}) en prenant d'un seul diagramme de noeud déplacement.

CDU 621.395.742:621.391.8

Czeiner, A.:

Caractéristiques statistiques des chemins de transmission du réseau téléphonique interurbain et la possibilité constatée de leur utilisation

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 12.

L'article a été basé sur la conférence de l'auteur tenue au cours de RELECTRONIC'77 de Budapest. Après la récapitulation des bases théoriques, on décrit les appareils de mesure conçus, et on présente des résultats de mesure obtenus avec ces appareils.



KULCSOT ADUNK ÖNNEK A GAZDASÁGI SIKERHEZ!

Ügyfeleink véleménye bizonyítja, hogy
hirdetéseink EREDMÉNYESEK!

Várjuk szíves érdeklődését: Lapkiadó Vállalat
Hirdetési Osztály, 1076 Budapest, Garay u. 5.
Szakelőadó: Hampó Józsefné, 415-582

