



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA**

**XXXVI. évfolyam
B U D A P E S T**

1985

8

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXVI. évfolyam 1985. 8. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXI. évfolyam 1985. 8. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

III. évfolyam 1985. 8. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Dr. Flesch István

Forintos György

Gál Ferenc

BHG

Rovatvezető: Angyal László

Tudományos szerkesztő: Dr. Frajka Béla

Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,
dr. Gosztony Géza, dr. Kerpán István, Klug
Miklós, Laczkó Endre, Sztaiics Ákos

MEV

Rovatvezető: Kászonyi László

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz

Balogh Albert, Csornai László, Czermann
Mihály, Hidas György, Huszka Zoltán,
dr. Ligeti Róbertné, dr. Mátay Géza,
dr. Motál György, Schödl Ervin

ORION

Rovatvezető: Jakubik Béla

Tudományos szerkesztő: Dr. Frigyes István
Csernoch János, Froemel Károly, Szabó
Károly, Szász Gerő

REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz
Bodnár László, Kovács Gyula, Mészáros
Sándor, Molnár László

TKI

Rovatvezető: Dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: Dr. Lajtha György
Dr. Henk Tamás, Dr. Kása István, Megyesi
Csaba, Dr. Sárkány Tamás, Dr. Simonyi Ernő

TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál

Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza
Baján Tibor, Benedek Elek, Kovács Oszkár,
Hutter Mihály

*

Szerkesztőségi ügyekben
és kéziratokkal kapcsolatban
telvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné,
telefon: 495-098

ROVATOK

Egyesületi élet
Rendszertechnika
Kapcsolástechnika
Vezetékes technika
Fénytávközlés
Vezeték nélküli technika
Adástechnika
Vételtechnika
Mikroelektronika
Alkatrésztechnika
Hálózatelmélet
Elektromágneses problémák

ROVATGAZDÁK

HTE (H)
TKI (□)
BHG (#)
TERTA (↔)
ORION (*)
MEV (Λ)
REMIX (Δ)

ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV
BME KONKAKTA
BRG KŐPORC
EMO KFKI
El. Szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

HORVÁTH IMRE: ISDH megközelítés az alközpontok felől	337
DR. G. TÓTH KÁROLY: Mikrohullámú rendszerek alkalmazása a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában ...	342
Pályázati felhívás	352
ZSOLDOS LEHEL: Elektronmikroszkópia és diffrakció	353
Szemle	359
ADAMS CLAUS—DR. PÓCZA ATTILA—SOMLAI TAMÁS: A tran- ziens intermoduláció és mérési módszerei	360
DR. VÁRKONYI TAMÁS: A felületszerelési technológia hazai beveze- tése elé	365
Híradástechnika Szövetkezet: A HT 680 X—CDP színes grafikus kijel- zős mikroszámítógép-rendszer	370
VARJU GYÖRGY: Távközlő kábelekben indukált zavaró feszültség és az aszimmetria közötti kapcsolat vizsgálata	375
Tartalmi összefoglalások	383

ISDH megközelítés az alközpontok felől

HORVÁTH IMRE

BHG Híradástechnikai Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk leírja a CCITT Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat (ISDH) koncepcióját és annak alkalmazási lehetőségeit alközponti kapcsolatok esetére. Másrészről leírja az első magyar fejlesztésű mikroprocesszor vezérlésű digitális alközpontcsalád, a DIPEX rendszer főbb jellemzőit. Végül néhány szót fordít arra a szolgáltatás integrációra, ami a DIPEX rendszerrel megvalósítható az irodai hírközlés keretein belül.

1. Bevezetés

Azoknak az elektronikus eszközöknek a megjelenésével amelyek lehetővé tették a digitális átvitel és kapcsolás széles körű alkalmazását, az ISDH gondolata is megfogalmazódott, mivel a digitális alapon létrejövő integráció egy gazdaságosan megvalósítható célkitűzésnek látszott. Mivel az integrációt nemzetközi méretekben kell kialakítani, a CCITT, a híradástechnika szabványosításával foglalkozó nemzetközi szervezet, kezdettől fogva igen aktívan vett részt ebben a munkában. A nemzetközi tanulmányozás korai szakaszában felismerték azonban, hogy a különféle ISDH-knak sokféle lehetséges megközelítése van a meglevő hírközlési szolgálatoktól, az integráció kiválasztott alapjától, és az integrációkezdőpontjának valamint irányának megválasztásától függően. A szerző véleménye szerint az integráció egy járható útja az olyan digitális alközpontok kifejlesztése, amelyek alkalmasak az irodai hírközlés szolgáltatásainak befogadására. Az alközpontok várhatóan több okból fontos szerepet fognak játszani az ISDH korai fejlődésében. Valószínűnek látszik, hogy az alközponti felhasználók az elsők között lesznek, akik jól ki tudják használni az ISDH képességeit. Ezt megelőzően a digitális telefon alközpontok olyan eszközt biztosítanak, amely a kialakuló IDH/ISDH technikáját közelviszi a felhasználóhoz. Ugyancsak fontos megállapítás, hogy időben korábban kell foglalkozni a digitális alközpontokra alapozott üzleti hírközlés igényelte ISDH-val, mint a nyilvános hálózat által igényelttel. Ezt a tevékenységet világszerte a piaci igény diktálja, amelyben az üzleti hírközlés szükségletei határozzák meg az elvégzendő feladatokat. Minthogy hazánkban az irodai hírközlés igénye jelenleg csak a számítástechnika területére korlátozódik, és nem törekszik a számítástechnika és a távközlés integrálására, itt a kapcsolástechnikai iparnak kell felkínálnia az irodai hírközlés lehetőségét a felhasználóknak, és az egyeztetett igények ismeretében ugyancsak szorgalmaznia kell az ehhez szükséges végberendezések fejlesztését.

Beérkezett: 1985. IV. 19. (#)

HORVÁTH IMRE

1954-ben végezte el a Kandó Kálmán Híradástechnikai Technikumot, majd 1959-ben a BME Villamosmérnöki Karának híradástechnikai szakán villamosmérnöki diplomát, 1966-ban ugyanitt átviteltechnikai szakmérnöki diplomát szerzett. 1959-ben lépett be a BHG Híradástechnikai Vállalathoz. Átviteltechnikai üzemmérnöki tevékenység után 1967-től a műszaki fejlesztés terüle-

tén különböző vezető beosztásokat töltött be. Jelenleg főmérnöki beosztásban dolgozik. 1959 óta HTE tag, jelenleg az elnökség tagja, és a Híradástechnika folyóirat szerkesztő bizottságának elnöke. Tudományos tevékenységéért 1979-ben „Puskás Tivadar emlékérmét” kapott. Kedvelt szakterületei: a távbeszélő jelzéstechnika, a digitális kapcsolástechnika és a szolgáltatások integrálásának műszaki megoldásai.

2. Az alközpontokra alkalmazható ISDH koncepció [1]

2.1. Az ISDH alapelvei

Az ISDH koncepció fő jellemzője a beszéd és nem beszéd jellegű felhasználások széles körének kiszolgálása ugyanabban a hálózatban. Az ISDH-ban történő szolgáltatás integráció kulcsfontosságú eleme a szolgáltatások bizonyos tartományának biztosítása egy korlátozott kapcsolat-típus készlet felhasználásával, és többcélú felhasználó-hálózat interfész elrendezésekkel.

Az ISDH-k kiszolgálják az alkalmazások sokféleségét, beleértve a kapcsolt és nem kapcsolt összeköttetéseket. A kapcsolt összeköttetések egy ISDH-ban magukba foglalják mind az áramkör-kapcsolású, mind a csomag-kapcsolású összeköttetéseket, és ezek összekapcsolt formáit.

Az ISDH-ban bevezetendő új szolgáltatások a gyakorlat engedte legnagyobb mértékben alkalmazkodjanak az olyan elrendezéshez, ami kompatibilis egy 64 kbit/s sebességű kapcsolt digitális összeköttetéssel.

Az ISDH intelligenciát fog tartalmazni a szolgáltatási funkciók biztosításához, a karbantartási és hálózatrányítási funkciók kiszolgálásához. Ez az intelligencia esetlegesen nem lesz elegendő bizonyos új szolgáltatások bevezetéséhez, és ezeket vagy a hálózatba bevitt kibővített intelligenciával vagy a felhasználói végberendezésekbe beépített kompatibilis intelligenciával kell kiegészíteni.

Az ISDH-hoz történő hozzáférést egy rétegezett protokoll struktúrával kell specifikálni. Az ISDH képességekhez való hozzáférést a felhasználó felől

változó módon lehet megvalósítani az igényelt szolgáltatástól, és a nemzeti — és egyedi — ISDH kialakításának állapotától függően.

Felismerték azt a tényt, hogy az ISDH-k az elrendezések széles változatában megvalósíthatók az adott nemzeti — és egyedi — ISDH-knak megfelelően.

2.2. Az ISDH-k fejlődése

Az ISDH-k a távbeszélő Integrált Digitális Hálózat (IDH) céljaira kifejlesztett koncepciókra fognak alapozódni, és fejlődésük során folyamatosan foglalhatják magukba az újabb és újabb funkciókat és hálózati szolgáltatásokat, beleértve bármely más egycélú hálózat funkcióit is, mint például áramkörkapcsolást és csomagkapcsolást, adatátviteli célokra kifejlesztett hálózatok funkcióit a meglevő és új szolgáltatások biztosítására.

A meglevő hálózathoz az átfogó ISDH-ba való átmenet egy vagy több évtizedre tehető időtartamot igényelhet. Ebben az időszakban olyan elrendezéseket kell kifejleszteni, amelyek biztosítják az ISDH-ban és egyéb hálózatokban kialakított szolgáltatások együttműködését.

Az ISDH-hoz vezető fejlődés útján digitális végpontok közötti kapcsolhatóságot kell elérni a meglevő hálózatokban használt vezetékhálózat és berendezések felhasználásával olyan eszközön mint a digitális átviteli utak, időosztásos multiplex alapú kapcsolóberendezések és/vagy térosztásos multiplex alapú kapcsolóberendezések.

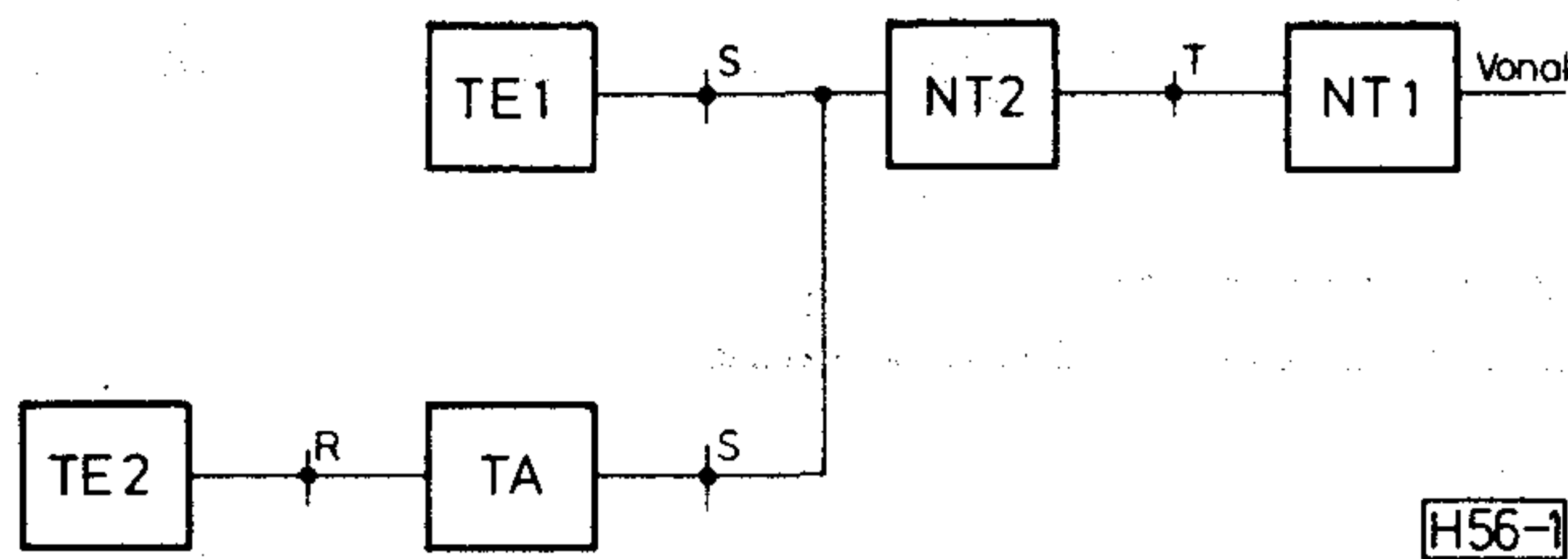
Az ISDH-k fejlődésének korai szakaszaiban bizonyos átmeneti felhasználó-hálózat elrendezéseket kell esetleg elfogadni bizonyos országokban a digitális szolgálat nyújtotta képességek korai elterjedésének elősegítésére. Egy fejlődő ISDH ugyancsak magába foglalhat egy későbbi szakaszban olyan kapcsolt összeköttetéseket, melyeknek bitsebessége nagyobb vagy kisebb mint 64 kbit/s.

2.3 Általános modellezési módszerek

Ennek a tevékenységnek a célja olyan módszer kialakítása, amellyel az ISDH hírközlési szolgáltatásai és hálózati képességei jellemezhetők. Ezt a jellemzést egy jellemzőkből (attribute) kialakított készlettel kell elvégezni. A jellemző definíciója alapján egy jellemző egy tárgy vagy elem olyan specifikált karakterisztika készlete, amelynek értékei megkülönböztetik azt bármely más tárgytól vagy elemtől.

2.4. Felhasználói hozzáférés egy ISDH-ban biztosított szolgáltatásokhoz

Az 1. ábra *T* referenciapontja és *S* referenciapontja jelenti a hozzáférést az ISDH-ban biztosított hordozó szolgálathoz. Az olyan felhasználói rendszerek mint az alközpontok, a *T* és *S* referenciapontokon csatlakoztathatók. Az alközpontok a protokollok szempontjából az Alacsony Réteg Képességek szintjén csatlakoznak az ISDH-hoz, amely a hordozó szolgálatra vonatkozik. Az olyan távközlési szolgáltatások biztosításához, mint a telefonia, a teletex, Videotex és üzenetfeldolgozás, a Magas Réteg Képességek ugyancsak szükségesek.



1. ábra. Felhasználói hozzáférés az ISDH-hoz

2.5. ISDH felhasználó-hálózat interfészek

Az ISDH fő jellemzője a szolgáltatásbeli képességek széles tartományának támogatása, beleértve beszéd és nembeszéd jellegű információk kiszolgálását ugyanazon hálózatban azáltal, hogy végpontok közötti digitális kapcsolhatóságot valósít meg.

Az ISDH-ban történő szolgáltatás integrálás egyik kulcsfontosságú eleme a szabványos többcélú felhasználó-hálózat interfészek korlátozott készletének kialakítása. Ezek az interfészek a gyűjtőpontjai mind az ISDH hálózati alkotóelemek és elrendezések, mind az ISDH végberendezések és alkalmazások fejlesztésének.

Egy ISDH-t a felhasználó-hálózat interfészen keresztül biztosított szolgáltatásbeli jellemzőkről lehet felismerni. Ez sokkal inkább jellemző, mint annak belső architektúrája, elrendezése vagy technológiája. Ez a koncepció kulcsfontosságú szerepet játszik abban, hogy lehetővé válik a felhasználói és hálózati technológiák és elrendezések egymástól független fejlődése. A mi jelenlegi céljainkra most a legfontosabb interfész az, amelyet a több szolgáltatású alközpontokhoz (PABX), helyi adathálózatokhoz (LAN), vagy még általánosabban, a privát hálózatokhoz való hozzáférés céljából vezettek be.

2.6. ISDH referenciaelrendezések

A felhasználó szempontjából az ISDH-t teljes mértékben leírják azok a jellemzők (attribute) amelyek a felhasználó-hálózat interfészen figyelhetők meg, beleértve a fizikai, elektromágneses, protokoll, szolgáltatás, alkalmazhatóság, karbantartás, üzemeltetés és teljesítőképesség jellemzőit.

Az ISDH egyik célkitűzése az, hogy kompatibilis felhasználó-hálózat interfészek egy kis készlete gazdaságosan támassza alá az alkalmazások, a berendezések és elrendezések széles körű felhasználói alkalmazhatóságát. A különféle felhasználó-hálózat interfészek számát minimalizáljuk a felhasználói rugalmasság maximalizálása érdekében, amit a végberendezések kompatibilitásával lehet elérni (egyik alkalmazásról a másikra, egyik helyről a másikra, és egyik szolgáltatásról a másikra), és amely csökkenti a költségeket a berendezésgyártás gazdaságosságán és mind ISDH, mind pedig a felhasználói berendezések üzemeltetésén keresztül. Mindazonáltal különböző interfészekre van szükség az alkalmazások olyan tartományához, amelyek nagymértékben különböznek információsebességükben, bonyolultságukban, vagy egyéb jellemzőjükben. Ugyancsak különböző interfészek szükségesek a fejlődés szakaszában megvaló-

sítandó alkalmazásokhoz. Ily módon az egyszerű alkalmazásokat meg kell terhelni olyan szolgáltatások befogadásának költségeivel, amelyeket bonyolult alkalmazásoknál kell megvalósítani.

Egy másik célkitűzés az, hogy ugyanazokat az interfészeket használjuk még akkor is, ha ezek különböző elrendezésűek (pl. egyvégberendezéses kapcsolatok szemben a többvégberendezéses kapcsolatokkal, alközpontok szemben a hálózathoz való közvetlen kapcsolódással stb.).

A referenciaelrendezések olyan koncepciózus elrendezések, amelyek hasznosak a különböző lehetséges fizikai felhasználói hozzáférési lehetőségek azonosításához az ISDH-hoz való csatlakozás esetén. Két fogalmat használunk a referenciaelrendezések definiálásához. A *funkcionális csoportosítás* olyan funkciókészleteket takar, amelyek szükségesek lehetnek az ISDH felhasználói hozzáféréshez, és a *referenciapontok* azok az elvi pontok, amelyek elválasztják a funkcionális csoportosításokat. A korábbi 1. ábrán a funkcionális csoportosítások NT1, NT2, TE1, TA és TE2, míg a referenciapontok *T*, *S* és *R* voltak.

Ezek jellemzői az alábbiak

NT1, 1. hálózatzérvégződés, amely tartalmaz olyan funkciókat, amelyek nagymértékben egyenértékűek az OSI (Nyílt Rendszerek Összekapcsolása) referenciamodeljének 1. Rétegével.

NT2, 2. hálózatzérvégződés, amely tartalmaz olyan funkciókat, amelyek nagymértékben egyenértékűek az X.200 szerinti referenciamodel 1. és magasabb Rétegeivel. Az alközpontok, helyi adathálózatok és végberendezés vezérlők jó példák az olyan berendezésekre, vagy berendezéscsoportokra, amelyek NT2 funkciókat nyújtanak. Például egy egyszerű alközpont NT2 funkciókat nyújthat az 1., 2. és 3. Rétegben.

TE1, 1. típusú végberendezés, amely olyan funkciókat foglal magába, amelyek a TE funkcionális csoportba tartoznak, és olyan interfésszel rendelkeznek, amely megfelel az ISDH felhasználó-hálózat interfész ajánlásoknak.

TE2, 2. típusú végberendezés, amely olyan funkciókat foglal magába, amelyek a TE funkcionális csoportba tartoznak, de olyan interfésszel rendelkeznek, amely az ISDH-tól eltérő interfész ajánlásoknak felel meg.

TA, végződő adapter, amely olyan funkciókat foglal magába, amelyek az X.200 referenciamodel 1. és magasabb Rétegeinek felelnek meg, és amelyek lehetővé teszik egy TE2 végberendezés kiszolgálását egy ISDH felhasználó-hálózat interfész alkalmazásával. Az *R* és *S* vagy *R* és *T* referenciapontok közötti fizikai interfészek jó példái az olyan berendezéseknek vagy berendezéskombinációknak, amelyek TA funkciókat látnak el.

2.7. ISDH interfészstruktúrák és a felhasználó-hálózat interfészek hozzáférési képességei

Ebben a szakaszban a csatornatípusok és interfészstruktúrák korlátozott készletét definiáljuk az ISDH felhasználó-hálózat interfészek számára.

Egy csatorna az interfész információhordozó kapacitásának specifikált részét jelenti.

A csatornák interfész struktúrákba vannak összefogva. Egy interfész struktúra meghatározza a maximális digitális információhordozó kapacitást egy fizikai interfészen.

Pillanatnyilag az alábbi csatornák rendelkeznek definícióval.

Egy *B* csatorna 64 kbit/s sebességű csatorna, amelyhez időzítés is tartozik. Ezt a felhasználói információáramlás széles tartományának átvitelére szánják. Megkülönböztető jellemzője az, hogy egy *B* csatorna nem hordoz jelzésátviteli információt az ISDH áramkörkapcsolás céljaira. Az ISDH áramkörkapcsolás céljaira szolgáló jelzésátviteli információt más csatornatípusokon, pl. *D* csatornán, viszik át. A *B* csatornák felhasználhatók az ISDH-ban a hírközlési üzemmódok széles tartományának hozzáférésére. Ezek az üzemmódok lehetnek áramkörkapcsolás, csomagkapcsolás és félállandó összeköttetések, mint egyszerű példák.

Egy *D* csatorna különféle bitsebességekkel rendelkezhet, és elsőrendű célja jelzésátviteli információ szállítása az ISDH-ban megvalósított áramkörkapcsolás céljaira.

Egy *E* csatorna 64 kbit/s sebességű csatorna, amelynek elsőrendű célja jelzésátviteli információ szállítása az ISDH-ban megvalósított áramkörkapcsolás céljaira. Ezt a primer sebességű multiplex összefogású csatornák esetén használják.

Az olyan egyéb csatornák, mint például a *H* csatorna, nem fontosak a mi digitális alközpontjaink szempontjából.

A számos interfészstruktúrából az alábbiak felhasználhatóak a mi digitális alközpontjaink esetén:

Az alapvető *B* csatornás interfészstruktúra két *B* csatornából és egy *D* csatornából tevődik össze, azaz jellemzője $2B + D$. Ebben az interfészstruktúrában a *D* csatorna sebessége 16 kbit/s. A *B* csatornák egymástól függetlenül felhasználhatók, azaz alkalmazhatók különféle kapcsolatokban egyazon időben.

A primer sebességű *B* csatornás interfészstruktúrák megfelelnek az 1544 kbit/s és 2048 kbit/s sebességű rendszereknek. Ezek *B* csatornákból és egy *D* csatornából tevődnek össze. Ennek a *D* csatornának a sebessége 64 kbit/s. A két struktúra képlete $23B + D$ és $30B + D$.

A mi céljainkra a többi primer sebességű struktúrák nem fontosak, és a kiskapacitású alközpontok céljaira egy 704 kbit/s sebességű *B* csatornás interfész lenne előnyös egy $10B + D$ képlettel, ahol a *D* csatorna sebessége ugyancsak 64 kbit/s lenne.

Egy kiskapacitású alközpont tipikus csatlakoztatása esetén egy $10B + D$ interfészt lehet használni a *T* referenciapontnál, és egy alapvető *B* csatornás interfészt az *S* referenciapontnál.

3. DIPEX kiskapacitású digitális alközpontok [2]

3.1 A DIPEX rendszer fő tervezési célkitűzései

Annak a fejlesztési munkának a kezdetén, amelynek célja egy olyan digitális alközpontcsalád megvalósítása volt, amely telefon alközpontként a ma ismert

legmodernebb szolgáltatásokat nyújtja, a fő tervezési célkitűzéseket az alábbiakban határoztuk meg:

- mikroprocesszoros tárolt program vezérlés, amely beépített megbízhatósága következtében nem igényel tartalékolást. A vezérlő egység állandóan tartalmazza a PROM-okba írt működtető programokat, ami megkönnyíti a rendszer működésének teljes vizsgálatát. Az alközpont programrendszere tartalmaz vizsgáló és karbantartó programokat is a működtető programok mellett;
- PCM alapú időosztásos kapcsolómező, amit egycsatornás kodekekkel valósítunk meg;
- a hardver és szoftver modularitás kiterjedt alkalmazása a vevői igények leggazdaságosabb megvalósítása érdekében.

3.2. Kapacitás

A vezérlő áramkör működése egy 8 bites mikroprocesszoros tárolt programvezérlésre van alapozva, amelynek programjait EPROM alapú programtárolókban, adatait pedig RAM adattárolókban tároljuk.

A kis alközponti felhasználás leggazdaságosabb megoldásának elérése érdekében az intelligencia egy része a csatlakozó áramkörökben helyezkedik el, és az elosztott kapcsolómezőt egycsatornás kodekekkel valósítjuk meg, amelyek ugyancsak ezekben az áramkörökben vannak elhelyezve.

A DIPEX rendszer tagjai jelenlegi formájukban képesek a 16–100 mellékállomási vonalnyi kapacitástartomány lefedésére. Miután a PCM busz oldali csatlakozás valamennyi egyéni áramkör esetén egyékes, a különféle funkcionális egységek nyomtatott áramköri lap szinten felcserélhetők.

3.3 Forgalmfeldolgozó képesség

Számításaink és gyakorlati mérési eredményeink szerint a rendszer vezérlő mikroprocesszora csupán maximális terhelhetőségének egyharmadáig van leterhelve a fenti kapacitástartományban, amikor csupán hívásfeldolgozással foglalkozik.

A DIPEX rendszer PCM buszra alapozott kapcsolómezőjének forgalmfeldolgozó képessége a teljes kapacitástartományban nagyobb, mint 0,12 erl/port $B \leq 0,01$ veszteség mellett.

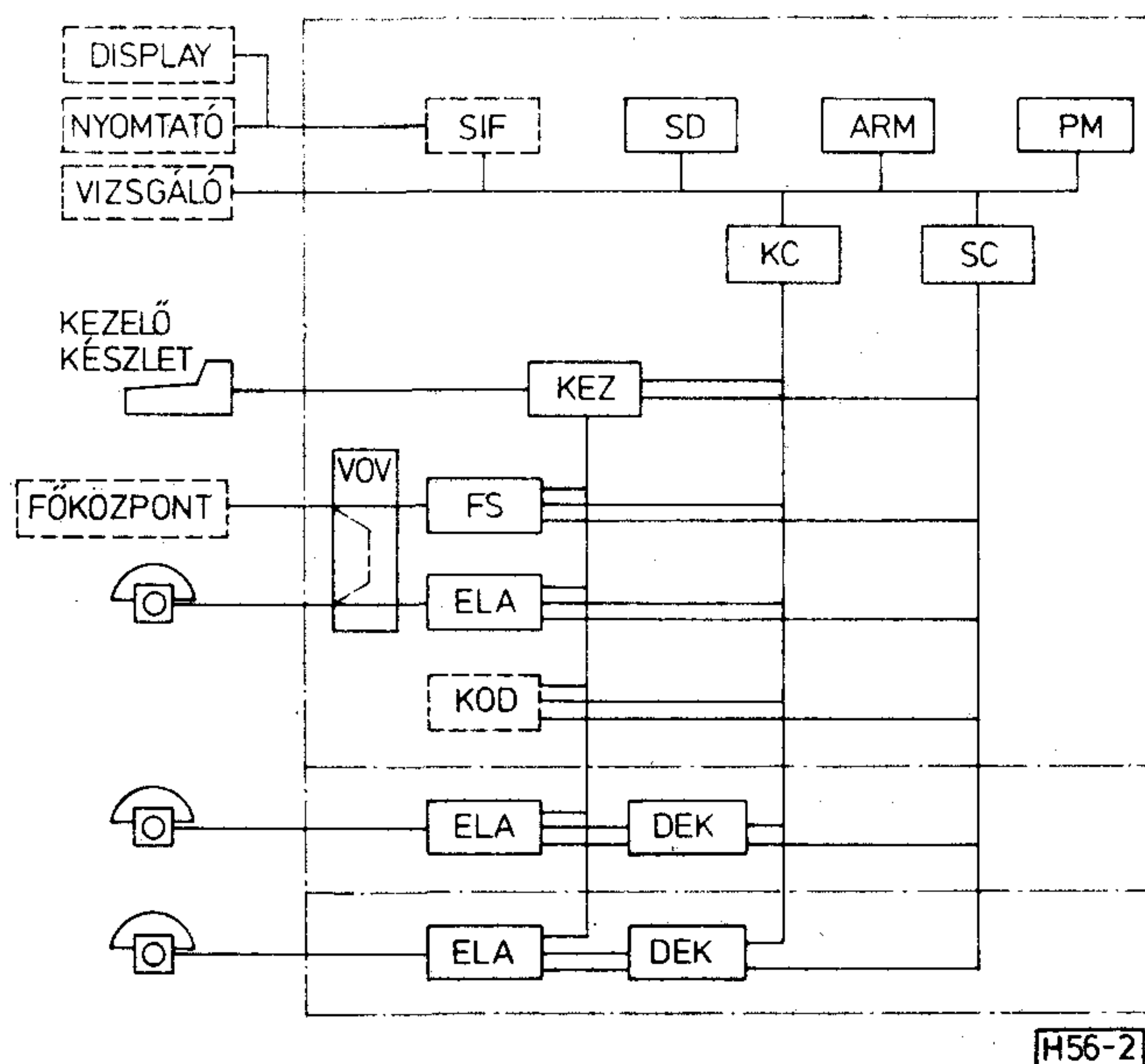
3.4 A DIPEX rendszer funkcionális egységei

A DIPEX rendszer egyszerűsített funkcionális blokkdiagramja a 2. ábrán látható. Az egyes funkcionális egységek jele, megnevezése és funkciói, valamint a rendszer működésének leírása [2]-ben található meg.

3.5 Minőségi és megbízhatósági szempontok

Az igen szigorú minőségi és megbízhatósági követelmények kielégítése érdekében az alábbi szempontokat vettük figyelembe.

Az alkatrészválasztásánál a különböző alkatrészek minőségének egyenszilárdsága volt az egyik fő célkitűzés. A választott alkatrészokról rendelkez-



2. ábra. A DIPEX rendszer egyszerűsített funkcionális blokkdiagramja.

Jelmagyarázat: SDX — központi vezérlő egység; ARM — adattároló egység; PM — programtároló egység; KC — kodek vezérlő áramkör; DEK — címdekódoló áramkör; SC — letapogató áramkör; SIF — soros interfész áramkör; KEZ — kezelői áramkör; FS — fővonalai áramkör; ELA — mellékállomási vonaláramkör; VOV — vonalváltó áramkör; KOD — kódvevő áramkör

zésre álló információk szerint a kiválasztott készletnek nincs gyenge pontja.

A beépített alkatrészek élettartamának és megbízhatóságának növelése érdekében nagymértékű alultervezést alkalmaztunk a tervezési munka során.

A becslések és az eddig megszerzett üzemi tapasztalatok ismeretében várható, hogy a DIPEX rendszer különböző tagjainak hibaaránya körülbelül 1 hiba/100 vonal/év értékű lesz, ami véleményünk szerint elfogadhatóan jó érték digitális alközpontok esetére. A jobb megbízhatósági értékek elérése érdekében a gyakorlatunkban szokásos referencia megfigyeléseket már elkezdtek.

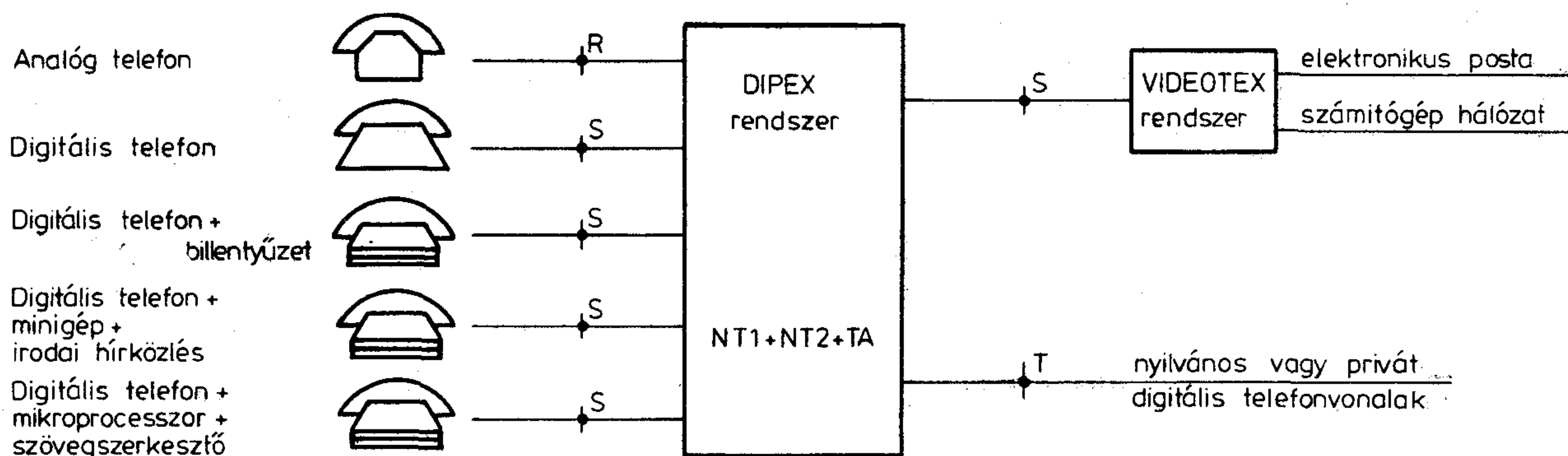
A rendszer működési biztonságának javítása érdekében olyan szoftver eszközöket építettünk be a rendszerbe, mint a kézfogósos üzemmód a belső jelzésben, figyelő időzítők, stb.

A fentiek mellett nagy gondot fordítottunk a jó karbantarthatóságra, és a rendszer könnyű szervizelésére.

4. A DIPEX rendszer továbbfejlesztési lehetőségei az irodai hírközlés befogadására. Egy lépés az ISDH felé

4.1 A DIPEX rendszerben rejlő képességek

Mint azt korábban említettük, a DIPEX rendszer mikroprocesszoros vezérlésének feldolgozóképesége pillanatnyilag csupán feldolgozóképeségének egy harmadáig van kihasználva. Egy másik fontos tényező az, hogy az elosztott kapcsolómezőként használt PCM busz megfelel a CCITT által ajánlott 2048



H56-3

3. ábra. A DIPEX rendszerre alapozott irodai hírközlés egy lehetséges elrendezése

kbit/s rendszernek. Ily módon szabványos, mikroprocesszorvezérelt 64 kbit/s bemenetek állnak rendelkezésre az irodai hírközlés szolgáltatásainak befogadására.

4.2 A DIPEX-re alapozott irodai hírközlő rendszer alapelrendezése

A DIPEX rendszerre alapozott irodai hírközlő rendszer alapelrendezésének egy lehetséges változatát mutatja a 3. ábra.

A jelenleg ismert követelmények ismeretében mondhatjuk, hogy a fenti elrendezés alkalmazható, ha egy A/D átalakítót használunk az R referencia-pontnál, $2B+D$ típusú interfészt használunk az S referenciapontoknál és egy $10B+D$ típusú interfészt a T referenciapontnál.

A DIPEX rendszerhez csatlakoztatott különböző terminálokat a rendszer ezek kategóriái alapján tudja megkülönböztetni. Ezek a terminálok a 3. ábra szerint az alábbiak lehetnek.

Szabványos két- vagy háromvezetékes analóg telefonkészülékek, amelyek a digitális telefon alközpont alapvető termináljai. Digitális négyhuzalos telefonkészülékek, amelyek az interfész specifikációnak megfelelően lehetnek egyedülálló telefonkészülékek, vagy kiegészíthetők videó display egységgel és az adatterminál céljaira szolgáló billentyűzettel, vagy egy miniszámítógéppel kombinálva irodai hírközlési terminállá alakíthatók, vagy egy mikroprocesszoros rendszerrel kombinálva felhasználhatók szövegszerkesztési célokra is.

A jövő legfontosabb terminálja lehet az, amely a VIDEOTEX rendszer illesztésére alkalmas, biztosítva ezzel a szabványos VIDEOTEX hozzáférést, amely emellett felhasználható elektronikus posta céljaira,

vagy a fő számítógép rendszerhez való hozzáférésre egy megfelelő csatlakozó interfészen keresztül.

Természetesen sok más működési mód is megvalósítható a felhasználók igényének megfelelően továbbfejlesztett DIPEX rendszerrel.

5. Következtetések

A DIPEX mikroprocesszor vezérlésű digitális alközpont gyártásával a lehetséges ISDH egyik eleme elérhetővé vált.

Mivel a privát hírközlő hálózatok alaphálózatai általában kisebb méretűek és kevésbé bonyolultak, mint a nyilvános hálózatok, ésszerű az a gondolatmenet, hogy az átvitel és a kapcsolás integrálását ezekben a privát hálózatokban kezdjék el.

Minthogy a privát hálózatok teljes beruházási költségei jól kézben tarthatóak, itt könnyebben kimutatható, hogy a különféle hírközlési szolgáltatások integrálásával gazdasági előnyök mellett megvalósítható a vállalatok és intézmények integrált hírközlő rendszere.

Ezzel a gondolatmenettel a digitális szolgáltatás integráció elkezdhető lenne, függetlenül a szóban forgó ország nyilvános hálózatának állapotától.

Figyelembe véve a fenti állításokat, úgy gondoljuk, hogy a DIPEX rendszer első lépésként felhasználható az ISDH felé vezető irodai hírközlés szolgáltatásainak megvalósítására.

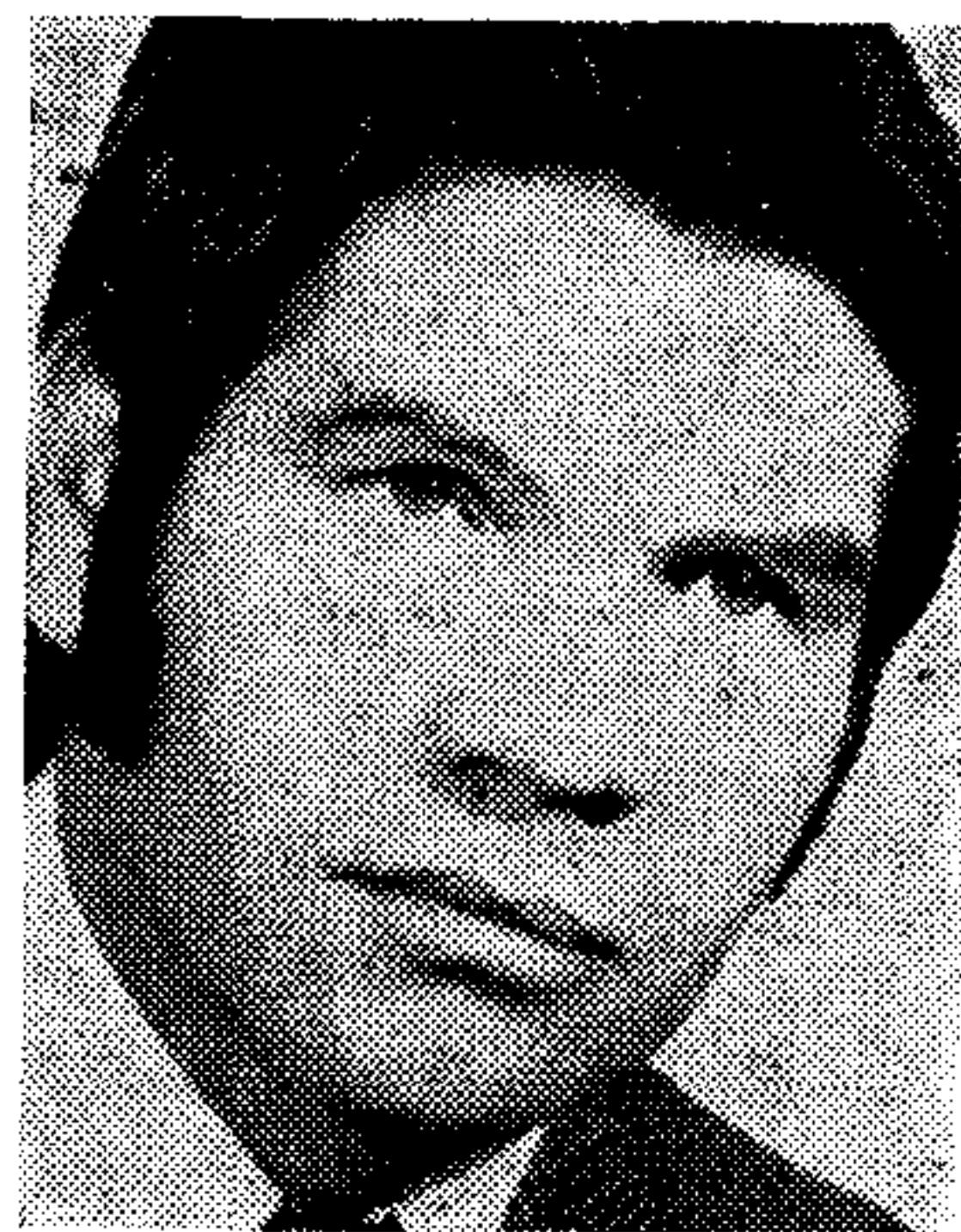
I R O D A L O M

- [1] CCITT Document AP VIII-97-E.
- [2] Horváth I.: Magyar fejlesztésű kis kapacitású digitális alközpontcsalád. Híradástechnika, XXXV. évfolyam, 1984. 6. szám.

Mikrohullámú rendszerek alkalmazása a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában

DR. G. TÓTH KÁROLY

Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben áttekintjük a mikrohullámú berendezések távbeszélő célú alkalmazásának főbb feltételeit, majd vizsgáljuk a feltételek teljesülési lehetőségeit a Magyar Posta hálózatában.

1. Bevezetés

A távközlő hálózatok a mai technikai fejlettségi szinten vezetékes és vezeték nélküli eszközökkel egyaránt kiépíthetők. A két egymástól jelentősen eltérő technikai eszköz alkalmazásának arányát az egyes országokban a műszaki fejlettség, a földrajzi adottságok és még számos más objektív és szubjektív tényező befolyásolja. A fejlett kapitalista országokban a vezeték nélküli eszközök aránya a távbeszélő célú helyközi távközlésben 60–70%, de pl. Japánban és az USA-ban megközelíti a 80–90%-ot. A közepesen fejlett országokban, köztük néhány szocialista országban is a vezeték nélküli eszközök felhasználásának aránya a távbeszélő célú távközlő hálózatokban 30–40% között van.

A magyar távbeszélő célú helyközi távközlési hálózatnak mindössze 1–3% épült ki vezeték nélküli eszközökkel. A vezeték nélküli eszközök felhasználásának ilyen alacsony szintű részaránya sem a gazdasági helyzettel, sem a kétségtelenül létező egyéb objektív okokkal kielégítően nem magyarázható meg.

Abban, hogy Magyarország e téren talán még a szocialista országok között is a legutolsó helyre került, minden bizonnyal szubjektív okok is közrejátszottak. A szubjektív okok közt említhető, hogy a Magyar Posta szervezetében a vezetékes és vezeték nélküli szakterületek elkülönültek.

A vezetékes hagyományok olyan mélyen „beivódtak” a távbeszélő szolgáltatásban dolgozó szakemberek tudatába, hogy ezt a helyzetet egyik napról a másikra megváltoztatni lehetetlen. A megszokotthoz való ragaszkodást természetesen erősíti az is, hogy az új technika új ismereteket igényel, mégpedig a korábbtól alapvetően eltérő ismereteket, amit elfogadható szinten a szakembereknek csak egy új korosztálya tudna elsajátítani. A vezetékes technikával foglalkozó szakemberek érthető módon a vezetékes technika új lehetőségeinek megismerésére fordítják a figyelmüket, és nem jut idejük egy, a számukra teljesen új technika olyan szintű megismerésére, hogy annak bevezetési időszakában — törvényszerűen jelentkező — nehézségeivel is meg tudjanak birkózni.

Beérkezett: 1985. III. 25. (H)

DR. G. TÓTH
KÁROLY

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1966-ban villamosmérnöki oklevelet, 1973-ban gazdasági mérnöki oklevelet, 1979-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett. 1955 óta a Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóságnál dolgozik. Különböző vezetői feladatokat látott el a balatonszabadi rádióállomáson és a Kab-hegyi tv-állomáson. 1972 óta a Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság fejlesztési igazgatóhelyetteseként dolgozik. Mint fejlesztési igazgatóhelyettes

számos új rádió- és tv-állomás létesítési munkáját irányította, köztük olyan kiemelkedő állomásokat, mint a jászberényi RH állomás, a nagykanizsai tv-állomás, a solti KH állomás, a taliándörögdi Úr-távközlési Földi Állomás. A fejlesztési és beruházási munkák irányításához számos műszaki, gazdasági tanulmányt írt, melyek közvetlen felhasználása mellett jó szolgálatot tettek a szakemberek ismereteinek fejlesztése területén is. Munkája elismeréseként több kitüntetést kapott, köztük a Munka Érdemrend arany fokozatát.

A vezeték nélküli ágazat — néhány távközlési feladattól eltekintve — figyelmét túlnyomórészt a műsorszórásnak és az azt kiszolgáló távközlésnek szenteli. A mikrohullámú berendezések távbeszélő célú felhasználása — annak ellenére, hogy az első ilyen próbálkozások már 30–35 évvel ezelőtt megkezdődtek — nem tartozott a kiemelt feladatok közé. Érthető, hogy ilyen körülmények között a mikrohullámú berendezések távbeszélő célú helyközi felhasználása megfelelő postai érdeklődés hiányában és a magyar ipari háttér objektív korlátai miatt háttérbe szorult.

A magyar híradástechnikai ipar — valószínűleg a postai megrendelések hiánya miatt is — távbeszélő célú helyközi mikrohullámú berendezésekből a mai napig is csak egy szűk választék gyártására tud vállalkozni.

A vezeték nélküli eszközök megfelelő arányú alkalmazásának elmulasztása minden bizonnyal azon okok közé tartozik, melyek előidézték a magyarországi nem kielégítő távbeszélő helyzet kialakulását. A szakirodalomból megismerve a vezeték nélküli eszközök távbeszélő célú helyközi használatának számos kedvező hatását, az utóbbi években több tanulmány látott napvilágot a vezeték nélküli eszközök távbeszélő célú helyközi felhasználásának vizsgálata tárgyában. E tanulmányok szerint az átviteli igények többségénél a vezeték nélküli eszközökkel történő kiépítés gyorsabb és gazdaságosabb, mint a vezetékes technológia alkalmazása esetén.

Ezen újabb tanulmányban a problémakör reális vizsgálatának egy lehetséges módját mutatjuk be.

A főbb tényezők globális bemutatására törekszünk, ezért az itt szereplő felmért vagy becsült adatok minden bizonnyal további pontosításra szorulnak. Célunk e komplex problémakör végiggondolása volt, hogy ezáltal a számos szerteágazó érdeklődési körű, de a feladat megoldásához szükséges szakember véleményét e kérdésben közelítsük egymáshoz.

1. A mikrohullámú rendszerek jellemzői és helyük a távbeszélő célú helyközi hálózatokban

Ahhoz, hogy a mikrohullámú rendszerek távbeszélő célú helyközi felhasználási lehetőségeit reálisan felmérjük, össze kell foglalnunk azokat a legfontosabb jellemzőket, melyek a felhasználhatóságát befolyásolják. A mikrohullámú rendszerek eddigi indokolatlan mellőzése a magyar távbeszélő célú helyközi távbeszélő hálózatban részben azzal is magyarázható, hogy nem alakult ki egységes vélemény azok jellemzőiről. A „mikrobarát” szakemberek a kedvező, a „mikrót ellenzők” a kedvezőtlen tulajdonságokat túlozzák el. A jellemzők kedvező—kedvezőtlen irányú eltúlozásához hasonlóan kellő megalapozottság nélkül születtek vélemények a mikrohullámú rendszerek használatával járó előnyökről és hátrányokról is. Ezért is tartjuk fontosnak, hogy a következő két fejezetben a lehető legreálisabban foglaljuk össze a mikrorendszerek előnyeit, hátrányait és azt is, hogy felhasználásukkal mit nyerhetünk és mellőzésükkel mit veszíthetünk.

1.1. A mikrohullámú rendszerek főbb tényezői

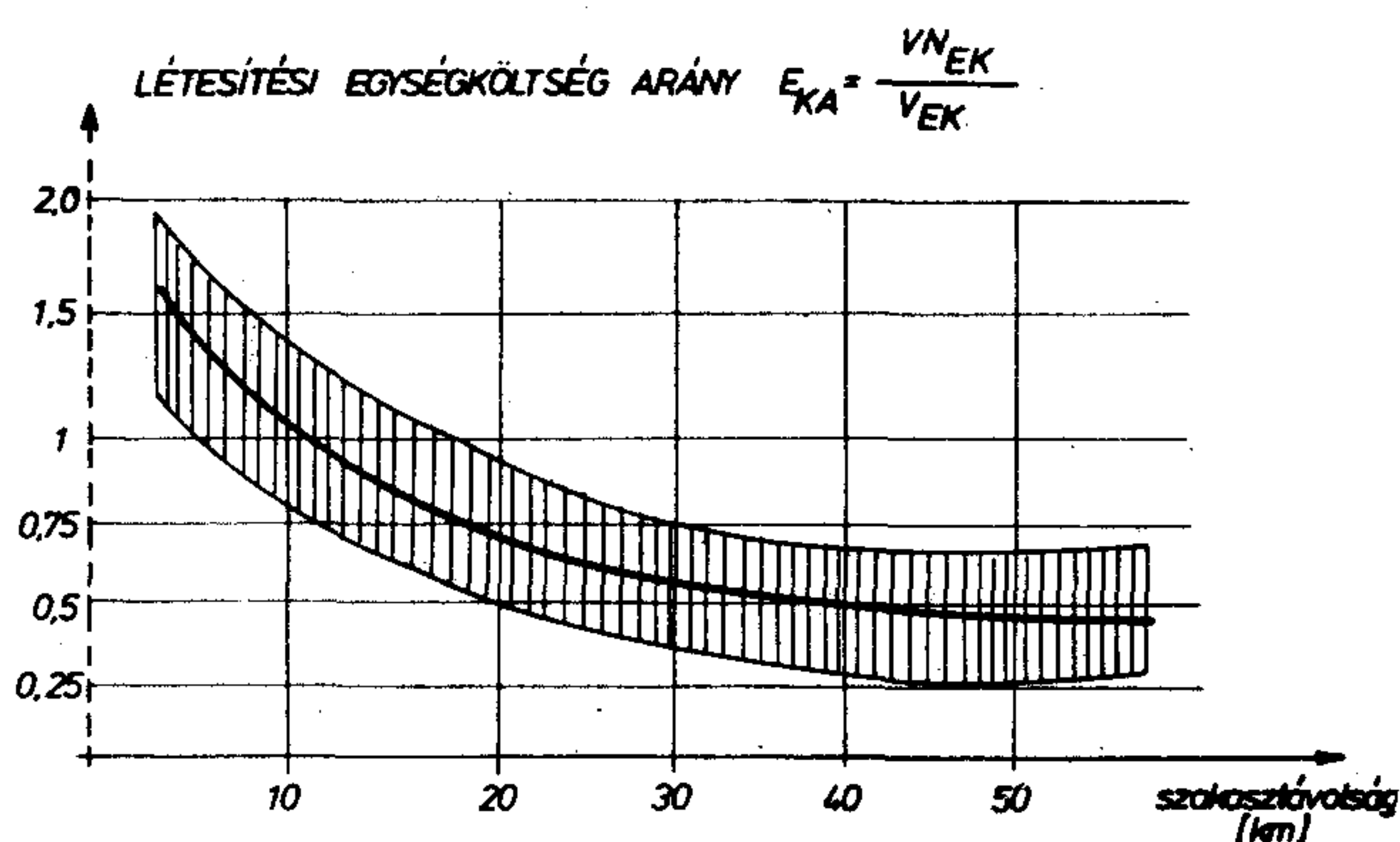
Az e témában folytatott és elvértve még ma is folyó viták összegezeként leszögezhetjük, hogy a mikrohullámú rendszerek átviteltechnikai paraméterei mindenben teljesítik a nemzetközi előírásokat és nem maradnak el a vezetékes rendszerek hasonló jellegű paramétereitől. A tárgyilagosság érdekében meg kell említeni, hogy mindkét rendszernek vannak olyan sajátosságos paraméterei, melyekben lényegesen jobb, mint a másik, de ezek nem befolyásolják a gyakorlati felhasználhatóságot.

Az átviteli paraméterek további vizsgálatával e tanulmányban nem foglalkozunk, mert a kábel és mikro közti választáshoz e vizsgálat nem nyújt elegendő információt. A kábel és mikro közti választáshoz az átviteli jellemzők helyett a telepítésre, költségekre és egyéb, a felhasználást befolyásoló jellemzők értékelésére van szükség. A mikrohullámú rendszerek felhasználási lehetőségeit befolyásoló főbb tényezőket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A mai szűkös beruházási források mellett a kedvező tulajdonságok közt is kiemelt figyelmet érdemel a létesítési költség. A létesítési egységköltség-arány alakulása látható az 1. ábrán.

A mikrohullámú rendszerek kedvező tulajdonságait a legtöbb olyan országban használják, ahol a kábel és mikro közti választás helyes arányát objektív és szubjektív tényezők nem torzítják. A mikrohullámú rendszerek részaránya az egyes országok távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában a 2. ábrán látható. Az ábra görbéje különböző időpontból és nem elég pontosan megadott definíciók szerinti adatokból

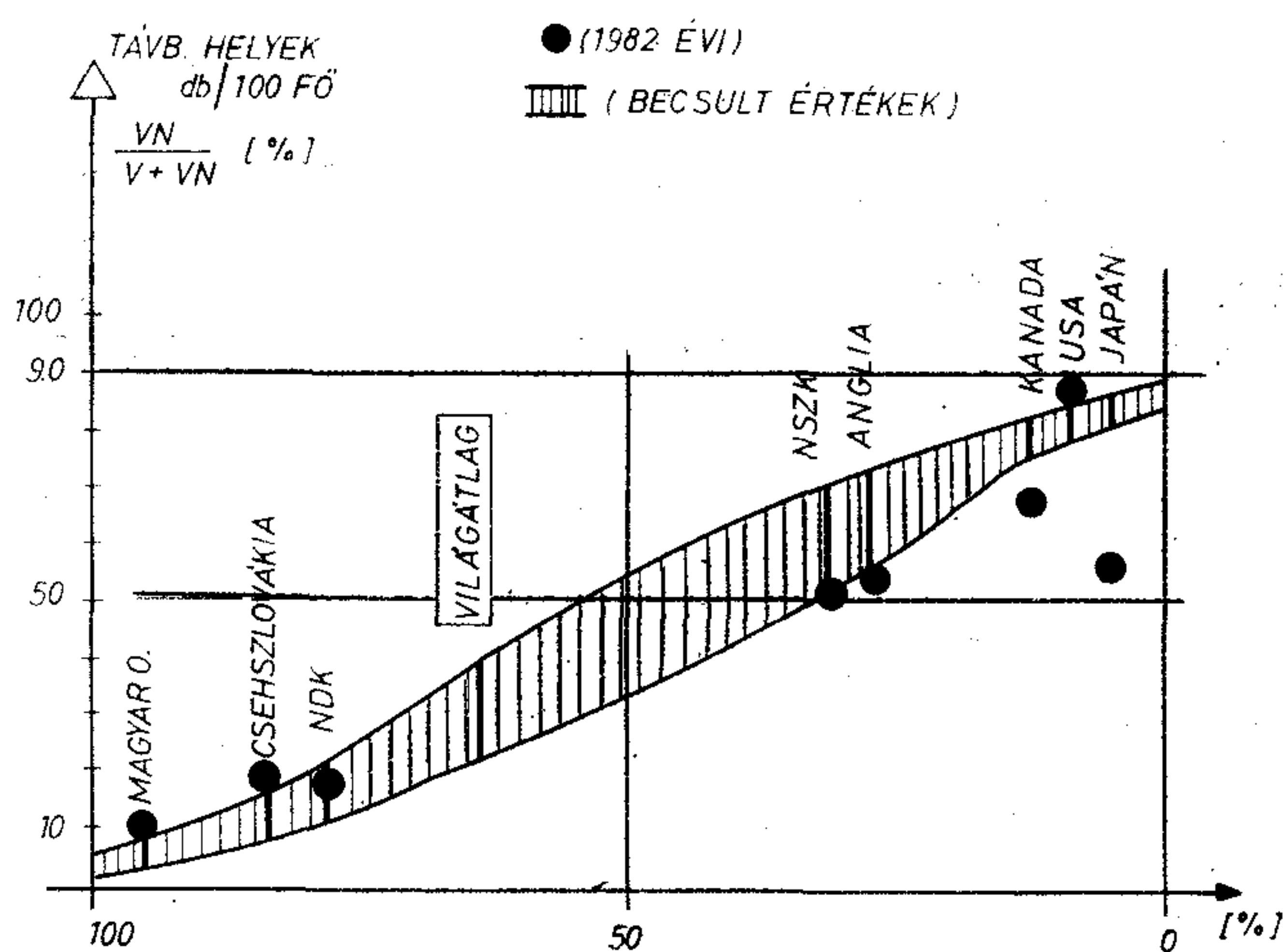
TÁVKÖZLŐ HÁLÓZATOK LÉTESÍTÉSI EGYSÉGGKÖLTSÉGE



H 49-1

1. ábra

A 100 FŐRE ESŐ TÁVBESZÉLŐHELYEK SZÁMA ÉS A VEZETÉKNÉLKÜLI ESZKÖZÖK ARÁNYA AZ ORSZÁGOK TÁVKÖZLŐ HÁLÓZATAIBAN



H 49-2

2. ábra

került megszerkesztésre, ezért tájékoztató jellegűnek tekinthető.

A 2. ábra adatainak közelítő jellege ellenére is érzékelteti, hogy általában a fejlett ipari államok távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában a vezetéknélküli eszközök aránya igen magas, míg a fejlődő országok hálózatában alacsony. Paradoxonnak tűnik, hogy a tehetős, gazdag országok hálózataik jelentősebb részét az olcsóbb mikrohullámú eszközökkel építették ki, ugyanakkor a szegényebb és nagyon szegény országok egy része a költségesebb kábelt alkalmazta a hálózatában nagyobb arányban. Különösen szembeeső a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában alkalmazott vezetéknélküli eszközök igen alacsony aránya: 1—3%. A világ minden országának hálózatára kiterjedő infor-

mációkat nem sikerült eddig felkutatni, ezért nem tudjuk, hogy e tekintetben a világ hányadik helyét foglaljuk el, de ha léteznek is ennél alacsonyabb részarányt tartalmazó hálózati országok, azok száma nem lehet nagy.

A 2. ábrán az országok távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatának mikrohullámú részaránya mellett az összehasonlíthatóság céljából feltüntettük az országok 100 lakosára jutó távbeszélőhelyek számát is (1982. évi adatok). Az ábrából egyébként is szembe-tűnő kapcsolatot a megfelelő adatpárokkal elvégzett korrelációs számítás csak megerősíti. A 100 lakosra jutó távbeszélőhelyek száma és mikrohullámú eszközök részaránya közötti lineáris korreláció értéke 0,912. Bár a korreláció a világ többi országainak idevonatkozó adatait is figyelembe véve feltehetően csökken, de *vitathatatlan, hogy szoros korreláció van a távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatok mikrohullámú berendezések részaránya és a távbeszélő helyek sűrűsége között.* A szoros korreláció természetesen nem jelent egyúttal okozati kapcsolatot a vizsgált mutatók között, de a távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatban a mikrohullámú berendezések „egészséges” részaránya minden bizonnyal kedvezően befolyásolja a távbeszélő sűrűség alakulását is.

Nem ismerünk olyan módszert, melynek segítségével egy adott ország távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában a mikrohullámú rendszerek „egészséges” részarányát meghatározhatnánk, de a létesítési egységköltségekből kiindulva azt mondhatjuk, hogy a távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatának fejlesztésére fordított beruházási forrást az az ország használja fel hatékonyabban, amelyik a mikro-

hullámú rendszereket nagyobb arányban alkalmazza. A pontos meghatározás feltételeinek hiánya ellenére mondhatjuk, hogy az átlagos feltételekkel rendelkező országok többségénél a mikrohullámú rendszerek 40–60%-os részaránya tekinthető „egészségesnek”.

Nem állíthatjuk, hogy Magyarország is olyan átlagos feltételekkel rendelkezik, hogy távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában a mikrohullámú rendszerek 40–60%-os részaránya volna az „egészséges” de azt biztosan mondhatjuk, hogy kívánatos, hogy a Magyar Posta távbeszélő-hálózatában a mikrohullámú rendszerek részaránya legalább a világátlagnak megfelelő 25–30%-ot érje el.

1.2. Mit „vesztettünk” és mit „nyerhetünk”?

Széchenyi István híres mondása szerint: „A múlt már kiesett hatalmunkból, de a jövőnek urai vagyunk”. Tekintve, hogy a „múlt már kiesett hatalmunkból”, nem célunk a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában kialakult igen alacsony vezetékek nélküli részarány okainak részletes vizsgálata, de következményeinek reális becslése jövőbeni magatartásunkat alapvetően meghatározhatja, ezért ezt megkíséreljük.

A 3. ábra segítséget nyújt ahhoz, hogy tisztán lássuk, hogy az eddigi hálózatfejlesztési stratégiákkal mit „vesztettünk”, és hogy egy reálisabb alapokra épülő új fejlesztési stratégiával mit „nyerhetünk”.

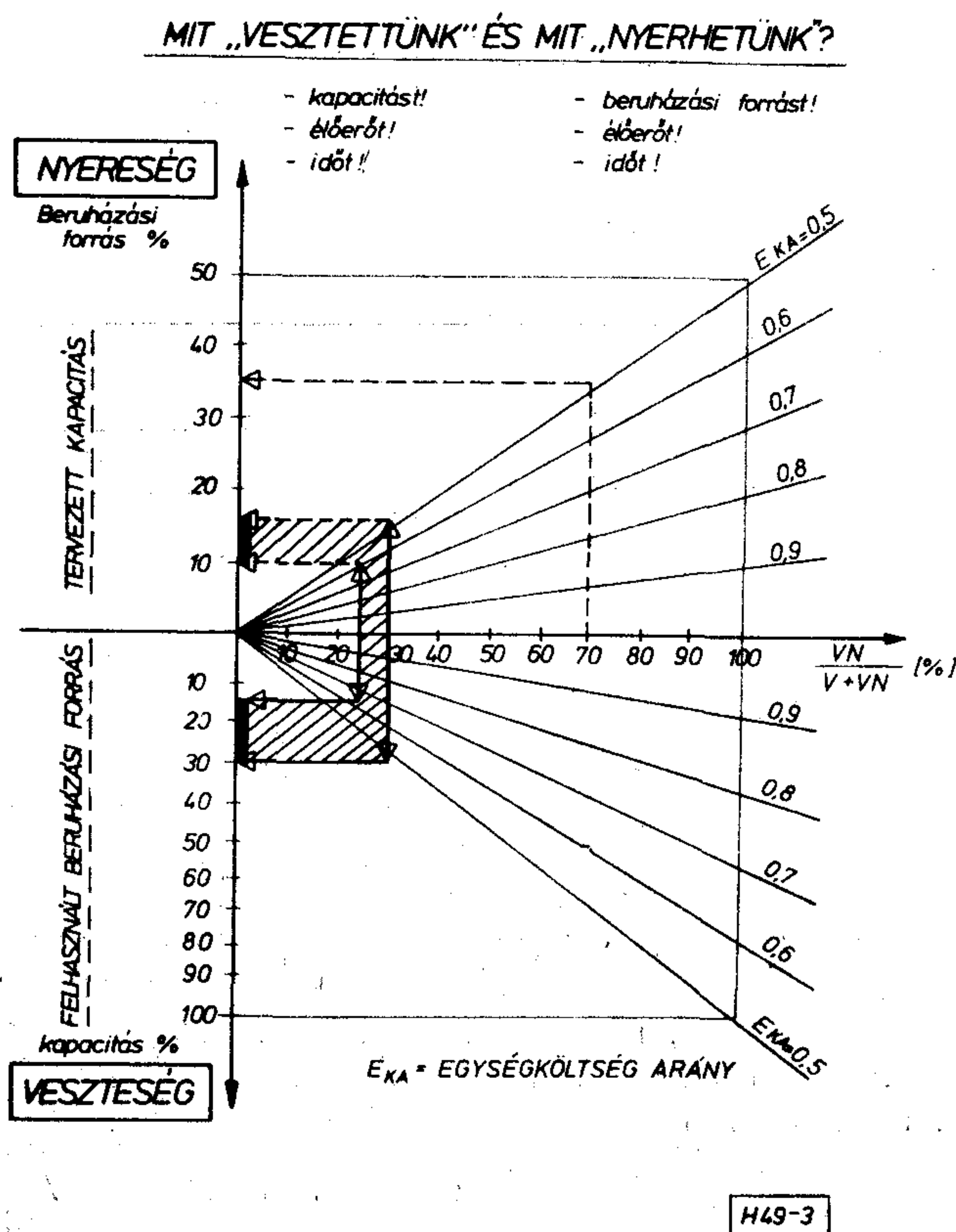
A világátlaghoz közeli 30%-os részarányú hálózat esetén $E_{KA}=0,5$ egység költséget feltételezve, azonos létesítési költséggel 30%-kal nagyobb kapacitású távbeszélő célú távközlő hálózattal rendelkezhetnénk. Távbeszélő-hálózatunk tehát 30% körüli kapacitással szegényebb, mint lehetne.

Sajnálatos „veszteségünk” lényegében abból származik, hogy hálózatunk fejlesztésénél alacsonyabb hatékonyságú eszközöket használtunk fel, mint amit a technika lehetővé tett volna. „... a jövőnek urai vagyunk”, a jövő alakításának lehetősége még a kezünkben van. A jövőben kiépítendő hálózatok esetében a világátlag 30%-os részarányt elfogadva és feltételezve, hogy a létesítési egység költségarány $E_{KA}=0,5$, a kapacitás bővítésére tervezett beruházási forrás 15%-át megtakaríthatjuk. A 15% beruházási forrás további mikrohullámú eszközök beszerzésére fordítva a tervezett kapacitásnál 30%-kal nagyobb kapacitású hálózatot építhetünk ki változatlan beruházási költséggel.

2. Fejlesztési stratégiák

Az előző fejezetekben leírtak alapján egyértelműen megállapítható, hogy kívánatos volna a mikrohullámú berendezések részarányának növelése a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában. Ezzel a megállapítással már eddig is sokan egyetértettek, és bízunk abban, hogy e tanulmány olvasása az esetleg még ingadozókat is meggyőzi az állítás helyességéről és időszerűségéről.

A vezető beosztású és a végrehajtásban dolgozó szakemberek körében napról napra nő azoknak a szá-



3. ábra

ma, akik a mikrohullámú eszközök mielőbbi széles körű alkalmazását sürgetik. Több hivatalos és nem hivatalos fórum foglalkozott a kérdéssel, és több intézkedés történt a mikrohullámú berendezések távbeszélő célú helyközi távközlő felhasználására. A bátortás és főleg a kényszerítő átviteli igény hatására néhány nem éppen sikeres gyakorlati próbálkozás is történt a mikrohullámú berendezések rurál hálózatokban történő alkalmazására. A felsorolt kezdeményezések bátortalsága véleményünk szerint azzal magyarázható, hogy a mai napig nem született meg egy reális alapokra épülő fejlesztési stratégia a mikrohullámú távbeszélő célú helyközi távközlő felhasználására.

A következőkben áttekintjük a lehetséges fejlesztési stratégiákat, kísérletet teszünk a reálisnak tekinthető fejlesztési stratégiák körének meghatározására. Egy reális fejlesztési stratégia kidolgozásához igen sok tényező részletes elemzésére van szükség, ennek ellenére az áttekinthetőség érdekében most egyelőre tekintsünk el különböző, de később figyelembe veendő tényezőktől és csak a mikrohullámú berendezések részarányának növekedésére vonatkozó stratégiákat vizsgáljuk meg. A lehetséges fejlesztési stratégiák áttekintését kezdjük a két szélsőségszerűbb stratégiával.

A jelenlegi részarányt tartó fejlesztési stratégia azt kívánná meg, hogy az új távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatok legalább 2%-a mikrohullámú eszközökkel legyen kiépítve. Ez a fejlesztési stratégia a jelenlegi nem megfelelőnek tartott arányt konzerálná, tehát nem lehet a Magyar Posta reális stratégiája.

A mikrohullámú berendezések részarányának maximális növekedési ütemét egy olyan fejlesztési stratégia biztosítaná, mely szerint valamennyi új távbeszélő célú helyközi távközlési hálózatot mikrohullámú berendezésekkel valósítanánk meg mindaddig, míg egy 25–30%-os részarányt el nem érünk. Feltételezve, hogy a távbeszélő célú helyközi távközlő hálózat évi növekedése $N=4-6\%$, a mikrohullámú berendezések elfogadható 25–30%-os részarányát 5–6 év alatt érhetnénk el. A fejlesztést meghatározó főbb tényezők részletes vizsgálata nélkül is megállapíthatjuk, hogy ez sem lehet reális fejlesztési stratégia. Reálisnak kellene vizsgálni egy olyan fejlesztési stratégiát, mely legalább az új hálózatokban a mikrohullámú berendezések 25–30%-os részarányát irányozná elő. Ez a feltétlen kívánatos stratégia is az első másfél év alatt annyi távbeszélő célú helyközi távközlő mikrohullámú berendezés telepítését igényelné, mint amennyit eddig összesen telepítettünk. Ilyen volumenű mikrohullámú berendezés gyártását, telepítését és üzemeltetését ilyen rövid idő alatt nem lehet megvalósítani.

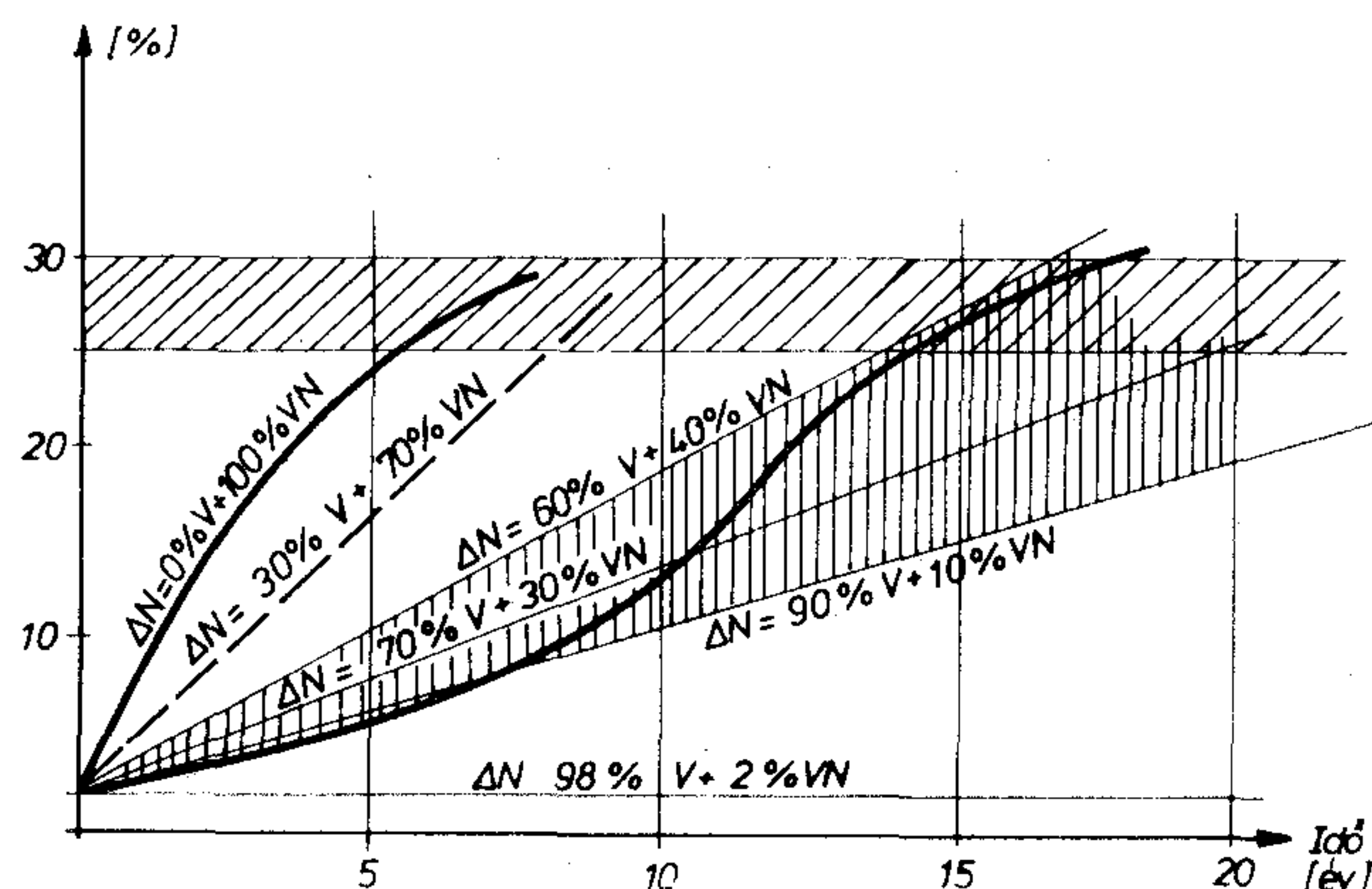
Az eddigi gondolatmenet alapján azt mondhatjuk, hogy legvalószínűbb egy olyan fejlesztési ütem realizálhatósága, mely az első években az új hálózat 10–15%-os, majd 20–30%-os és azt követően 40–50%-os részarányt irányoz elő mikrohullámú berendezésekkel történő megvalósításra úgy, hogy 15–20 éves fejlesztés során az évi átlag 30% körül legyen. E kívánatos, de még mindig túlfeszített fejlesztési stratégia mellett mintegy 15–20 évre van szükség

FEJLESZTÉSI STRATÉGIÁK

A mikrohullámú berendezések részarányának alakulása

MP távközlő hálózatban a ΔN összetétel függvényében

ΔN = A távközlő hálózat
kapacitás évi növekedése
(4–6%/év)



H 49-4

4. ábra

ahhoz, hogy a mikrohullámú berendezések részaránya a Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában elérje a 25–30%-ot.

A 4. ábrán összefoglaltuk az említett fejlesztési stratégiákat és megszerkesztettük a reálisan várható fejlesztési stratégiák határait. A határokon belüli tényleges fejlesztési stratégia kialakításához részletesen meg kell vizsgálni a fejlesztést meghatározó főbb tényezőket.

3. A mikrohullámú berendezések távbeszélő célú felhasználásának főbb tényezői

A mikrohullámú berendezések részarányának növelését meghatározó valamennyi tényező vizsgálata meghaladja jelen tanulmány kereteit, de feladataink körvonalainak megrajzolásához úgy véljük, az alábbi főbb tényezők vizsgálata is elegendő:

- igény (milyen az átviteli igény mennyisége és struktúrája),
- eszközök (az igény kielégítéséhez milyen eszközre van szükség, milyen az ipari háttér?),
- munkaerő (a szükséges munkaerő mennyisége, minősége, összetétele),
- szervezet (milyen szervezeti forma alkalmas a feladat megoldásához?),
- forrás (mennyi fejlesztési alapra van szükség?).

A főbb tényezőket, azok jellegét a 2. táblázatban foglaltuk össze. A tanulmány kezelhető terjedelme érdekében még a főbb jellemzőknek is csak globális áttekintésére vállalkozhatunk. Megítélésünk szerint a főbb tényezők közül egyik legmeghatározóbb az

**A TÁVBESZÉLŐ HÁLÓZATOKBAN ALKALMAZHATÓ VEZETÉK NÉLKÜLI ESZKÖZÖK
FŐBB JELLEMZŐI**

KEDVEZŐ	KEDVEZŐTLEN
① { — Fix és mobil kapcsolat — Rövid telepítési idő — Áttelepíthető — Bővíthető — Analóg és digitális technika alkalmazható ② { — Helyigénye kicsi — Élőmunka igénye kicsi — Nem igényel különleges létesítési gépeket ③ { — Energiaigénye kicsi — Karbantartása „igénytelen” ④ { — „Nyomvonala” nem sérülékeny — Nem ázik be	— Korlátozott a rendelkezésre álló frekvencia — Nehéz rejteni (ha szükséges!) — Elektromágneses zavarra „érzékeny” — Magas bonyolultsági fokú

A kedvező tulajdonságok hasznosítási lehetőségei:

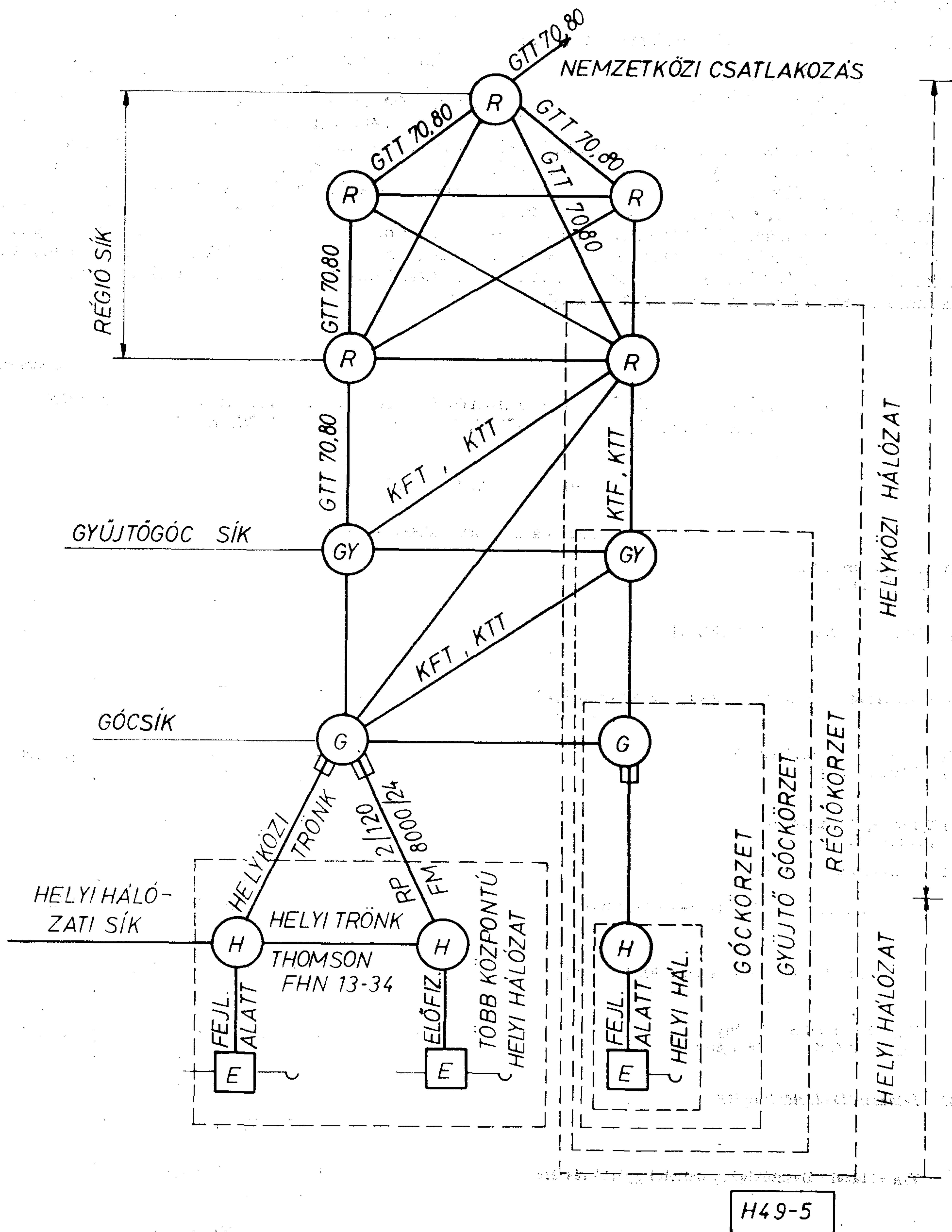
- ① Rugalmas felhasználást biztosít:
 - szabad központkapacitások gyors felhasználása
 - átmeneti igények kielégítése
 - szükségállapotok igényeinek kielégítése
 - kábelek kiváltása
- ② Az egységnyi kapacitás létesítési költsége alacsony
- ③ Fenntartási és üzemeltetési költsége alacsony
- ④ Külső káros hatások elleni védelme egyszerű
 - Városok, hegyek, mocsarak, folyók, tavak áthidalására alkalmas

2. táblázat

**A VEZETÉK NÉLKÜLI ESZKÖZÖK TÁVBESZÉLŐ CÉLÚ FELHASZNÁLÁSÁNAK
FŐBB TÉNYEZŐI**

Tényezők	Jellege
Igény	Helyi Körzeti Góc — gyűjtőgóc
Eszközök	Mikro adó/vevő Multiplex + Antenna Műszerek hazai KGST tőkés
Munkaerő	Előkészítő Tervező Beruházó Üzemeltető Karbantartó } Előkészítés } Létesítés } Üzemeltetés
Szervezet	?
Forrás	Forint Deviza Állami célcsopt. Vállalati

A HÁLÓZATI STRUKTURÁHOZ ILLESZKEDŐ MAGYAR BERENDEZÉS TIPUSOK



5. ábra

eszközök biztosítása, a magyar ipar és a Magyar Posta együttműködése. Ezért a továbbiakban ezzel a tényezővel foglalkozunk részletesebben.

3.1. Igények

Az átviteli igények megítéléséhez ismernünk kell:

- azok mennyiségét,
- földrajzi elhelyezkedését,
- struktúráját.

Az átviteli igények mennyisége és földrajzi elhelyezkedése az ország fejlődésétől függően évről évre változik. A változásra jellemző, hogy egyre nagyobb átviteli igényt, egyre változatosabb földrajzi elrendeződés mellett kell kielégíteni. Az átviteli igények kielégítéséhez néhány távbeszélő célú helyközi távközlő csatornától több ezer csatorna átvitelére alkalmas berendezések létesítésére van szükség.

A mikrohullámú berendezések felhasználásának tervezéséhez meg kell határoznunk az igényekhez igazodó kapacitású berendezéstípusokat. E munkához lényegében a vezetékes távközlő hálózat struktúráját használhatjuk fel. Az 5. ábrán látható a hálózat struktúrája és az ahhoz illeszkedő mikrohullámú berendezések típusai.

Ahhoz, hogy valamennyi hálózati síkban tudjunk mikrohullámú berendezéseket alkalmazni, 6–8 berendezéstípusra van szükség. A Magyar Posta távbeszélő célú helyközi távközlő mikro termékekre vonatkozó választék igénye ($V_I = 6-8$ TÍPUS) hat, nyolcféle termék. A választékigény igen fontos tényezője a kiépítendő hálózatnak és a gyártó cégek felé támasztott megrendelői igényeknek. A berendezéstípusok szerinti igényt, tehát a mennyiségi igényt e tanulmányban nem tudjuk megadni, de a további vizsgálatainkat enélkül is el tudjuk végezni.

3. táblázat

A FELHASZNÁLÓI IGÉNY ÉS A GAZDASÁGOS SOROZAT NAGYSÁG JELENTŐSÉGE A FELHASZNÁLÓ ÉS A GYÁRTÓ EGYÜTTMŰKÖDÉSÉBEN

PIAC — IPARI HÁTTÉR

A harmonikus együttműködés feltételei

A) Zárt együttműködés (Gazdálkodás)

I_i = Igény az i -dik termékből [Ft/év]

T_i = Gazdaságos sorozatnagyság az i -dik termékből [Ft/év]

V_T = Gyártói termékválaszték
 V_I = Választékigény

①	$I_i \cong T_i$	[Ft/év]
②	$V_T \cong V_I$	
③	$\sum_{V_I} I_i \cong \sum_{V_I} T_i$	[Ft/év]

B) Nyitott együttműködés (gazdálkodás)

B1 Gyártó oldalról nyitott

I_{iH} = hazai igény az i -dik termékből [Ft/év]

I_{ik} = külföldi igény az i -dik termékből [Ft/év]

V_{IH} = hazai választékigény
 V_{Ik} = külföldi választékigény

①	$I_{iH} + I_{ik} \cong T_i$	[Ft/év]
②	$V_T \cong V_{IH} + V_{Ik}$	
③	$\sum_{V_I} (I_{iH} + I_{ik}) \cong \sum_{V_I} T_i$	[Ft/év]

B2 Felhasználó oldaláról nyitott

V_{IB} = Hazai választékigény belföldi gyártó részére

V_{II} = Hazai választékigény külföldi gyártó részére

$$V_T < V_I = V_{IB} + V_{II} \quad \text{DE}$$

①	$V_T \cong V_{IB}$	
②	$\sum_{V_I} I_i \cong \sum_{V_I} T_i$	

B3 Gyártó és felhasználó oldaláról nyitott együttműködés

3.2. Eszközök, berendezések, ipari háttér

A fejlesztési elképzelések megalapozásához ismernünk kell az igények kielégítésére alkalmas eszközök választékát, beszerezhetőségét. A távbeszélő célú helyközi távközlő mikrohullámú eszközök iránti eddigi elenyésző igény következménye, hogy az egyébként a szocialista táborban elismert híradástechnikai iparunk e területen felhasználható gyártmányokkal csak a korlátozottan tud a Magyar Posta rendelkezésre állni. Nem számíthatunk megbízható mikrohullámú eszközök szállítására egyetlen szocialista ország részéről sem. Ezzel szemben viszont rendkívül széles választék található a tőkés piacon.

Gyakori téma a magyar híradástechnikai ipari és a Magyar Posta szakemberei között, hogy miért nincs megfelelő választék a távbeszélő célú helyközi távközlő mikrohullámú eszközökből, illetve, hogy a posta miért nem alkalmaz több magyar mikrohullámú berendezést. A témával foglalkozó megbeszélések többsége azzal a megállapítással zárul, hogy a Magyar Posta igényeinek megfelelő távbeszélő célú helyközi távközlő mikrohullámú berendezések választéka nagyon kicsi, másrészt az ipar számára nem jelent gazdaságos vállalkozást a Magyar Posta „elenyésző” volumenű és széles választékú távbeszélő célú helyközi távközlő mikrohullámú eszközök gyártása. Cél-szerű egyszer végiggondolni, hogy a magyar felhasználók igénye a magyar híradástechnikai ipari gazdaságos sorozatnagysága a távbeszélő célú helyközi távközlő eszközökből milyen viszonyban áll egymással és hogyan lehetne egy kedvező arányt elérni.

4. táblázat

Rendelési hányad mutatók hatása a megrendelő és gyártó kapcsolatára

$b_i = \frac{I_{iH}}{I_{iH} + I_{iK}}$	Az i -dik termék rendelési mutatójától függ a megrendelő hatása az i -dik termék jellemzőinek kialakítására	
$B = \frac{\sum I_{iH}}{\sum I_{iH} + \sum I_{iK}}$	A B mutatótól függ a megrendelő hatása a termék választék alakulására	
Rendelés mutatók értékei	A megrendelő hatása a termékre és a termék választékra	
$\frac{b_i}{B} < 0,1$	nincs hatása	a megrendelő kénytelen igazodni a gyártó termékéhez és termék választékához
$0,2 < \frac{b_i}{B} < 0,4$	gyenge	a megrendelő igényeit a gyártó esetenként figyelembe veszi
$0,8 > \frac{b_i}{B} > 0,6$	erős	a megrendelő igényeit a gyártó igyekszik figyelembe venni
$\frac{b_i}{B} > 0,8$	meghatározó	a megrendelő meghatározó a termék és termék választék alakításában

A gyártó és felhasználó harmonikus együttműködésének feltételeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az együttműködés legkedvezőbb formája az, amikor a felhasználó teljes választékigényét (V_f) a gyártó termék választéka (V_T) kielégíti, tehát $V_T = V_f$ és a megrendelő termékenkénti igénye I_i egyenlő, vagy nagyobb a gyártó gazdaságos sorozatnagyságánál (T_i). Az együttműködésnek ezt a szerencsés formáját *zárt együttműködésnek* nevezhetjük. Szerencsés ez a forma, mert egy teljes termékcsaládot gyárthat a gyártó és használhat a felhasználó, ami rendkívüli módon megkönnyíti a gyártást és a felhasználást egyaránt. Zárt az együttműködés azért, mert a megrendelő és gyártó e termékcsalád tekintetében csak egymással áll kapcsolatban. Sajnos ez a kedvező forma csak a legritkább esetekben fordul elő, mert ehhez olyan nagy felhasználóra van szükség, aki minden termékből a gazdaságos sorozatnagyságnak megfelelő igénnyel rendelkezik és olyan gyártóra, aki a megrendelő teljes választékigényét ki tudja elégíteni.

A „szegény” országokban ez a szerencsés együttműködési forma vagy a megrendelő, vagy a szállító eltérő feltételei miatt feltehetően nem, vagy csak nagyon elvétve alakulhatott ki, ami bénítólag hatott a gyártóra, mert nem kapott megfelelő megrendelést és kedvezőtlenül érintette a felhasználót, mert igényeit nem tudta hazai piacról kielégíteni. A szegény országok többségét az is sújtotta, hogy igényeinek külföldről történő kielégítésére devizanehezőségek miatt még gondolni sem lehetett. Ilyen körülmények között a megrendelő is és a gyártó is kénytelen *nyitott együttműködést* kezdeményezni, ami még a legjobb szervezés mellett sem biztosíthatja az azonos termékcsalád nyújtotta gyártási és felhasználói előnyöket. Ilyen esetben a felhasználók szívesebben maradtak a kábeles megoldás mellett, mert annak több évtized alatt kialakult szállítási köre stabilabb együttműködést ígért.

A nyitott együttműködési forma feltételeit a 3. táblázat, az ún. rendelési hányad mutatókat (b_i , B) a 4. táblázat tartalmazza. A gyártó és megrendelő együttműködésének itt ismertett általános feltételeit elfogadva vizsgáljuk meg, hogyan érvényesültek és hogyan érvényesülnek ezek a magyar ipar és a Magyar Posta együttműködésére. A feltételrendszer alkalmazásához ismernünk kellene a magyar híradástechnikai vállalatok gazdaságos sorozatnagyságát. A sorozatnagyságot általában termékszámban szokták kifejezni, de ennek általános felhasználási lehetősége szinte lehetetlen. A probléma áthidalásához — több ipari szakember és közgazdász véleményét meghallgatva — gazdaságos sorozatnagyságnak tekintjük azt a terméket, amely egy adott gyár évi termelési értékének több éven át rendszeresen 6–8%-át kitevő bevételt biztosít. (A szerkesztő megjegyzése: ez a megítélés a felhasználó oldaláról elfogadható. A gyártó oldaláról a megítélés elsősorban technológiai alapon történik.) Más szóval, a vállalatok a magyar viszonyok között 12–16 termékféleség gyártását tekintik kedvezőnek, mert ennél több termékféleség túlzott felszerszámozást és gazdaságtalan gyártást eredményezne, a lényegesen kevesebb termékféleség pedig az esetleges megrendelői igények erős ingado-

A magyar ipar gazdaságos sorozatnagysága és a Magyar Posta távbeszélő célú mikro igényének viszonya a múltban és a jelenben

$$T_i = 0,06 - 0,08 \text{ TÉ [MFt/év]}$$

TÉ = egy vizsgált gyár évi termelési értéke [MFt/év]

A mikrohullámú berendezéseket gyártó magyar vállalatok évi termelési értéke

$$TÉ = 3 - 4 \text{ MFt/év}$$

$$T_i = 180 - 320 \text{ mFt/év}$$

A Magyar Posta távbeszélő célú mikro termékválaszték igénye

$$V_I = 6 - 8 \text{ termék}$$

A zárt harmonikus együttműködéshez szükséges postai rendelésállomány

$$\sum_{VI} T_i = 1,08 - 2,56 \text{ MFt/év}$$

A Magyar Posta eddigi rendelésállománya

$$\sum_{VI} I_i = 10 - 100 \text{ mFt/év}$$

A zárt harmonikus együttműködés feltételei nem teljesülnek

$$\sum_{VI} I_i < \sum_{VI} T_i$$

$$I_i < T_i$$

A nyitott együttműködés rendelési hányad mutatói nagyon kicsik

$$b_i < 0,1$$

$$B < 0,1$$

zása miatt bizonytalanná tenné a termelési színvonal tartását.

A magyar ipar és a Magyar Posta együttműködés feltételrendszerének alakulását az 5. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a zárt harmonikus együttműködés feltételei nem teljesülnek, mert a Magyar Posta eddigi igénye közel egy nagyságrenddel elmaradt az ipar gazdaságos sorozatnagyságához szükséges volumentől. A Magyar Posta még egyetlen termékféleségből sem tudott olyan volument rendelni, ami megfelelt volna a gyártó gazdaságos sorozatnagyságának. Ilyen körülmények között érthető, hogy a magyar gyártók nem fejlesztettek ki megfelelő számú termékváltozatot, hisz többszöri kezdeményezésük eredményeként kifejlesztett termékek is elsősorban külföldön találtak megrendelőre. Ugyanakkor a Magyar Posta megfelelő hazai termékválaszték hiányában még azt a néhány berendezést sem tudta hazai piacról beszerezni, amit a kábellel megoldhatatlan körülményű átviteli igények megköveteltek volna.

Az igények külföldi piacról történő kielégítését — egy-két jelentéktelen esettől eltekintve — a devizaproblémák nem tették lehetővé. A korábbiakban említett kapacitás „vesztésünk” jelentős részben az itt ismertetett tények egyenes következménye volt.

Jogosan vetődik fel a kérdés, hogy létezik-e olyan

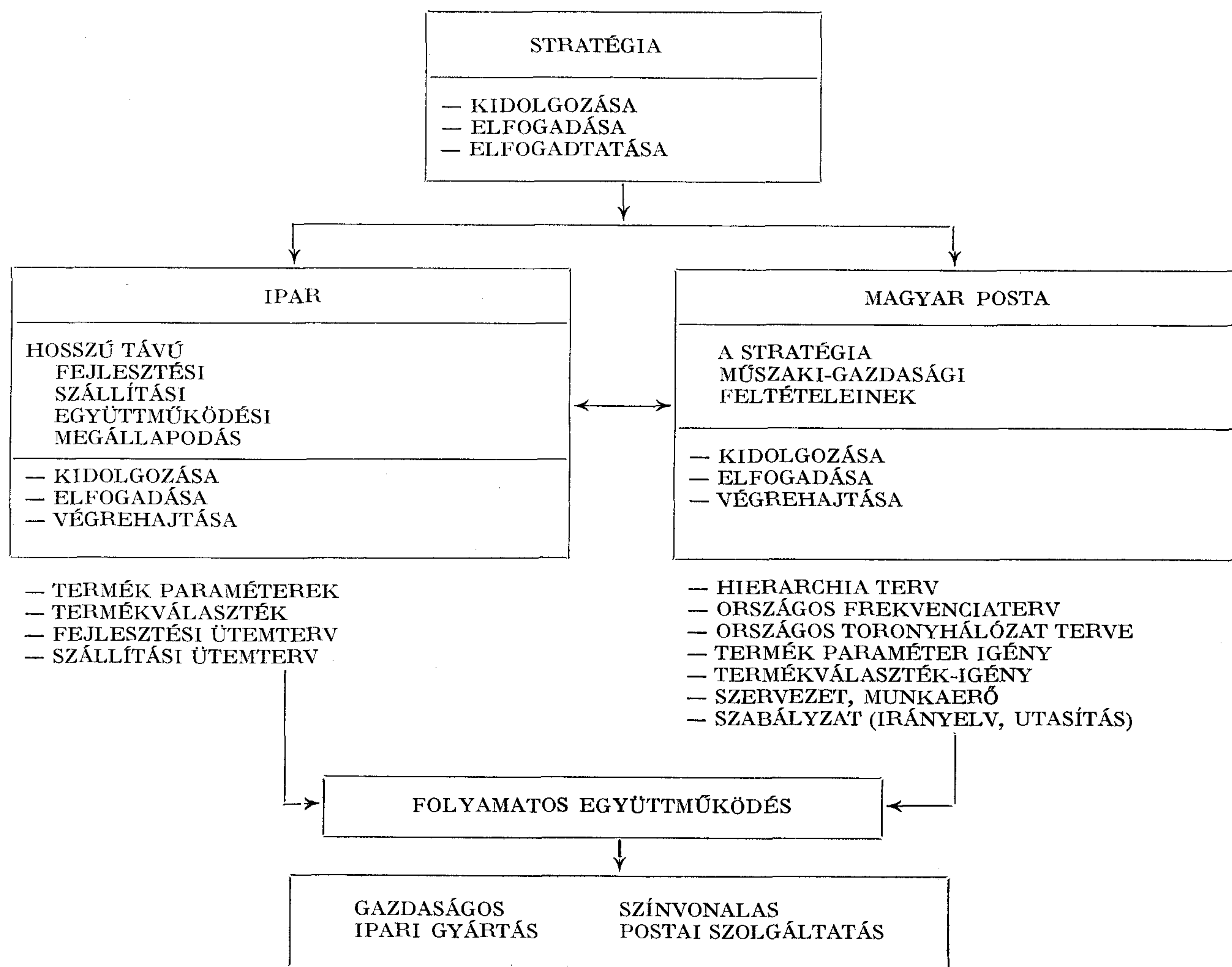
6. táblázat

A magyar ipar gazdaságos sorozatnagysága és a Magyar Posta távbeszélő célú mikro igényének viszonya a fejlesztési stratégia függvényében

Tételezzük fel, hogy a Magyar Posta távbeszélő hálózatának átviteli kapacitásának fejlesztésére a jövőben évi átlagban 1—2 MdFt-ot tud fordítani.

Stratégia		$\sum_{VI} I_i$ [MFt/év]	b_i	B
①	$\Delta N = 90\% \text{ V+}$ $+ 10\% \text{ VN}$	100—200		$0,03 < B < 0,27$
②	$\Delta N = 70\% \text{ V+}$ $+ 30\% \text{ VN}$	300—600		$0,11 < B < 0,55$
③	$\Delta N = 60\% \text{ V+}$ $+ 40\% \text{ VN}$	400—800		$0,15 < B < 0,74$
A zárt harmonikus együttműködés feltételei a reálisnak ítélt stratégiák mellett nem érhetőek el, de a rendelési hányad mutatók igen kedvező értékeket érhetnek el				
Zárt harmonikus együttműködés feltétele csak az alábbi stratégiával volna elérhető				
④	$\Delta N = 30\% \text{ V+}$ $+ 70\% \text{ VN}$	700—1400		

A MIKROHULLÁMÚ BERENDEZÉSEKNEK A MAGYAR POSTA TÁVBESZÉLŐ HÁLÓZATÁBAN TÖRTÉNŐ TÖMEGES FELHASZNÁLÁSÁHOZ ELVÉGZENDŐ LEGFONTOSABB FELADATOK



6. ábra

reális fejlesztési stratégia, ami biztosíthatná a zárt, harmonikus együttműködést a magyar ipar és a Magyar Posta között? A különböző fejlesztési stratégiákhoz tartozó eredményeket a 6. táblázatban foglaltuk össze.

Bármennyire is szomorú, meg kell állapítanunk, hogy az elkövetkező 5–10 évben még a legmerészebb, reális fejlesztési stratégia mellett sem éri el a Magyar Posta fizetőképes igénye a magyar ipar gazdaságos sorozatnagyságát biztosító szintet. Ahhoz, hogy a magyar ipar gazdaságos sorozatnagyságához közeli rendelése legyen a Magyar Postának, olyan fejlesztési stratégia kellene, melyben az új kapacitások több, mint 70%-a mikrohullámú eszközökkel épülne ki. Ez a fejlesztési stratégia az elkövetkezendő 5–10 évben irreális mind a Magyar Posta, mind a magyar ipar szempontjából. Feltételezve, hogy a Magyar Posta rendelkezne a teljes választékigényének gazdaságos sorozatnagyságához szükséges fedezettel, az igényét a magyar ipar még sem tudná kielégíteni, mert nem áll a rendelkezésére megfelelő termékválaszték.

Az elmondottakból az következik, hogy a magyar ipar és a Magyar Posta zárt harmonikus együttmű-

ködési feltételeit csak hosszú távú kölcsönös együttműködéssel lehet megteremteni, melyhez mindenképp a Magyar Postának kell megfelelő fejlesztési stratégiát kialakítani, melynek teljesítéséhez az ipar megfelelően felkészülhet.

4. Összefoglalás

A mikrohullámú rendszerek távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatában történő felhasználásának korábbi és mai feltételeit megvizsgálva megállapítható, hogy az eddigi alacsony részarány részben objektív, részben szubjektív okokra vezethető vissza. A mikrohullámú rendszerek kényszerű mellőzése következtében távbeszélő célú helyközi távközlő hálózatunk összetétele nem mondható egészségesnek. Az egészséges fejlődés érdekében jelentős mértékben csökkenteni kell az objektív akadályozó tényezőket és meg kell szüntetni a szubjektív akadályokat. E feladat végrehajtásához azonban nem elegendő elrendelni, hogy minden összeköttetés tervezésekor vizsgálni kell a vezetékes és vezeték nélküli megoldást egyaránt, mert a jelenlegi feltételek mellett egy ilyen

vizsgálat nem eredményezi a vezetékek nélküli eszközök részarányának növelését, mivel a feltételek nem állnak rendelkezésre.

Annak érdekében, hogy a mikrohullámú rendszerek alkalmazásának előnyeit valóban hasznosítani tudjuk, olyan kiemelt akcióprogramra van szükség, mely megteremti a mikrohullámú eszközök széles körű alkalmazásának berendezés oldali és munkaerő oldali feltételeit.

A kiemelt akcióprogram legfontosabb feladatait a 6. ábrán foglaltuk össze. Meggyőződésünk, hogy a mai kedvezőtlen helyzetből csak egy jól előkészített és végrehajtott kiemelt akcióprogram vezethet el a magyar ipar és a Magyar Posta olyan harmonikus együttműködéshez, mely egyaránt szolgálja azt a közös célt, hogy a magyar ipar gazdaságosabban tudjon gyártani és a Magyar Posta színvonalasabb szolgáltatást tudjon nyújtani.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

**A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége
országos szervekkel közösen pályázatot hirdet**

**„ÉSSZERŰ ANYAG- ÉS ENERGIATAKARÉKOSSÁG
MEGVALÓSÍTÁSA, MELLÉKTERMÉK
ÉS HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA”**

címmel.

**Cím: MTESZ Szakértői Iroda, Budapest, Kossuth Lajos tér 6—8. 1055
Telefon: 533-058**

**A pályázatok benyújtásának alaki és egyéb feltételeire
a Szakértői Iroda ad felvilágosítást.**

Ugyanitt kapható a részletes pályázati felhívás.

Elektronmikroszkópia és diffrakció

ZSOLDOS LEHEL

MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A félvezető eszközök kémiai és szerkezeti inhomogenitásai és az ezekkel összefüggő lokális tulajdonságok vizsgálata számára az elektronmikroszkópia sokoldalú, mással nem pótolható vizsgálati lehetőséget jelent, de ennek kihasználásához a mikroszkópi képen túlmenően messzemenően támaszkodni kell a korszerű elektronmikroszkópia segítségével egyidejűleg elérhető egyéb információkra (diffrakciós kép, lokális kémiai összetétel stb.). A dolgozatban néhány példa közvetítésével mutatjuk be, hogy milyen jellegű információkat kaphatunk a transzmissziós és pásztázó elektronmikroszkópia segítségével és mi a fejlődés iránya.

Bevezetés

A mintát érő elektronbesugárzás sokféle „válaszjelet” kelt, amelyek mind adhatnak információt a minta lokális tulajdonságairól. A legfontosabbak ezek közül a rugalmasan és rugalmatlanul szórt elektronsugárzás, a szekunder elektronok, a karakterisztikus röntgensugárzás, töltéshordozó keltés stb.

A klasszikus transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) ezek közül a *szórt sugárzást* használja fel leképezésre úgy, hogy kiterjedt tárgyrészt világít meg és — többnyire mágneses lencsékkel — az egy pontból különböző irányokban haladó hullámokat nagyjából fázishelyesen újból *egyesíti*, a képsíkban. Az összes szórt hullám azonban nem vesz részt a leképezésben (többek közt a lencsék leképezési hibái miatt sem), és a kép természetesen függ attól, hogy a szórt hullámok közül melyeket használtuk fel a kép előállításához. Ezért (a lenyomat vizsgálatoktól eltekintve) a képek értelmezéséhez ismernünk kell a vizsgált területről származó *diffrakciós képet* is, és nem egy esetben ennek alapján tudatosan úgy választjuk ki a leképezésben részt vevő sugarakat, hogy azzal a számunkra fontos információkat kiemeljük [1, 2].

Merőben más a pásztázó (scanning) leképezési rendszer, amelynél jól fókuszált elektronnyaláb ($\varnothing \leq 5$ nm), tapogatja le *pontról pontra* a mintát és a válaszjelek valamelyikével (többnyire a szekunder elektron hozammal) modulálja, pl. egy képcsőben, a letapogató nyalábbal együtt futó elektronnyaláb intenzitását. A nagyítást itt egyszerűen a mintát, ill. a képernyőt végigpásztázó elektronnyalábok elterítésének aránya adja meg. Hallatlan előnye a rendszernek az elektronikus jelfeldolgozásból adódó manipulálhatóság és a sokféle felhasználható válaszjel [2, 3].

Megjegyezzük, hogy a pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) ötlete már a 30-as években megjelent, de a

ZSOLDOS LEHEL

egyetemi tanulmányait az ELTE fizikus szakán fejezte be 1955-ben. 1954-től 1976-ig az ELTE szilárdtestfizikai tanszékének oktatója. Itt röntgen-diffrakciós szerkezetkutatással és kristályhibák vizsgálatával foglalkozott. 1965-ben „a fizikai tudo-

mány kandidátusa” fokozatot szerzett. A diszlókációkról dr. Kovács Istvánnal együtt írt, 1965-ben megjelent könyvét 1973-ban a Pergamon Press is kiadta. 1976 óta az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében a Szerkezetkutatási Főosztály vezetője.

használható berendezések elterjedéséhez fejlettebb elektronikai technológia kellett. Ennek kialakulása után azonban rohamosan terjedt el, amiben természetesen szerepe volt annak is, hogy gyakorlatilag bármilyen, akár viszonylag nagy méretű minta is vizsgálható vele, de talán még fontosabb, hogy a nagy mélységélességű, többnyire „plasztikus” kép közepebb áll a mindennapi életben megszokott tárgyak képéhez.

A pásztázó elektronmikroszkóp sikerét követően a pásztázó leképezés elve tovább terjedt. Hamarosan megjelent a transzmissziós elektronmikroszkópiában (STEM), új lehetőségeket kínál az optikai mikroszkópiában, a pásztázó akusztikus mikroszkópia pedig ma már széles körben terjedő vizsgálati módszernek tekinthető. (Bár felbontóképessége csupán néhány μm , a mikroelektronikai technológia számára fontosnak tűnik, hiszen vele az egyéb mikroszkópos módszerek számára át nem látszó tárgyak mélységi szerkezete is vizsgálható. Mélységi és laterális felbontása összemérhető.)

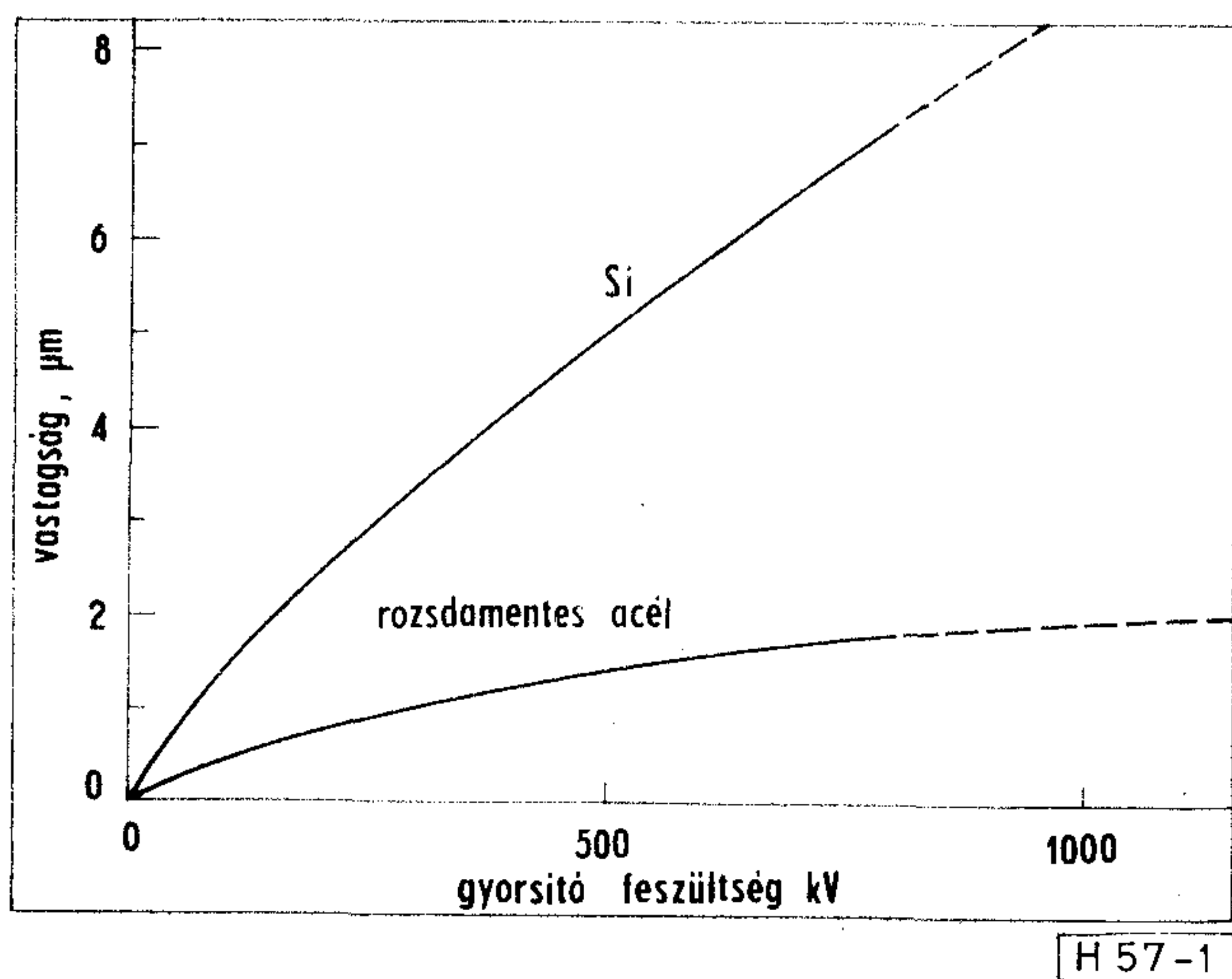
Az alábbiakban, elsősorban saját vizsgálatainkból vett példák segítségével, próbáljuk érzékeltetni, hogy

- milyen jellegű információkat kaphatunk,
- mik ennek korlátai és milyen veszélyek jelentkezhetnek a mikroszkópos képek interpretálásánál,
- mik a fejlődés várható irányai?

Transzmissziós elektronmikroszkópia

Felbontóképessége (néhány tized nm) a technológiai célú vizsgálatokat ma bizonyosan kielégíti, komoly hátrányt jelent viszont, hogy a szokásos 100 kV gyorsító feszültség mellett így csak nagyon vékony, többnyire 0,5 μm -nél vékonyabb minták vizsgálhatók (1. ábra). Ennek megfelelően a vizsgálatnak kritikus lépése a megfelelő minta előkészítése (egyenle-

Beérkezett: 1985. V. 2. (Λ)



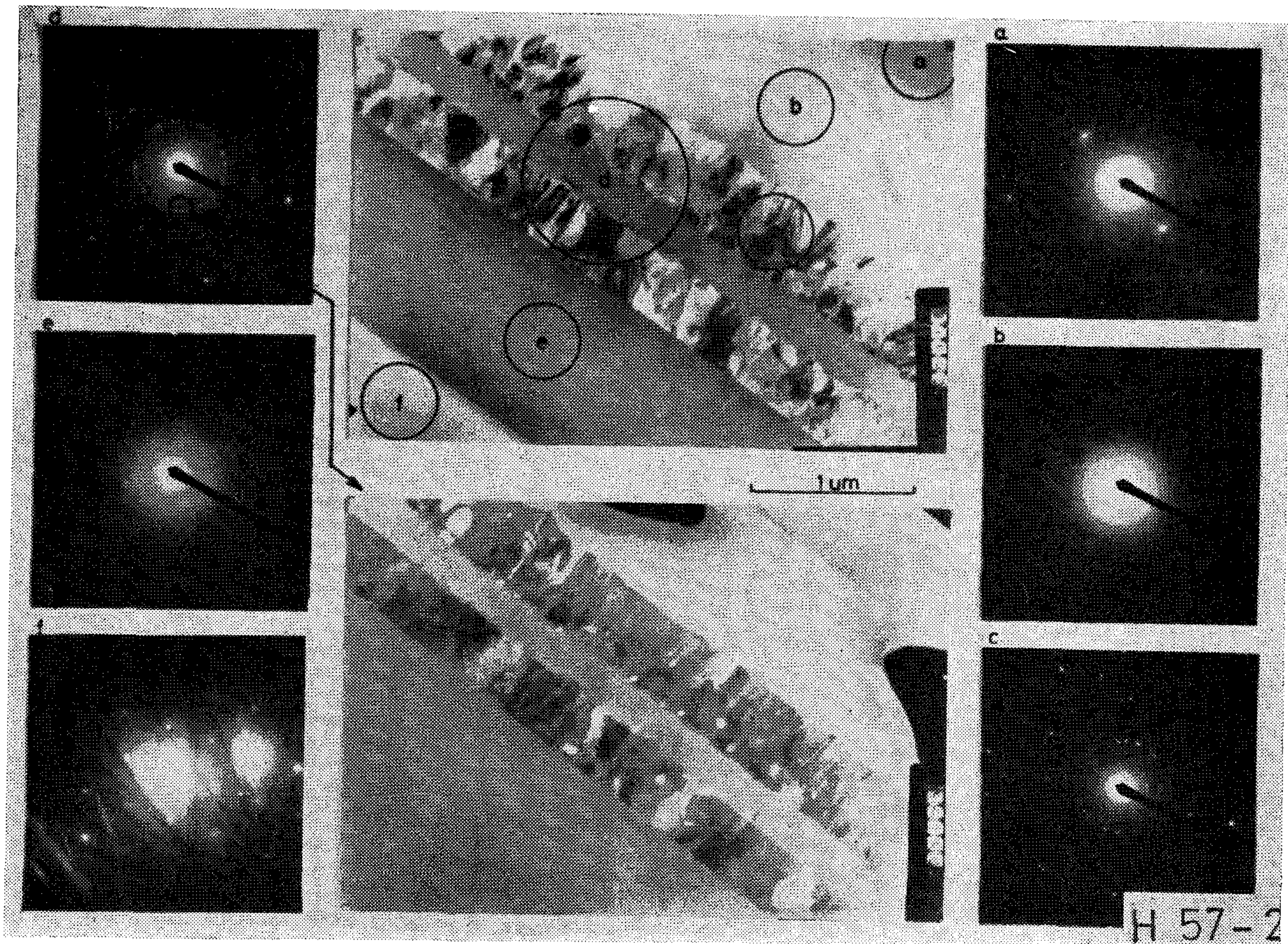
1. ábra. Az elektronmikroszkóppal átvilágítható legnagyobb mintavastagság a gyorsító feszültség függvényében

tes, kis vastagság, lehetőleg nagy területen, műtermékektől mentesen, a minta kívánt részén). Ma már mód van arra, hogy a kémiai inhomogén szerkezetű félvezető áramkörökből, a szelet felületére merőleges metszetről készítsünk 100 μm átmérőjű területen is jól átvilágítható mintákat. A 2. ábra egy MOS szerkezet keresztmetszeti képét mutatja be.

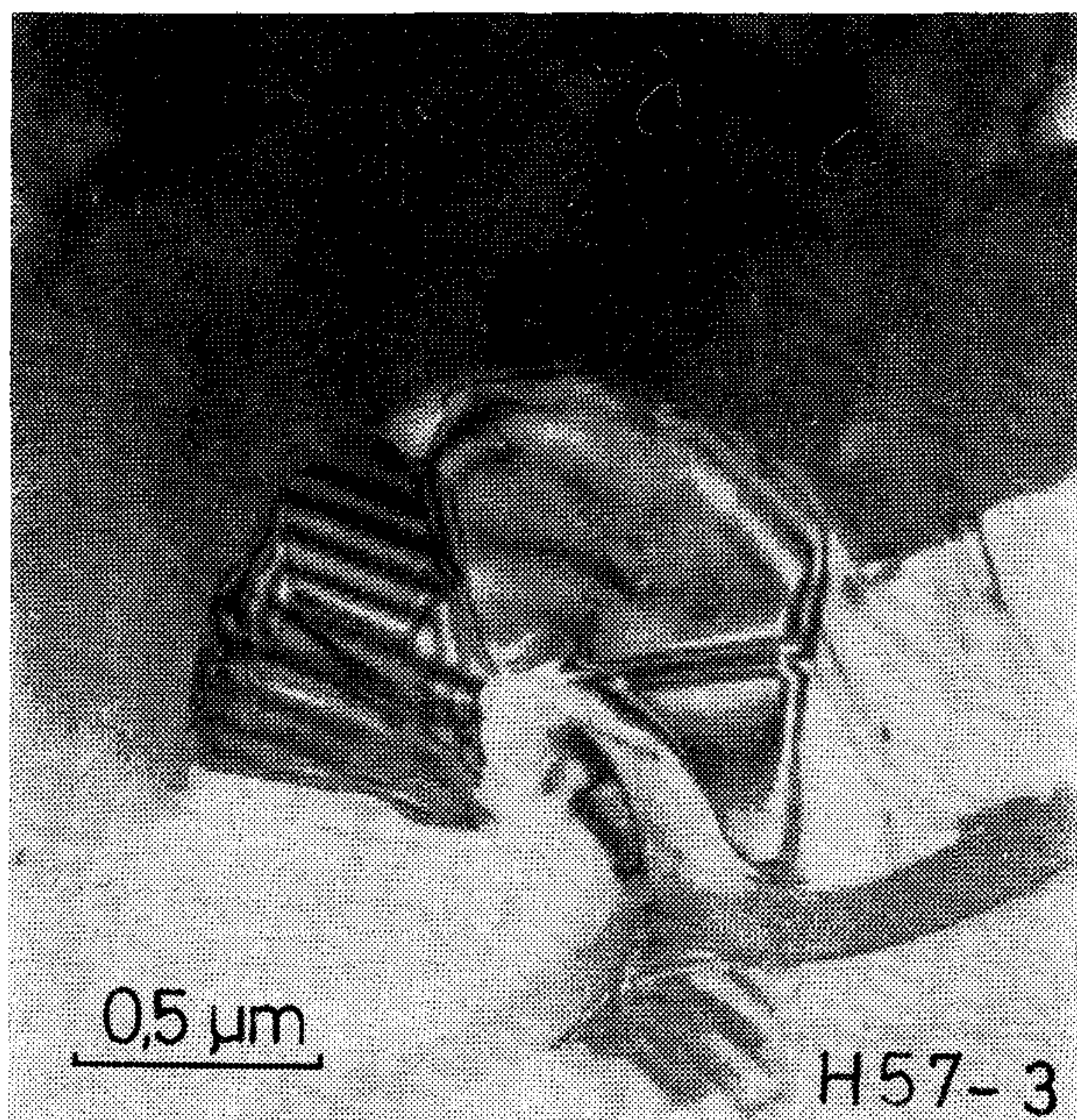
A sötét és világos részletek itt nem azt jelentik, hogy a minta jobban, vagy kevésbé átlátszó (pl. azért, mert ott vékonyabb v. vastagabb), hanem, hogy az érintett térfogat elem szerkezetétől és kristálytani irányításától függően, mennyire szórja a megvilágító sugárzást. Jól látható ez a világos (felső) és sötét (alsó) képet összehasonlítva; a poli-Si szemcsék kontrasztja a két képen sok helyen komplementer, mert amelyik szemcse jelentős intenzitással járul hozzá a diffrakciós maximumhoz, annak részesezése az 0. rend intenzitásában kisebb. Csupán az amorf vagy hibátlan egykristály részek adnak szerkezet nélküli képet, jelezve azt is, hogy a minta vastagsága valóban meglehetősen egyenletes. A diffrakciós kép azonban még további információkat is hordoz. Segítségével meghatározható az érintett tárgyrészlet szerkezete is. Lényegében ez teszi lehetővé az egyes rétegek azonosítását.

Az ilyen keresztmetszeti vizsgálatok sokféle technológiai eredetű hibát deríthetnek fel. A 3. ábra egy hasonló kép kinagyított részlete, amely a poli-Si rétegből messze kinőtt tűkristályt mutat. (Ez a növekedési forma más anyagoknál is előfordul.) Ez szélsőséges eset, kisebb kiemelkedések is már károsak lehetnek. Ha azonban viszonylag ritkán fordulnak elő, sok minta részletet kell átvizsgálni kimutatásukhoz, hiszen az átvilágított vastagság — azaz a megvizsgált térfogat — kicsiny.

Keresztmetszeti vizsgálatból származik következő



2. ábra. MOS etszt szerkezet keresztmetszetének transzmissziós elektronmikroszkópos képe, világos (felül) és sötét látóterés megvilágításban (alul), a megjelölt részek diffrakciós képével együtt. A rétegek sorrendje a jobb felső sarokból kezdve: Al, SiO_2 , poli-Si, SiO_2 , poli-Si, SiO_2 , Si. A sötét látóterű kép a bal felső diffrakciós képen kis körrel körülhatárolt sugarak felhasználásával készült (Barna Á. felvétele)



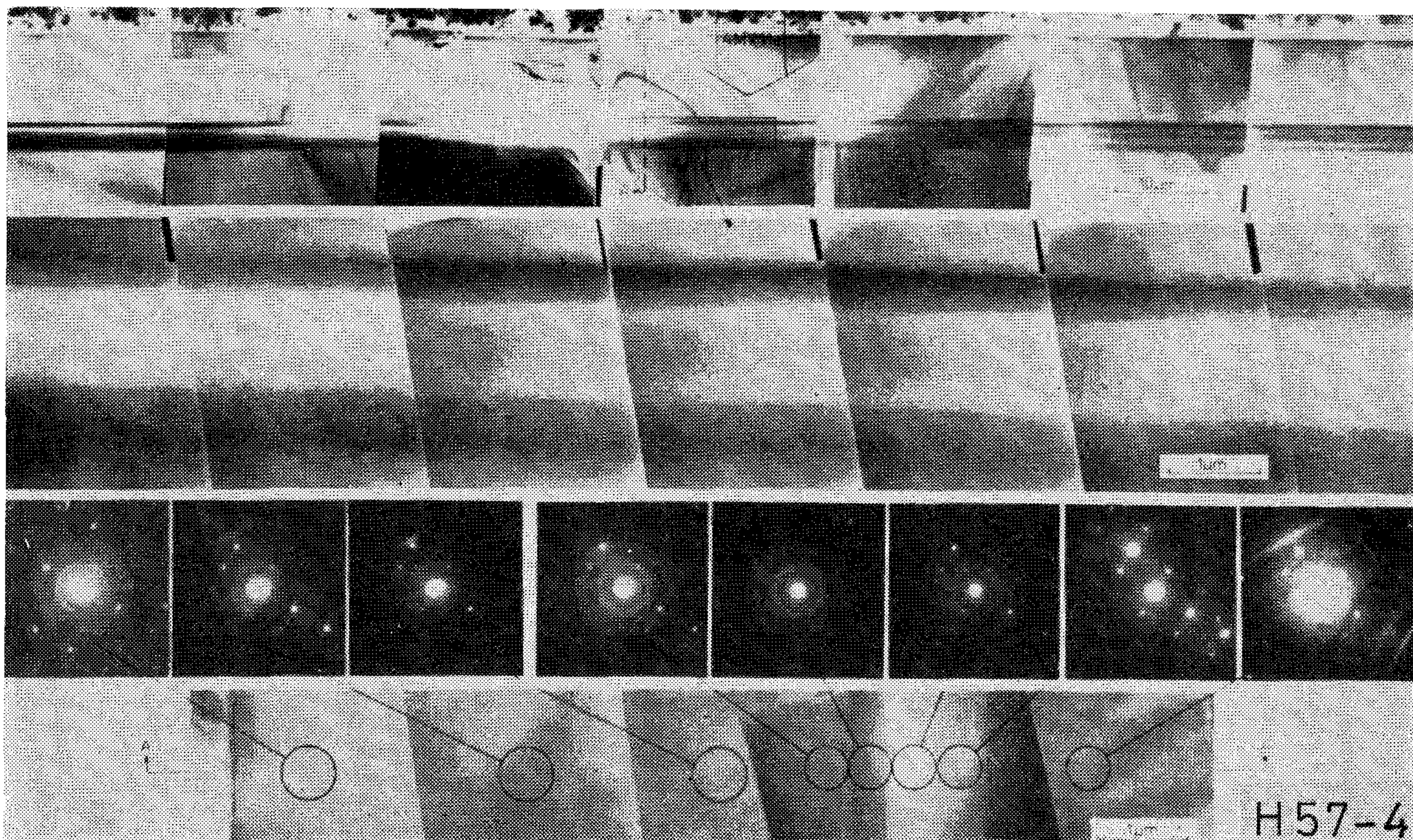
3. ábra. Tűkristályszerű kinövés MOS szerkezetben a poli-Si rétegből (Barna Á. felvétele)

példánk is, a sugárzási károsodás mélységi eloszlása Si-ban, 4 MeV-os He^+ ionokkal való bombázás hatására (4. ábra). Látjuk, hogy a mélység növekedésével más-más károsodott szerkezet jön létre, de ezek jellegét ismét csak a diffrakciós kép tárja fel. Kívülről befelé haladva először fokozatosan romló egykristályt találunk, és egyre nagyobb súllyal megjelenő polikristályos fázist, míg végül a szerkezet (a felső sötét sávban) amorffá válik. Az ezt követő világos sávban

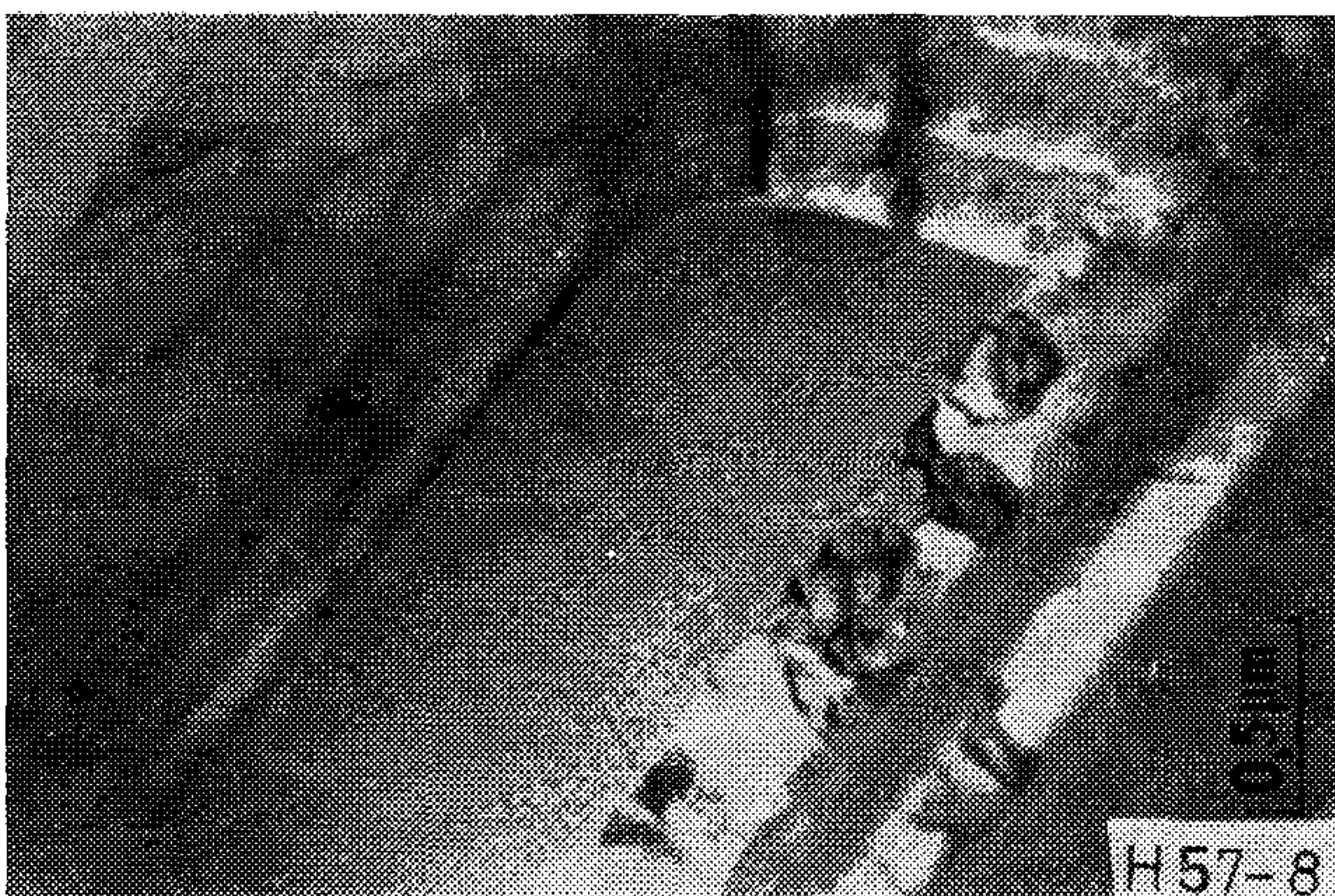
a sugárzási károsodás már kisebb (újából előjönnek az egykristály reflexiók), de apró buborékok jelennek meg. (Itt fékeződtek le teljesen az implantált He^+ -ionok.) Végül az alsó sötét csík után a hibátlan kristályra jellemző diffrakciós képet kapjuk. Ez a rész már nem sérült.

Érdeemes még néhány szót szólni a 4. ábrán megjelenő egyéb kontraszt hatásokról is. Főként a felső sorban számos görbe vonalat látunk, de hasonló vonalas szerkezete van a 3. ábrán is a poli-Si néhány szemcséjének. Ez tisztán diffrakciós effektus és nem jelenti azt, hogy az anyagban itt bármilyen kémiai vagy szerkezeti inhomogenitás lenne. A szórt sugárzás intenzitása ui. oszcillál mind az anyagban megtett út, mind az ideális reflexiók helyzettől való eltérés függvényében. Ennek megfelelően kétféle görbesereg is megjelenhet a képeken („egyenlő vastagság” és „egyenlő orientáció”), de ezek eredete egyértelműen tisztázható. A 3. ábrán túlnyomó részt vastagság kontrasztot látunk, a 4. ábra változó görbe vonalai pedig orientációs eredetűek.

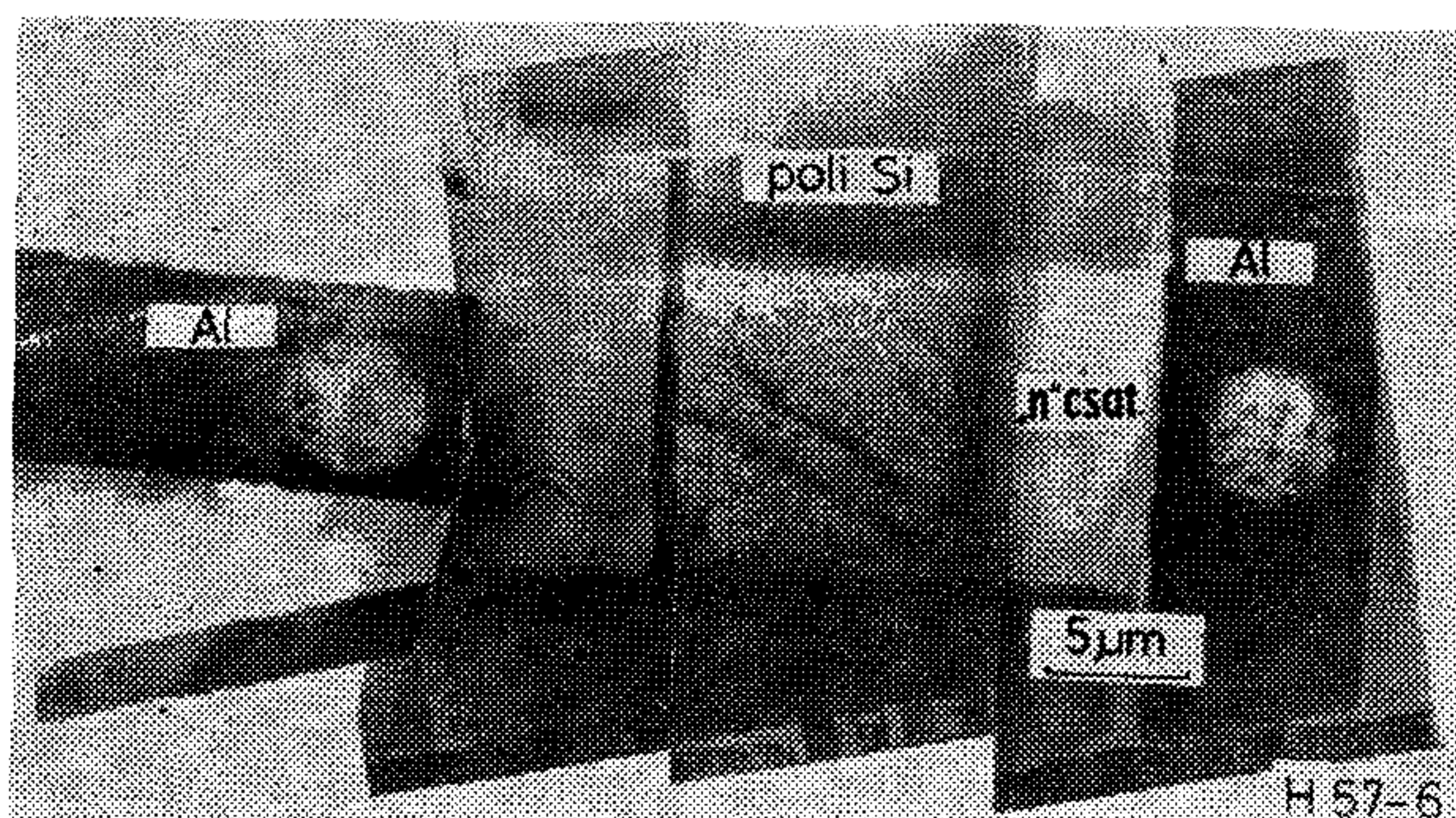
Előfordulhat természetesen, hogy a mintakészítés során alakul ki olyan szerkezet, amely a vizsgálandó anyagra egyébként nem jellemző. Erre figyelni kell! Gyakori pl. az egyenetlen vékonyítás (esetleg oszcilláló vastagságot eredményezve), amely a fentiek értelmében határozott kontrasztot adhat, vagy idegen fázis(ok) megjelenése a minta felületén. Az 5. ábra az utóbbira mutat példát. Az ionsugarasan vékonyított mintán viszonylag nagy lyuk keletkezett, és ezen keresztül a minta környezetéből idegen anyag porlódott vissza a minta hátoldalára. A diffrakciós kép vizsgálata ilyen jelenségek okának felderítésében is segítséget jelent.



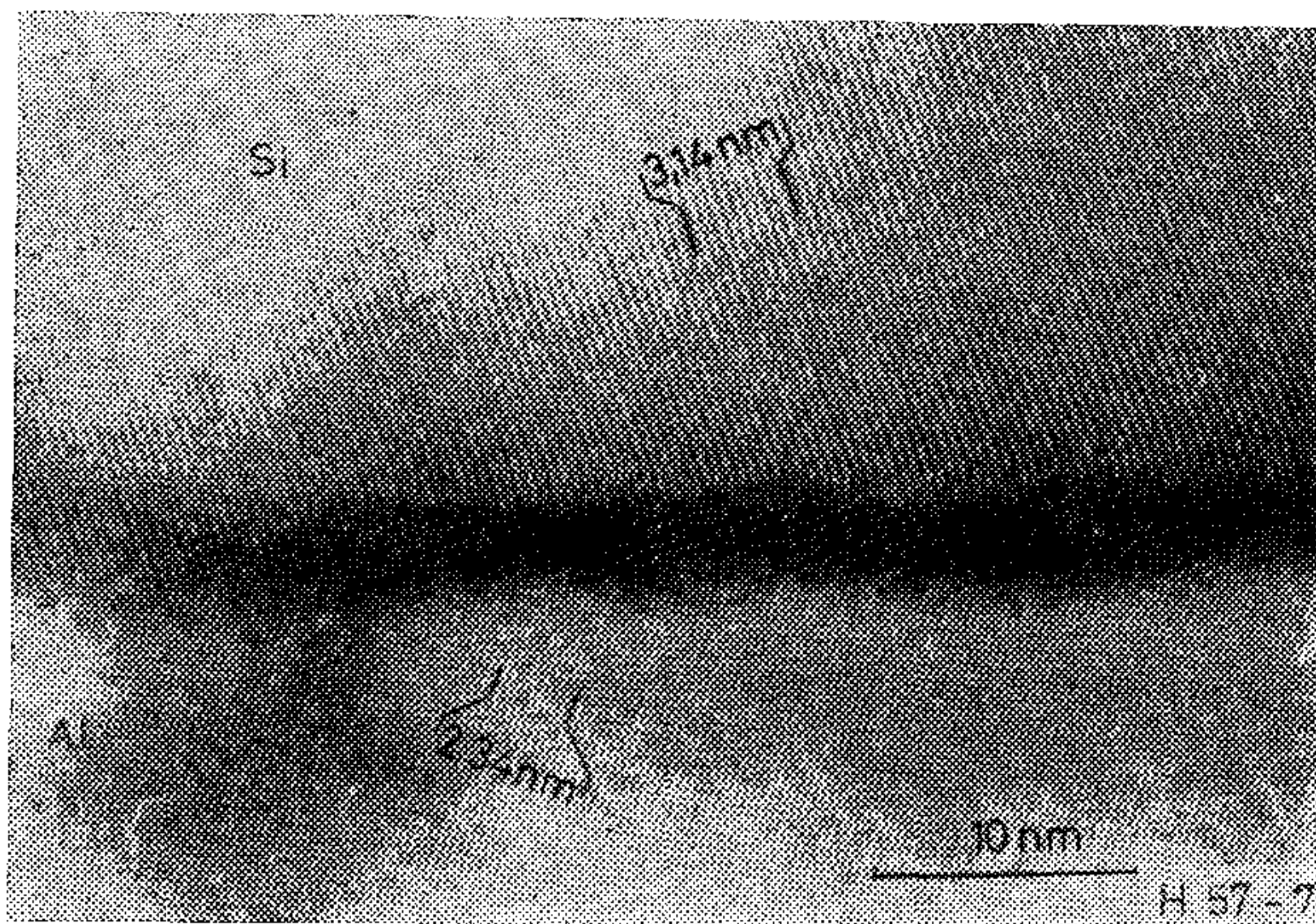
4. ábra. 4 MEV energiájú He^+ ionokkal implantált Si keresztmetszeti képe. Az implantálás a felső szél felől történt. A nagyobb területet átfogó áttekintő kép alatt a középen bekeretezett részlet nagyítása látható, legalul pedig az A—A függőleges vonal menti nagyítás, a jelölt területek diffrakciós képeivel együtt



5. ábra. Ionsugaras vékonyítás közben a hátoldalra visszaporló anyag kiválásokhoz hasonló kontrasztot ad (Barna Á. felvétele)



6. ábra. Tranzisztor képe, nagyfeszültségű transzmissziós elektronmikroszkóppal (Barna Á. felv., az NDK TA Halle-i Szilárdtestfizikai és Elektronmikroszkópiai Intézetében)



7. ábra. Si-Al határfelület rácsfelbontásos képe (Sáfrán Gy. felvétele)

Az eddig bemutatott példákban a „klasszikus” transzmissziós elektronmikroszkópiát használtuk fel. A vizsgálati módszer továbbfejlődése ma három irányban halad [4]:

- analitikai elektronmikroszkópia,
- nagyfeszültségű elektronmikroszkópia,
- nagy- (rács-) feloldású elektronmikroszkópia.

Az *analitikai elektronmikroszkópia* — a pásztázó mikroszkóphoz hasonlóan, de a vékony minta miatt nagyobb felbontással — a kibocsátott röntgen-

sugárzást stb. felhasználva ad egyidejűleg, elsősorban lokális kémiai összetételt, vagy esetleg elektron-indukált áram (EBIC = electron beam induced current) eloszlást stb.

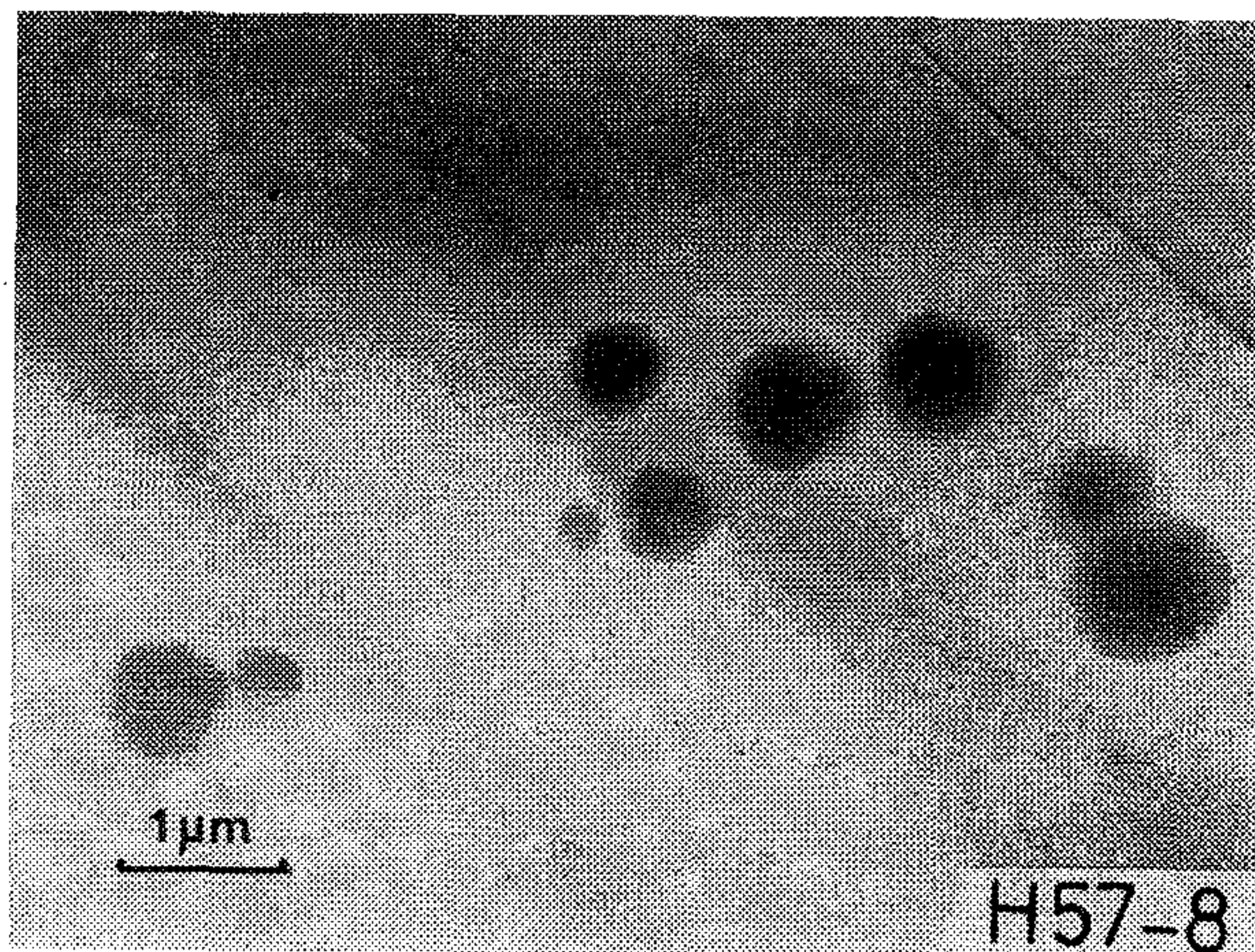
A *nagyfeszültségű elektronmikroszkópia* — 500 kV — 3 MV gyorsító feszültséggel — a viszonylag vastag minták vizsgálatát teszi lehetővé, amelyek viselkedése már a tömör anyagra jellemző. 1 MV gyorsító feszültséggel már akár teljes tranzisztor szerkezet is átvilágítható (6. ábra, természetesen a hordozót el kell vékonyítani). Nem egyszerű feladat, de ma már megoldható előre kiválasztott tranzisztor vizsgálata is.

A *nagyfeloldású elektronmikroszkópia* ma képes atomi méretű részletességgel leképezni a vizsgált szerkezetet. Természetesen ez a minta előkészítésénél is fokozott követelményekkel jár. Elsősorban hibák és határfelületek atomos szerkezetének tanulmányozására alkalmas (7. ábra). Ilyen módon eredményesen vizsgálták pl. szennyező atomok csoportosulása körül kialakuló hibaszerkezetet, a diszlokációk magjának szerkezetét és kimutatták, hogy lehet sokszáz atomátmérő kiterjedésében atomosan sík, hibátlan epitaxiás határfelületeket is létrehozni.

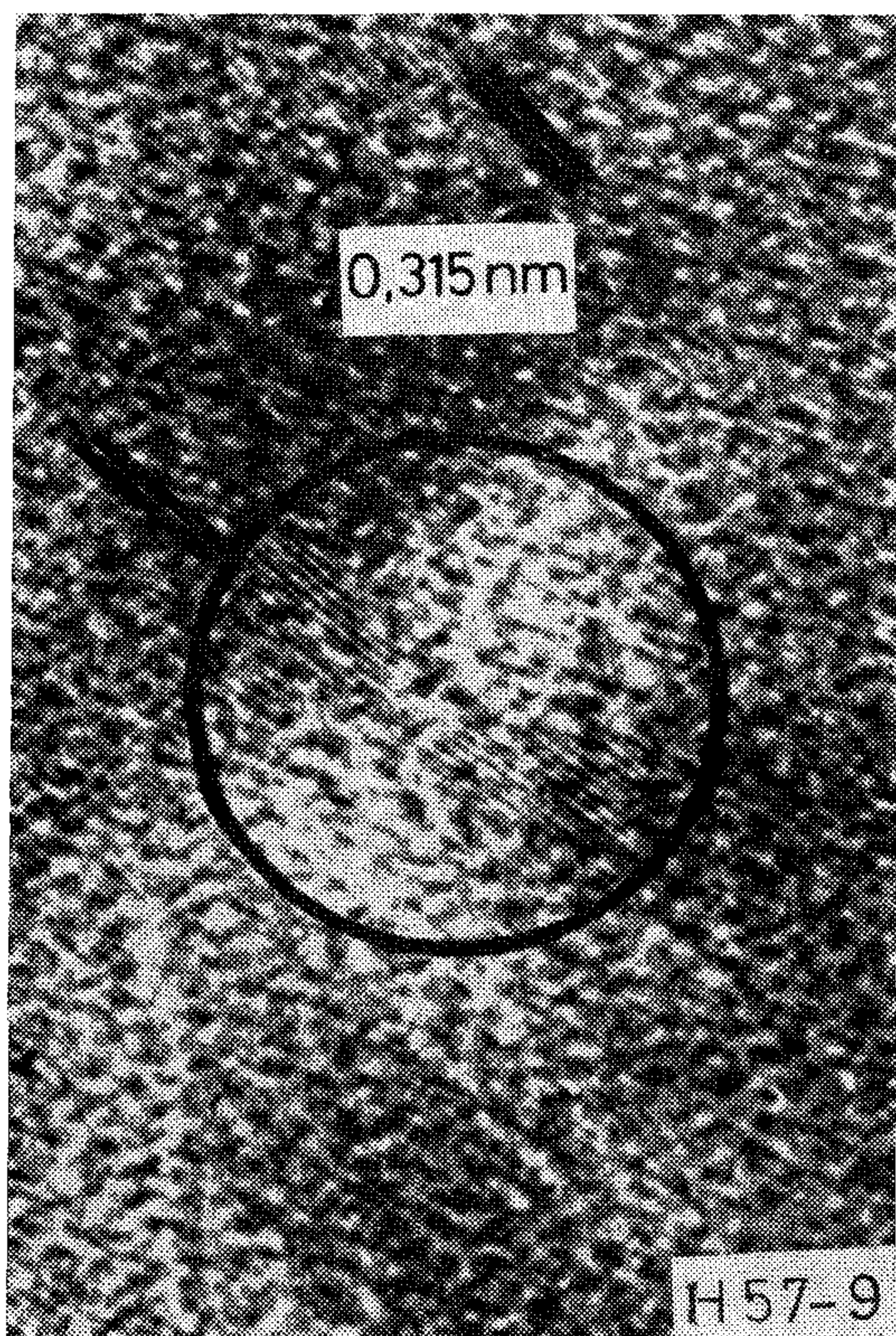
Záró példánkban [5] mindhárom technikát alkalmazni kellett.

MOS eszközök aktív zónájában talált mikroplazma letöréseket nagyfeszültségű elektronmikroszkóppal vizsgálva, azt találták, hogy ez mindig kis kiválásoknál (8. ábra) következik be, a kiválások pedig a B-ral adalékolt tartományban vannak. Az energiadiszperzív röntgen mikroanalízis idegen elemet nem mutatott ki. (Ezekre a kis rendszámú elemekre ez a Be ablak miatt nem érzékeny!) Ezzel szemben Auger-elektron spektroszkópia — nem lokalizáltan (!) — N, O és C jelenlétét mutatta. Rácsfeloldású elektronmikroszkópiával pedig a „kiválásokban” polikristályos szilíciumot találtak (rácsmérete alapján azonosítva, 9. ábra).

A 0,2–0,8 μm átmérőjű kiválásokban, a transzmissziós elektronmikroszkópra szerelt hullámhossz-diszperzív spektrométerrel, 0,1–0,2 μm laterális felbontással, végül is az oxigént egyértelműen ki lehetett mutatni (0,6 μm méretű kiválásra kb. 30×10^{-16} g), a bór és nitrogén mennyisége ezekben a kb. 5×10^{-17} g-os kimutathatósági határ alatt maradt.



8. ábra. „Kiválások” MOS áramkör bórral adalékolt tartományában [5]



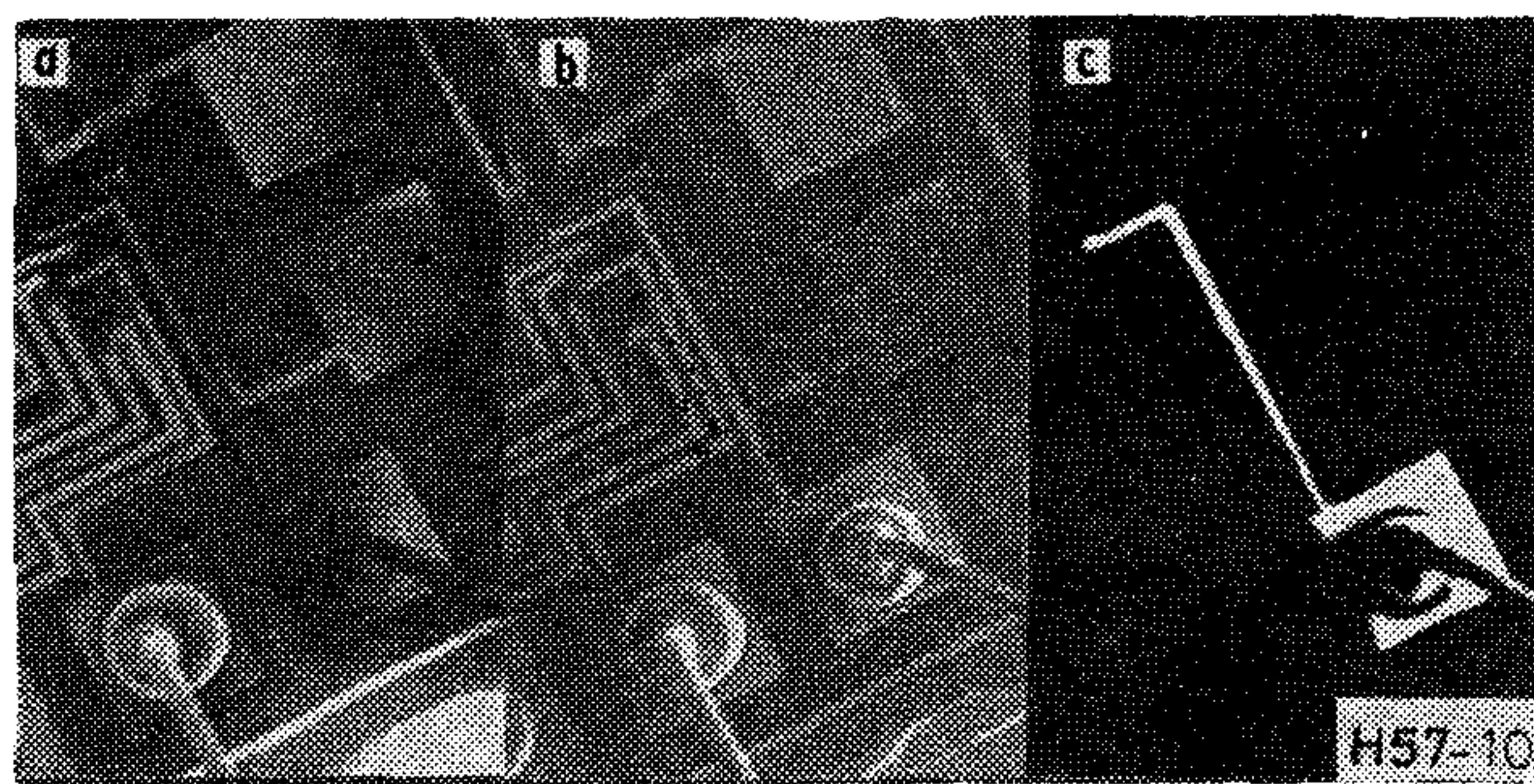
9. ábra. Egy „kiválás” részlete rácsfelbontású képen. A Si-ra jellemző rácsállandójú térfogatelemek orientációja kissé különbözik egymástól [5]

Pásztázó elektronmikroszkópia

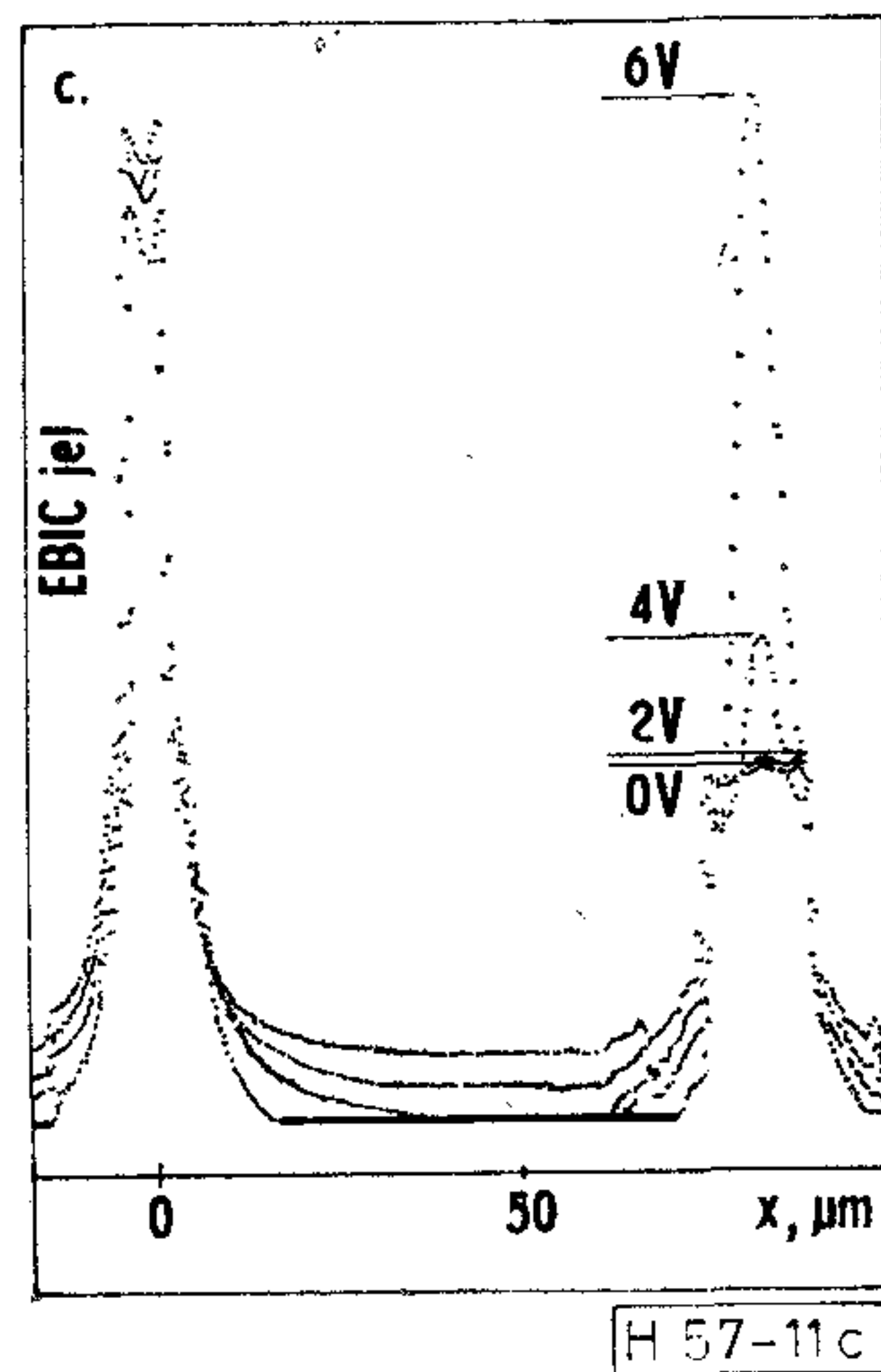
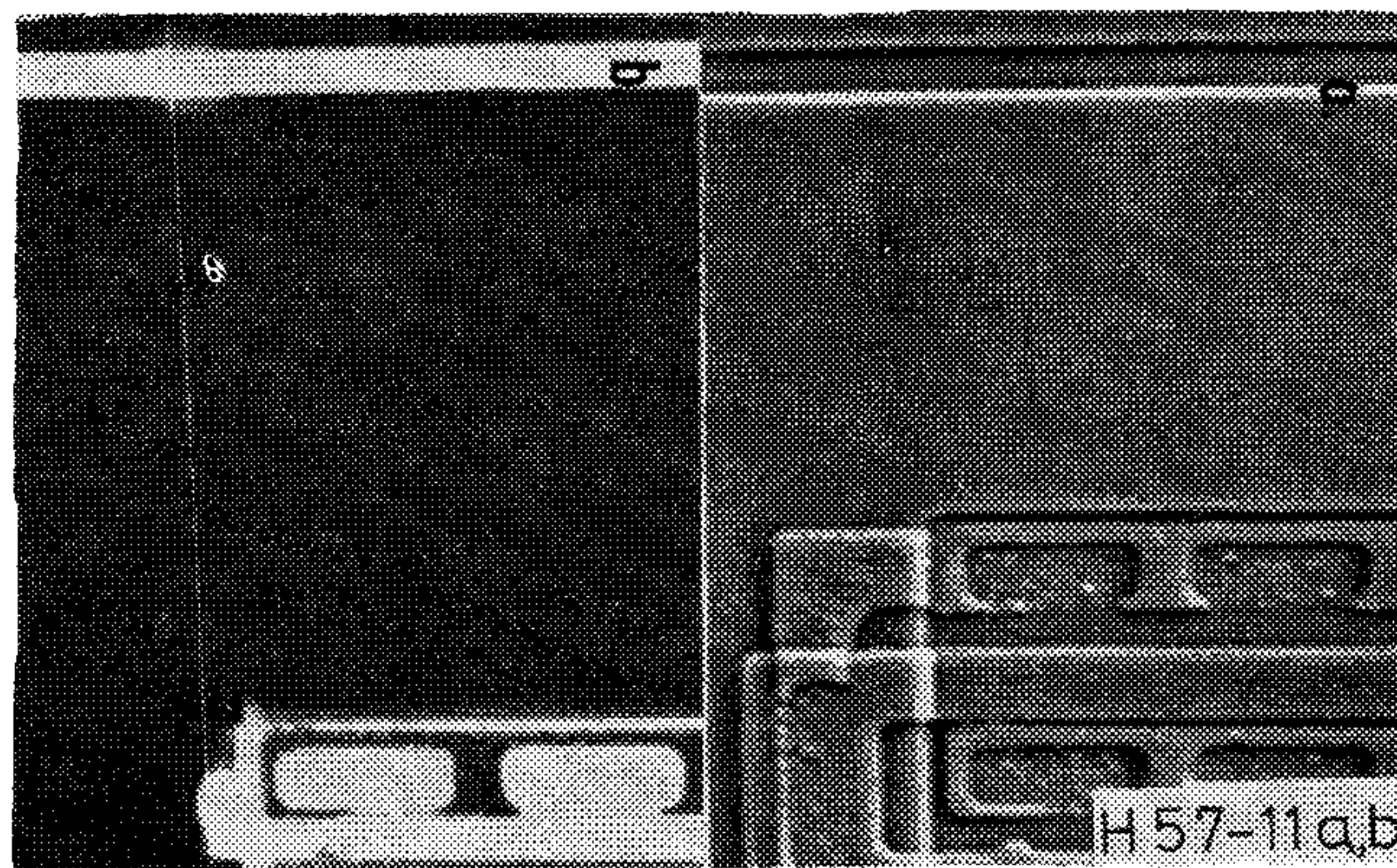
Felbontása mérsékelt (3–10 nm), viszont meglehetősen nagy mintáknál is alkalmazható, különösebb előkészítés nélkül. Akár működő integrált áramkör is vizsgálható, megfelelő tokozással. A behatoló képesség — energiától és a vizsgálandó jeltől függően — 1–10 μm közötti, így mélységi információkat is szolgáltat. A kép előállításához használható jeleket és az így vizsgálható tulajdonságokat az alábbi táblázat foglalja össze.

A félvezető anyagok vizsgálata szempontjából fontos, hogy a berendezés képes legyen nagy minták (teljes szeletek) befogadására, széles gyorsító feszültségtartomány alkalmazására (néhány száz volttól), továbbá jó, ha lehetőleg minden funkció számítógéppel vezérelhető, ill. bármely jel számítógéppel feldolgozható, és ha a megvilágító elektronnyaláb, az igényektől függően, MHz v. GHz körüli frekvenciával szaggatható. Az így megvalósítható stroboszkópos üzemmódban az áramkörök lokális dinamikus viselkedése vizsgálható.

Példáinknál még a legfontosabb alkalmazásokat sem tudjuk átfogni. Inkább arra kívánunk itt is rámutatni, hogy a gyakorlati esetek nagy részében a többféle lehetőség jól átgondolt kombinációjára van szükség a feladatok megoldásához. A 10. ábra egy potenciálkontraszt vizsgálatból származik. A szekunder elektronok hozama és bizonyos mértékig energiaszórása is függ a lokális potenciáltól, így potenciálkülönbségek láthatóvá tehetők. Az adott esetben a szokásos 1 kV-nál nagyobb gyorsítófeszültség alkalmazása már károsítja az áramkört, 1 kV-nál



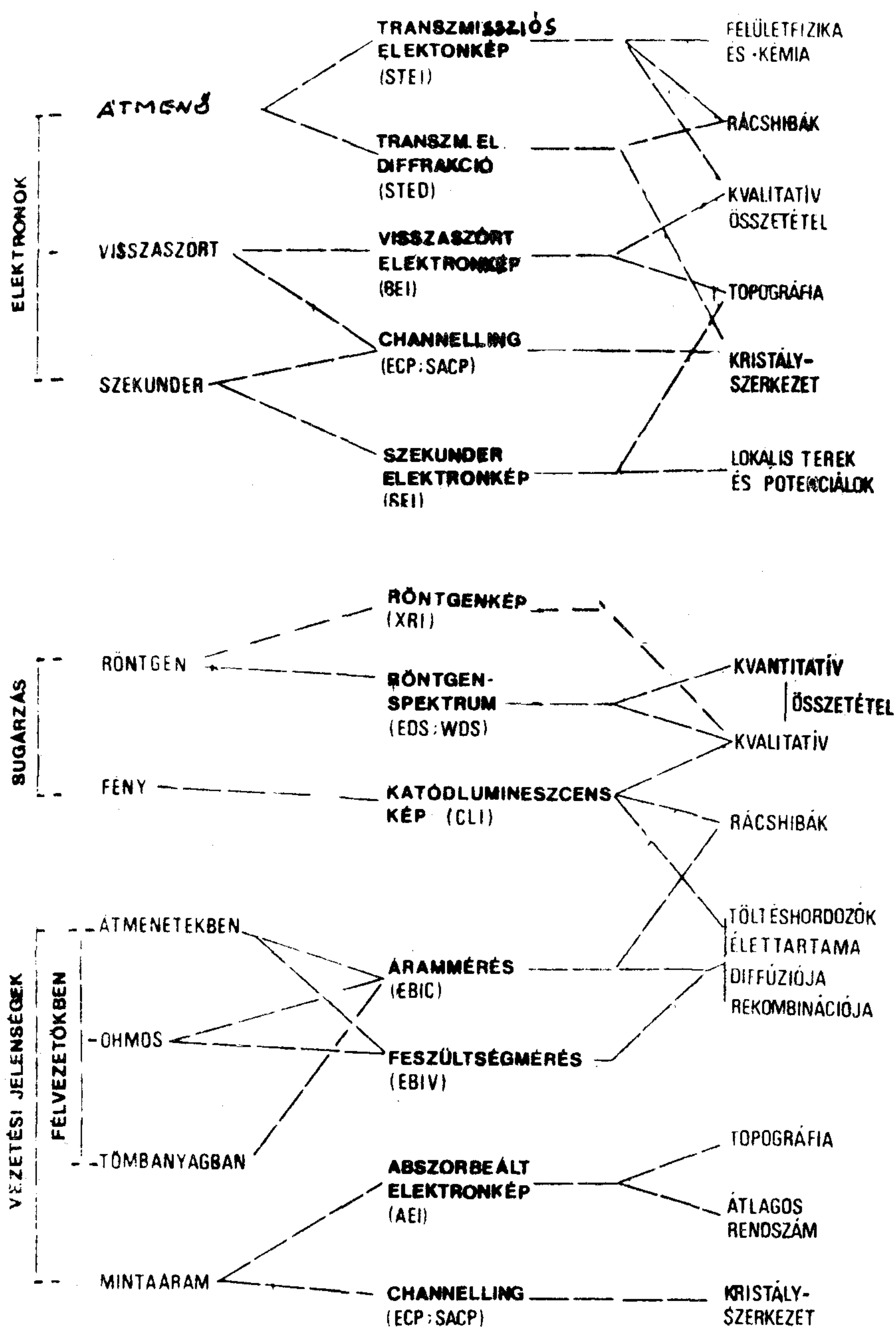
10. ábra. Lock-in detektálás hatása kis gyorsító feszültségű potenciálkontraszt vizsgálatánál. a) szekunder elektronkép 1 keV-nál, b) hasonló kép a vizsgálandó vezeték előfeszítésével, c) ugyanaz modulált előfeszítéssel és lock-in detektálással (Vladár A. felvétele)



11. ábra. Letörési teszt. a) szekunder elektronkép, b) EBIC kép záró irányú előfeszítéssel, c) az EBIC jel a b) ábrán jelzett vonal mentén, az előfeszítés függvényében (Tóth A. felvétele)

pedig a kis hozam miatt a potenciálváltozásból eredő különbségek alig észlelhetők. Ha azonban az előfeszítést moduláljuk, az időben állandó jel leválasztásával a potenciál kontraszt tisztán előállítható.

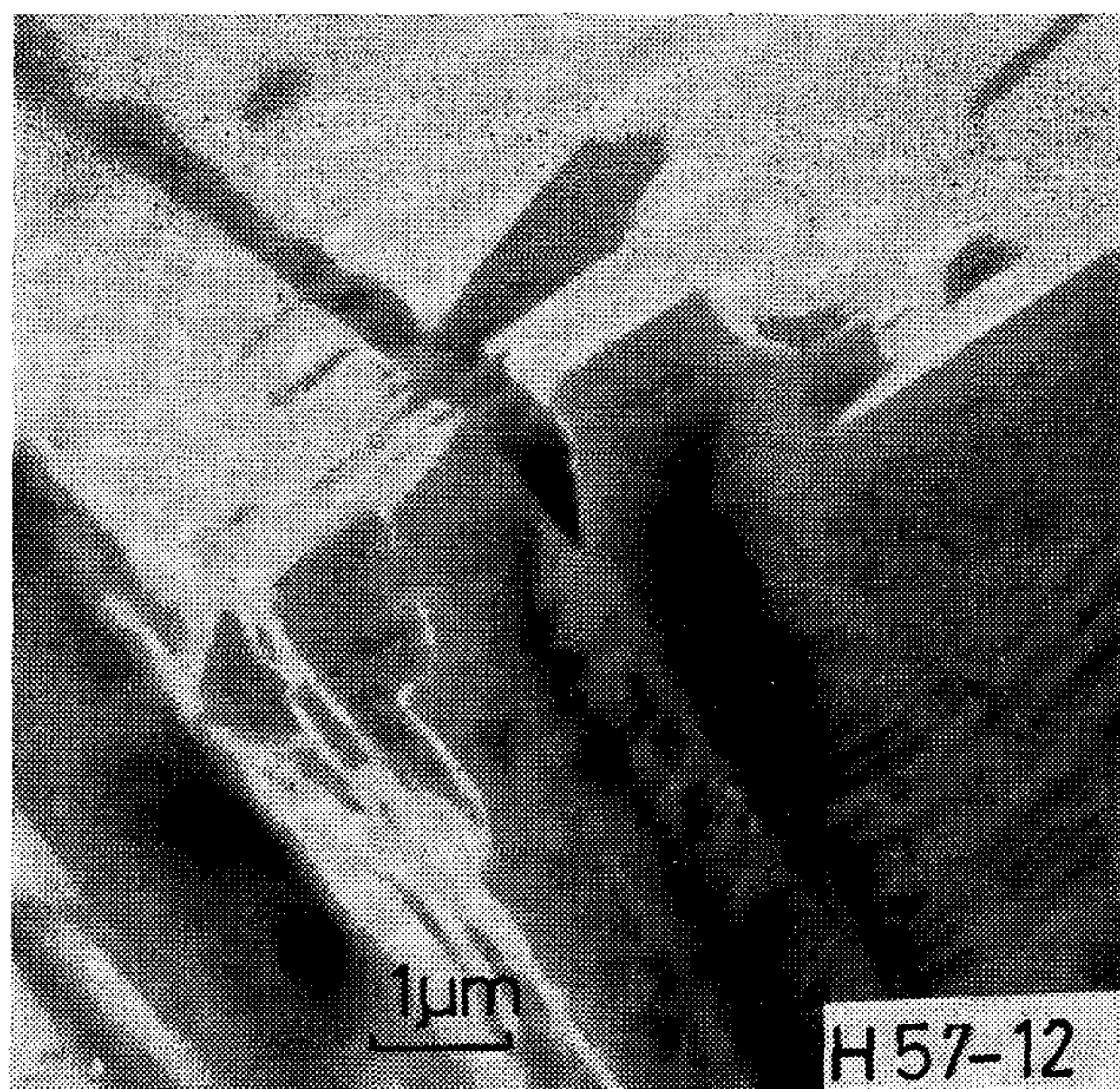
Nagyon gyakori feladat a letörések lokalizálása. Erre az EBIC jel kiválóan alkalmas, ha az eszközt záróirányban előfeszítjük és az EBIC jelet az előfeszítés függvényében nézzük. Ha a letörés helyi térmiatt jelentkező töltésszorzódás eredménye, az adott helyen az EBIC jel már a letörés előtt a



feszültség függvényében erőteljesen növekedni kezd (11. ábra), ezzel jelezve a leendő letörés helyét.

Befejezésül egy analitikai feladat szokatlan megoldását mutatjuk be. GaAl/As lézer dióda szerkezetben az Al koncentráció változást olyan felbontással kellene ismerni, amire a mikroanalízis a kiterjedt gerjesztési térfogat ($\varnothing \approx 1 \mu\text{m}$) miatt nem képes. Mak-

roszkópikus mintákon végzett mérésekkel azonban meg lehetett mutatni, hogy megfelelő marószerszerben a marási sebesség a növekvő Al tartalommal lineárisan csökken, tehát a koncentrációmérés távolság (marási mélység) mérésére vezethető vissza. A maratási profil pedig szekunder elektronképen (12. ábra) már jó felbontással jeleníthető meg.



12. ábra. (Ga, Al) As lézer dióda szerkezet maratás profilja. A kép jobb szélén az Al koncentráció nulla, tőle balra az árok profilja jelzi a két jelentős Al tartalmú réteg közötti Al koncentrációcsökkenés profilját (Cseresznyák V. és Tóth A. felvétele)

I R O D A L O M

- [1] Reimer, L.: Transmission Electron Microscopy Springer Verlag, Berlin—Heidelberg, 1984.
- [2] Brümmer, O., Heydenreich, J., Krebs, K. H. Schneider (Szerk.): Szilárdtestek vizsgálata elektronokkal, ionokkal és röntgensugárzással. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1984.
- [3] Holt, D. B., Muir, M. D., Grant, P. R. and Boswarva, I. M.: Quantitative Scanning Electron Microscopy. Academic Press, New York, 1974.
- [4] Barna P. és Malicskó L.: Magyar Tudomány 57 (1980).
- [5] Pasemann, M., Barna, Á., Werner, P. and Hagel, I.: Kristall und Technik 14, 553 (1979).

Néhány konferenciaanyag, amelyekben számos érdekes vizsgálatot közöltek:

Microscopy of Semiconducting Materials. The Institute of Physics, Conference Series Number 60, London, 1981.

Properties and Structure of Dislocations in Semiconductors, J. de Physique 44 (suppl. au no 9, Colloque C4) 1983.

Szemle

Összeállította: Gál Ferenc

Az OPUS 4000 „Communicator” jelű berendezés (gyártó: Thomson-CSF) különböző szolgáltatásokat együttesen biztosító kommunikációs rendszer 4000 vonalas kapacitással. A rendszerbe vegyes hálózatok (telefon, adatfeldolgozó, irodai adatfeldolgozó és telex hálózatok) integrálhatók. Az egyes terminálok részére az időosztásos kapcsolt hálózatu technológia 64 kbit/s sebességű átviteli csatornát biztosít. A rendszer működését két szoftver csomag támogatja: az ALPHA-COM, mely vizuális és akusztikus (szintetizált hangú) irányítást végez és a GESCOM vezérlő rendszer, mely az információáramlást azonosítja és ellenőrzi. Az OPUS 4000 adaptálható a már meglevő rendszerekhez is.

(Computer Product News*)

Kommunikációs hálózatok felügyeletére és diagnosztizálására dolgozta ki az ANT Nachrichtentechnik GmbH cég az Unilog rendszert. Az üzemi felügyeleti egység lehetővé teszi hiba esetén a hibahely gyors lokalizálását és a hiba elhárítását. Az univerzális logikai felügyeleti rendszer (ennek rövidítése az UNILOG márkanév) automatikusan felismeri és lokalizálja a hibákat egészen az átviteli eljárás szintjéig. Ezzel megteremti az idővesztés nélküli közvetlen hibakiküszöbölés előfeltételét. A rendszer két funkcionális egységből áll. A Netlog egység a rendszer alapeleme, adatátviteli hálózat központi üzemvezérlésére és felügyeletére készült. Minden adatvezetékhez egy csatornaegységet rendel, mely az adatátviteli berendezés és az adatvégberendezés közé iktató-

dik. Egy felügyeleti egység segítségével az egyes csatornaegységeket a részletesebb vizsgálatokhoz ki lehet választani. A második funkcionális egység a Mikrolog. Ez kezelő nélküli, teljesen automatikus diagnosztikai állomás, mely az adatösszeköttetések jószágának ellenőrzésére és hibák lokalizálására alkalmas.

(Nachrichtentechnische Zeitschrift)

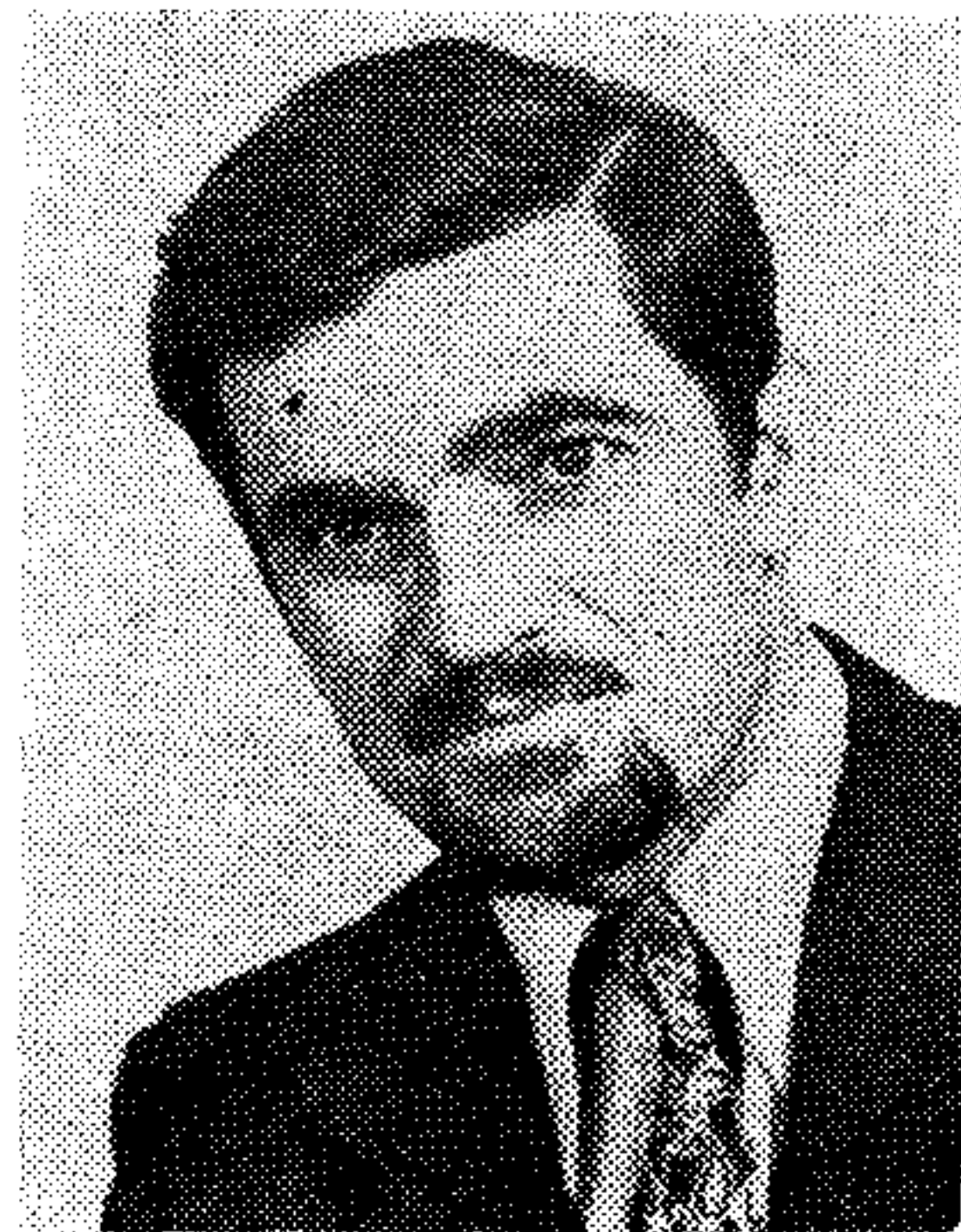
Kelet-Ázsia (a Japántól és Koreától Szingapurig húzódó övezet) a globális elektronikai ipar szívévé és a fejlett elektronikai technológiák jelentős központjává kezd válni. A kelet-ázsiai elektronikai ipar 40 000 vállalatánál 2,5 millió ember dolgozik. Kelet-Ázsia a fogyasztói elektronikai technológiában és gyártásban az 1970-es évek végén egyeduralkodóvá vált.

A kelet-ázsiai országokat először az USA-ból, majd Japánból feléjük irányuló technológiai áramlat élénkítette meg. Példájuk azt mutatja, hogy a technológia áramlását végső soron a fogadó ország és nem az átdó forrás szabályozza. Az új iparosodó kelet-ázsiai országok Japánnál is liberálisabbak a külföldi beruházásokat szabályozó politikájukban. Minden nagy USA-beli félvezetőgyártó a tranzistorok vagy az integrált áramkörök gyártásának végső fázisát Kelet-Ázsiába helyezte át. Az USA-beli IC-k 95 százalékát Kelet-Ázsia újjól iparosodott, vagy kevésbé fejlett országaiban huzalozzák, tokozzák.

(Journal of Asia Electronics Union)

A tranziens intermoduláció és mérési módszerei

ADAMS CLAUS, FHW
DR. PÓCZA ATTILA, KKVMF
SOMLAI TAMÁS, KKVMF



ÖSSZEFOGLALÁS

A nagy hanghűségű hangfrekvenciás átviteli berendezések vizsgálati módszerei az utóbbi években az erősítők valódi, dinamikus üzemét jobban kifejező, ún. tranziens intermoduláció (TIM) meghatározásával bővültek. A cikk a TIM létrejöttének kérdéseivel, meghatározásának mérés technikai módszereivel és ezek összehasonlításával foglalkozik.

Bevezetés

A hangfrekvenciás erősítők torzítását jelenleg a hazai szabványoknak megfelelően a harmonikus és az intermodulációs torzítási tényezővel jellemzik [1]. Ezen adatok az erősítők átvitelének nemlinearitására jellemzők.

A tapasztalat azonban azt mutatja, hogy zenei jelek nagy hanghűségű átvitele során hallható különbségek vannak olyan erősítők között is, melyek említett torzítási tényezői extrém kis értékűek, s közel azonosak. E jelenség egyik okának felfedése, a dinamikus, ill. tranziens intermodulációs torzítási mechanizmus (DIM, ill. TIM) magyarázata M. Ojala nevéhez fűződik [2]. A sok frekvenciás, dinamikus igénybevétel során — s a legtöbb zenei anyag ilyennek tekinthető — erősítőkben, elsősorban teljesítményerősítőkben gyakran fellép tranziens intermodulációs torzítás.

A tranziens intermoduláció vizsgálatához kiindulásként vegyünk egy hagyományosnak mondható ún. „műveleti erősítő” szemlélettel tervezett hangfrekvenciás végerősítő fokozatot. A tervezői elgondolás az, hogy a nagy nyílthurkú erősítéssel rendelkező erősítőt nagymértékben visszacsatolva az eredő nemlineáris torzítás a hurokerősítés arányában csökken. Ez a megállapítás azonban csak adott feltételek teljesülése esetén igaz, pl. a vezérlő jel gyors amplitúdóváltozásokat nem tartalmazhat.

A stabil működést biztosító hagyományos kompenzálás okozza ebből a szempontból a legnagyobb problémát. A szokásos sávszűrítő megoldásoknál az átvitel első töréspontját okozó pólust — pl. a Miller-kapacitás növelésével — a stabil működést biztosító alacsonyabb frekvenciákra tolják. Nagy hurokerősítésnél az erősítő stabil üzeméhez szükséges nyílthurkú átvitel domináns pólus frekvenciája a hangfrekvenciás sávba adódik, és ez maga után vonja a maximális jelváltozási sebesség (Slew-Rate, SR) nagymértékű csökkenését.

A legtöbb zenei jel tartalmaz ugrásszerű amplitúdóváltozásokat. Ha egy „tranziens” jel érkezik az erő-

PROF. CLAUS ADAMS

Egyetemi tanulmányait az Aacheni Műszaki Egyetemen 1966-ban fejezte be, híradástechnika szakon. Első tudományos tevékenységét a fiziológiai akusztika területén végezte. Később tengeri információs rendszerek fejlesztésében vett részt, víz alatti akusztikai kérdésekkel foglalkozott.

1975-től a Wilhelms-

haveni Műszaki Szakfőiskola professzora (Fachhochschule Wilhelmshaven). A félvezető kapcsolástechnika, híradástechnika és nagyfrekvenciás technika szaktárgyak oktatásában vesz részt. Jelenlegi kutatási szakterülete a tranziens intermoduláció mérés technikája, és egyéb, speciális impulzusteknikai áramkörök alkalmazása és mérés technikája.

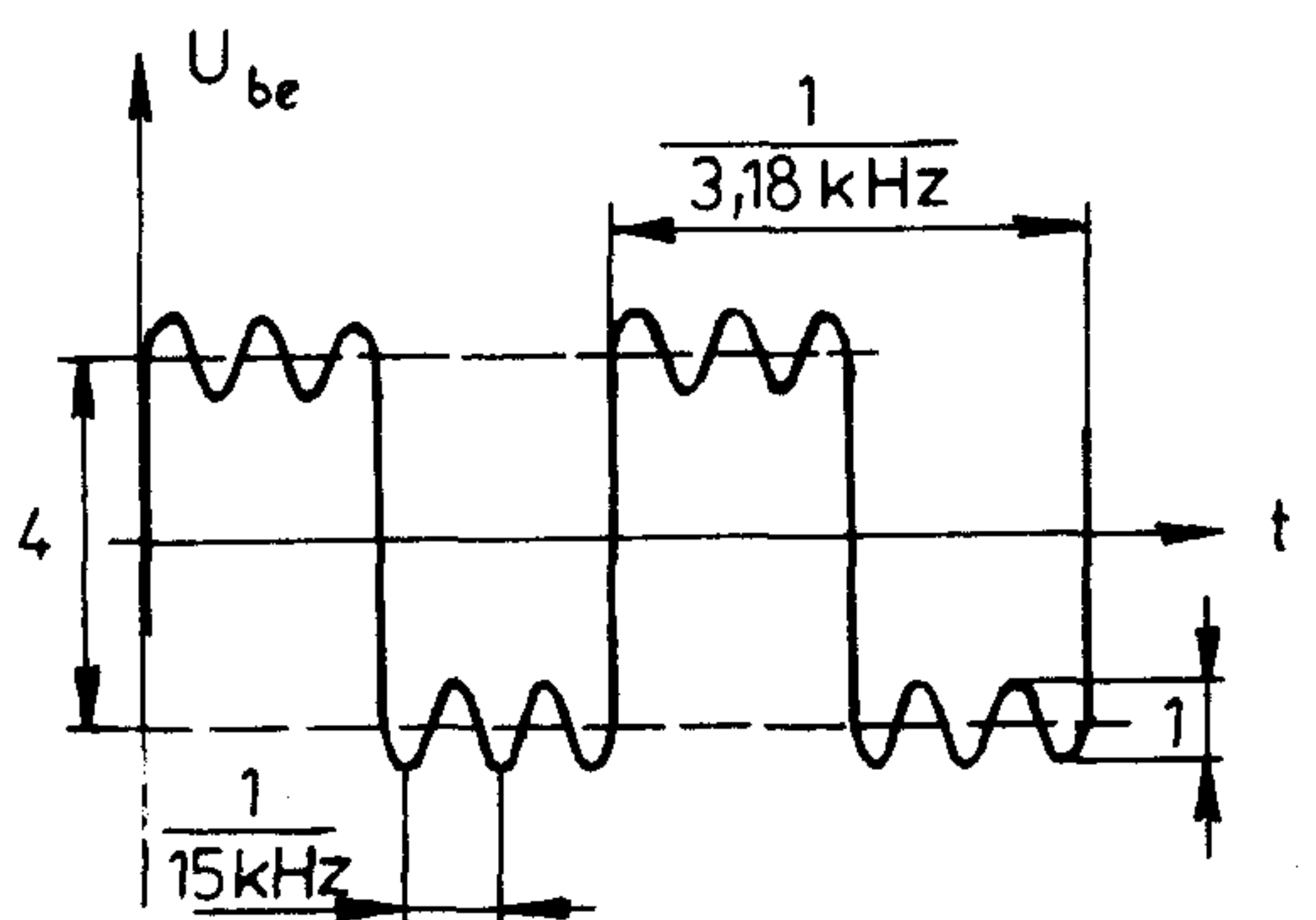
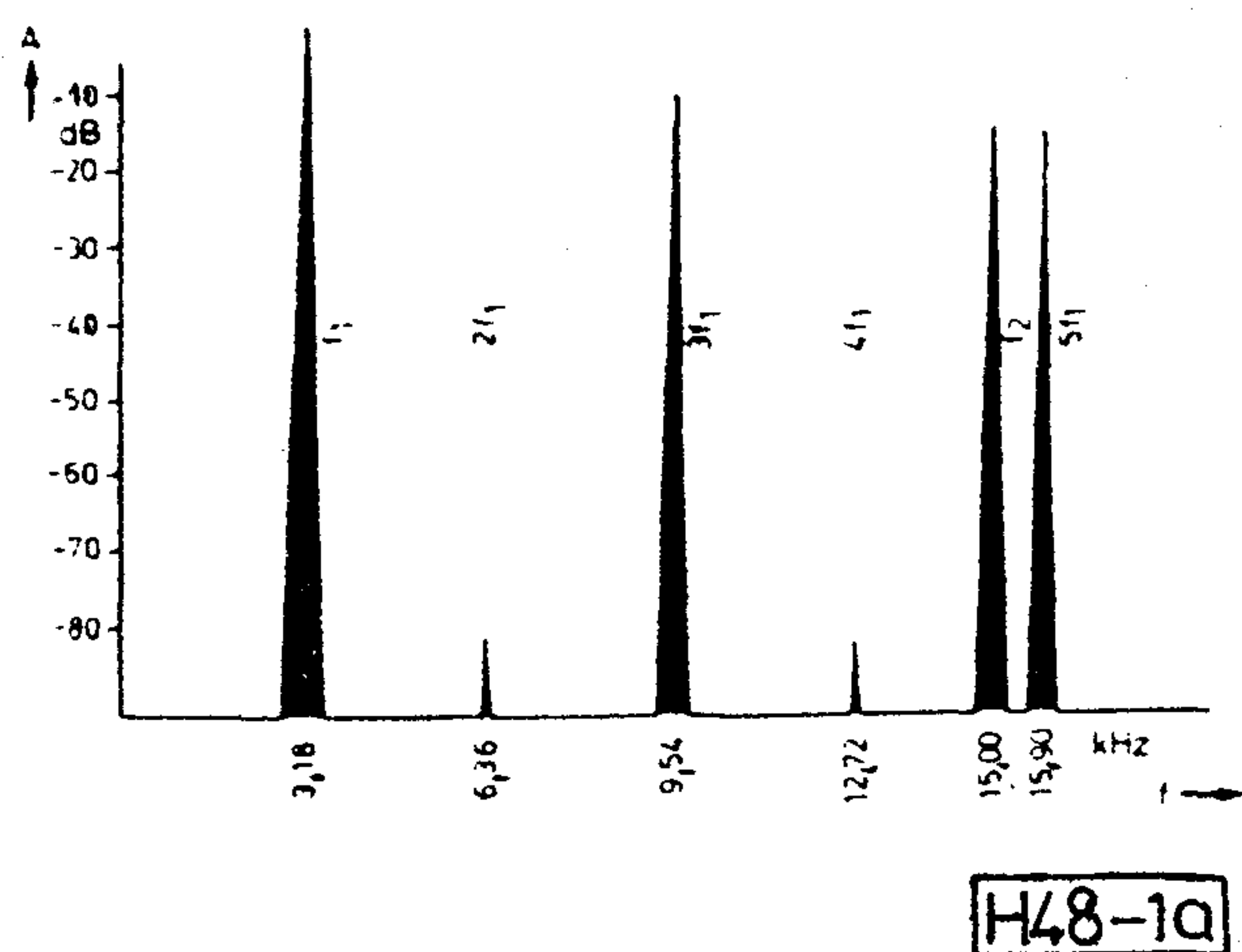
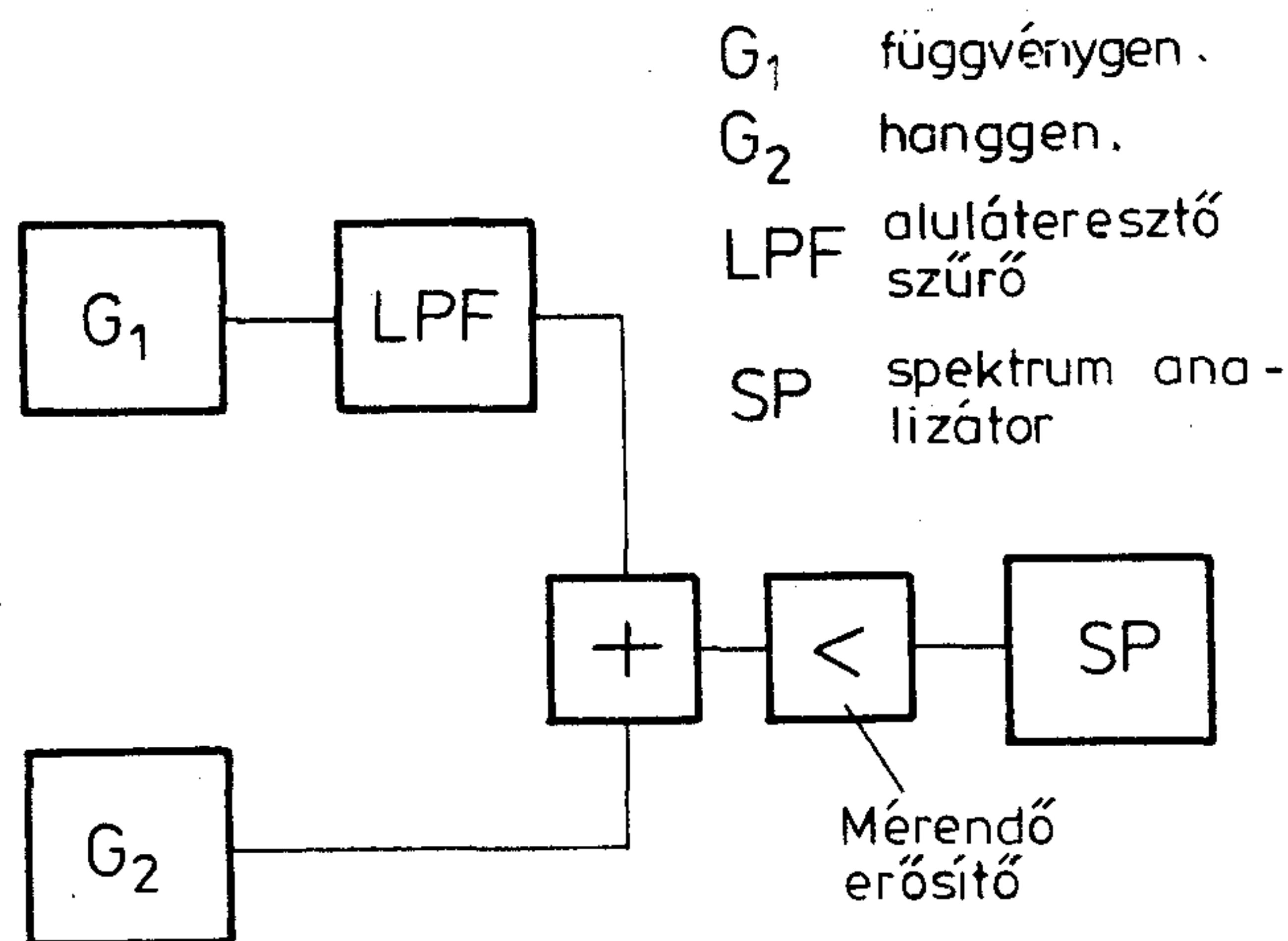
sítő bemenetére, akorlátozott jelemelkedési sebesség miatt a kimenetről érkező visszacsatolt jel késik — tehát egy ideig a visszacsatolás hatástalan — ezért a meghajtó fokozat túlvezérlődik. Az erősítő kimenetén nemcsak a tranziens jel torzul, hiszen a meghajtó fokozat telítésbe vezérlése miatt az erősítő más, ezzel időben egybeeső jelek számára is vezérelhetetlen marad. Más megfogalmazásban ez azt jelenti, hogy a dinamikus meghajtás hatására további intermodulációs frekvenciakomponensek is keletkeznek.

A dinamikus intermodulációs torzítás mértékének megállapítására két mérési módszer terjedt el; a következőkben összefoglaljuk és összehasonlítjuk e két-fajta eljárást.

Összetett négyszög-színusz jeles vizsgálat

A zenei jel „impulzív” jellegének megfelelően speciális mérőjelet kapcsolunk az erősítő bemenetére. Ilyen mérőjel az elterjedten használt 3,18 kHz alapfrekvenciájú négyszögjel, melyre 4:1 amplitúdóarányban 15 kHz-es színuszjelet szuperponálunk. A mérőjelet az idő- és frekvenciatartományban az 1. ábra mutatja be, a mérési elrendezés a 2. ábrán látható. A négyszögjel élének meredekségét az alkalmazott aluláteresztő szűrő csökkenti, melynek határfrekvenciája változtathatóan 30 kHz, ill. 100 kHz, oldalmeredeksége 6 dB/okt. A négyszögjel frekvenciájának megválasztását mindenekelőtt az a szempont befolyásolja, hogy harmonikusai se a színusz jellel, se az átvitel során keletkezett intermodulációs termékek frekvenciájával ne essenek egybe. A négyszög-színusz jel fenti frekvenciaértékeinél a tranziens intermoduláció miatt keletkező modulációs frekvenciakomponensek távolsága kb. 1 kHz.

Beérkezett: 1985. III. 20. (#)

1. ábra. d_n mérőjel

H48-2

2. ábra. Négyzög-színuszjeles TIM mérési elrendezése

A hangfrekvenciás tartományba eső, lehetséges kombinációs frekvenciákat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A négyzög-színusz jeles dinamikus intermodulációs torzítás értéke:

f_1	$5f_1 - f_2$ $f_2 - 4f_1$	0,90 kHz 2,28 kHz
$2f_1$	$6f_1 - f_2$ $f_2 - 3f_1$	3,18 kHz 4,08 kHz
$3f_1$	$7f_1 - f_2$ $f_2 - 2f_1$	5,46 kHz 6,36 kHz
$4f_1$	$8f_1 - f_2$ $f_2 - f_1$	7,26 kHz 8,64 kHz
f_2	$9f_1 - f_2$	9,54 kHz 10,44 kHz 11,82 kHz 12,72 kHz 13,62 kHz 15,00 kHz
$5f_1$	$10f_1 - f_2$ $f_2 - f_1$	15,90 kHz 16,80 kHz
$6f_1$	$11f_1 - f_2$	18,18 kHz 19,08 kHz 19,98 kHz

$$d_n (\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^9 U_{nt}^2}}{U_2} \cdot 100, \quad (1)$$

ahol:

U_{nt} az $|f_2 - n \cdot f_1|$ intermodulációs komponensek amplitúdója,

U_2 az f_2 (15 kHz) szinusz jel amplitúdója az erősítő kimenetén.

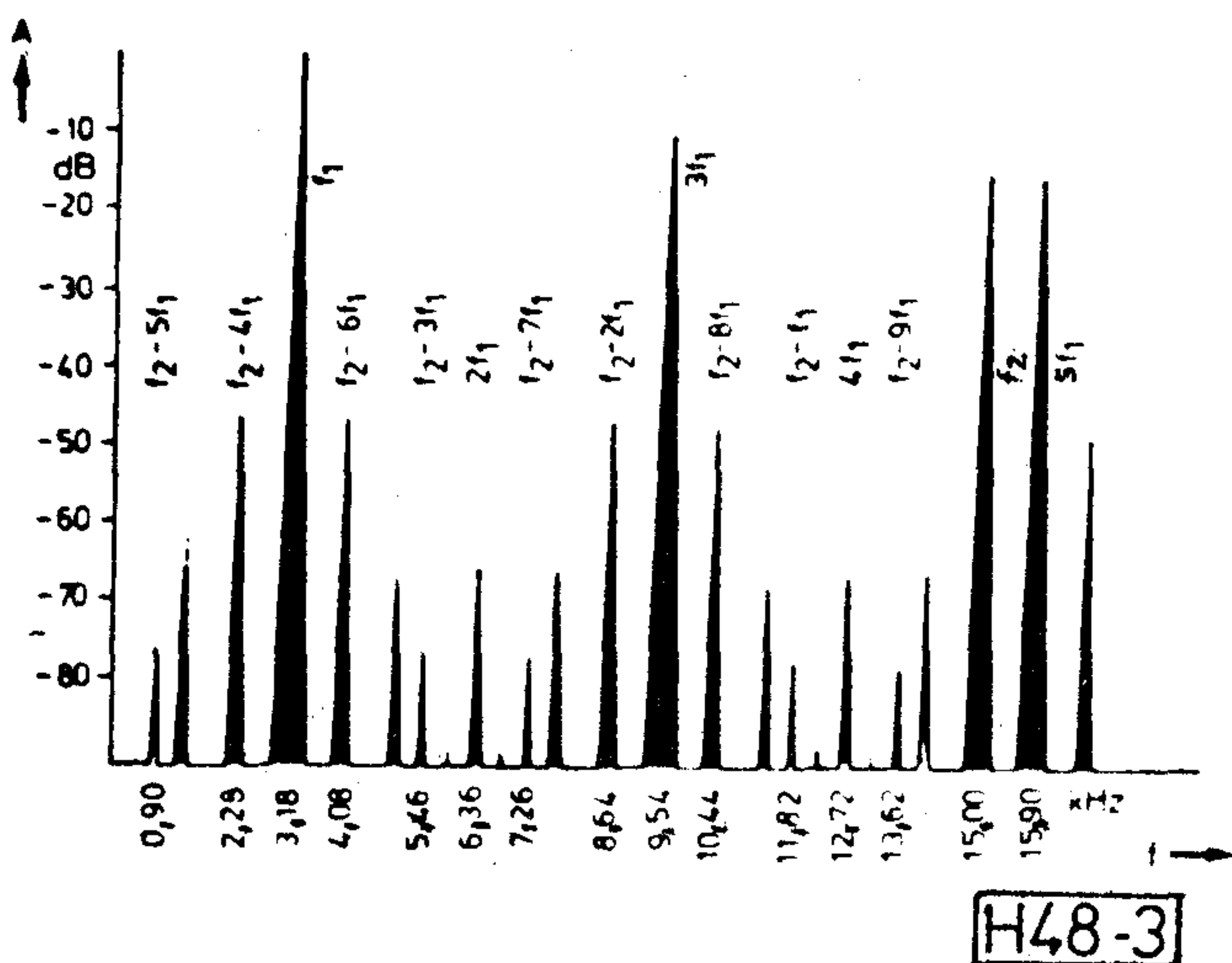
Az 1. ábra szerinti mérőjelet adjuk rá egy μA 741 típusú műveleti erősítővel felépített 20 dB erősítésű nem-invertáló erősítő kapcsolás bemenetére. A kimeneti jel spektrumát a 3. ábra tünteti fel ($U_{kip-p} = 5$ V).

Az alapjel és felharmonikusain kívül megjelent U_{nt} komponensek két részből állnak:

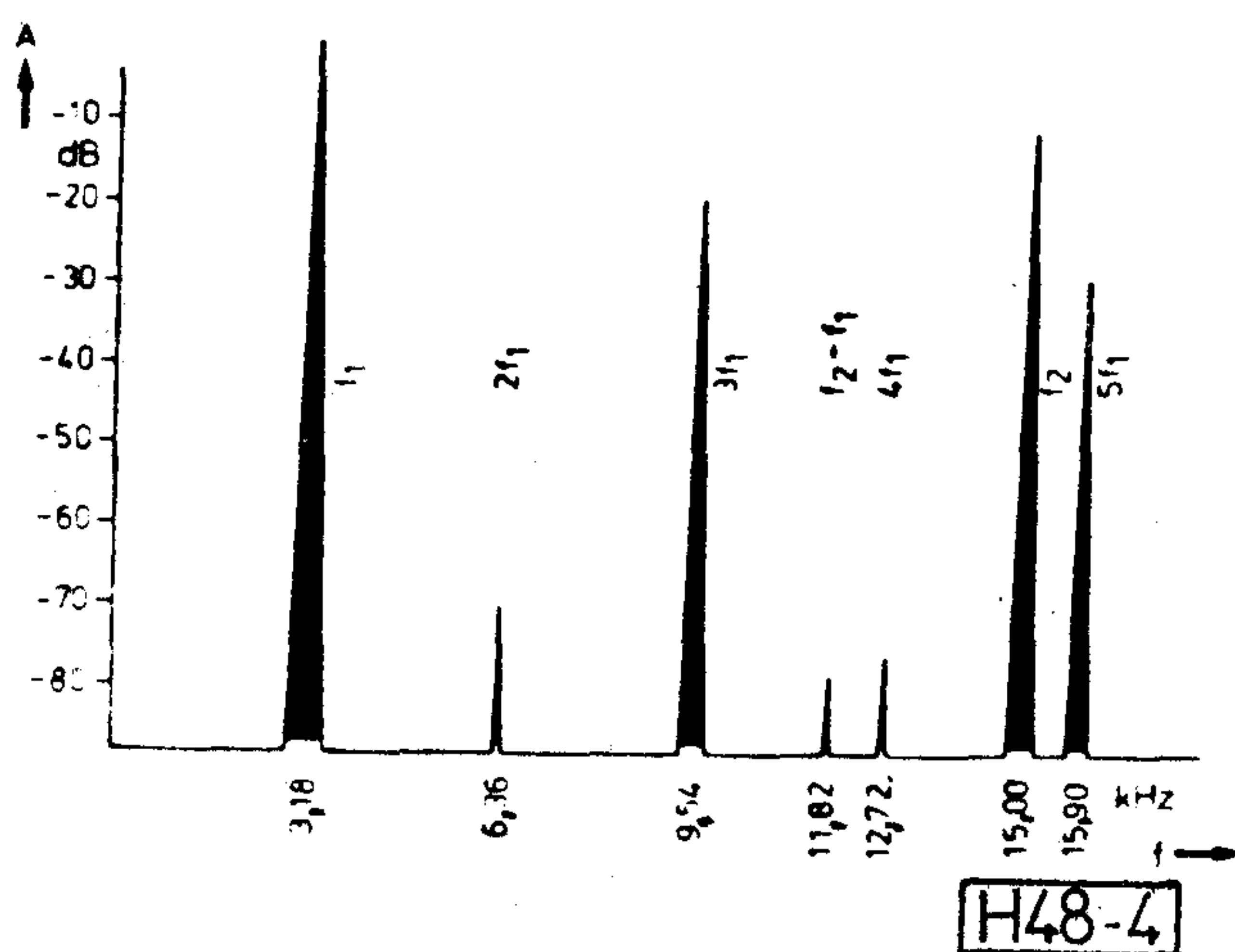
- dinamikus intermodulációra jellemző részből: a négyzögjel felfutó élének meredeksége miatt az erősítő frekvenciafüggő nemlinearitása dinamikus intermodulációt hoz létre,
- statikus intermodulációból, mely az erősítő szintfüggő nemlinearitásából adódik.

A kétfajta összetevő vektorálisan, a pillanatnyi fázishelyzetnek megfelelően összegződik.

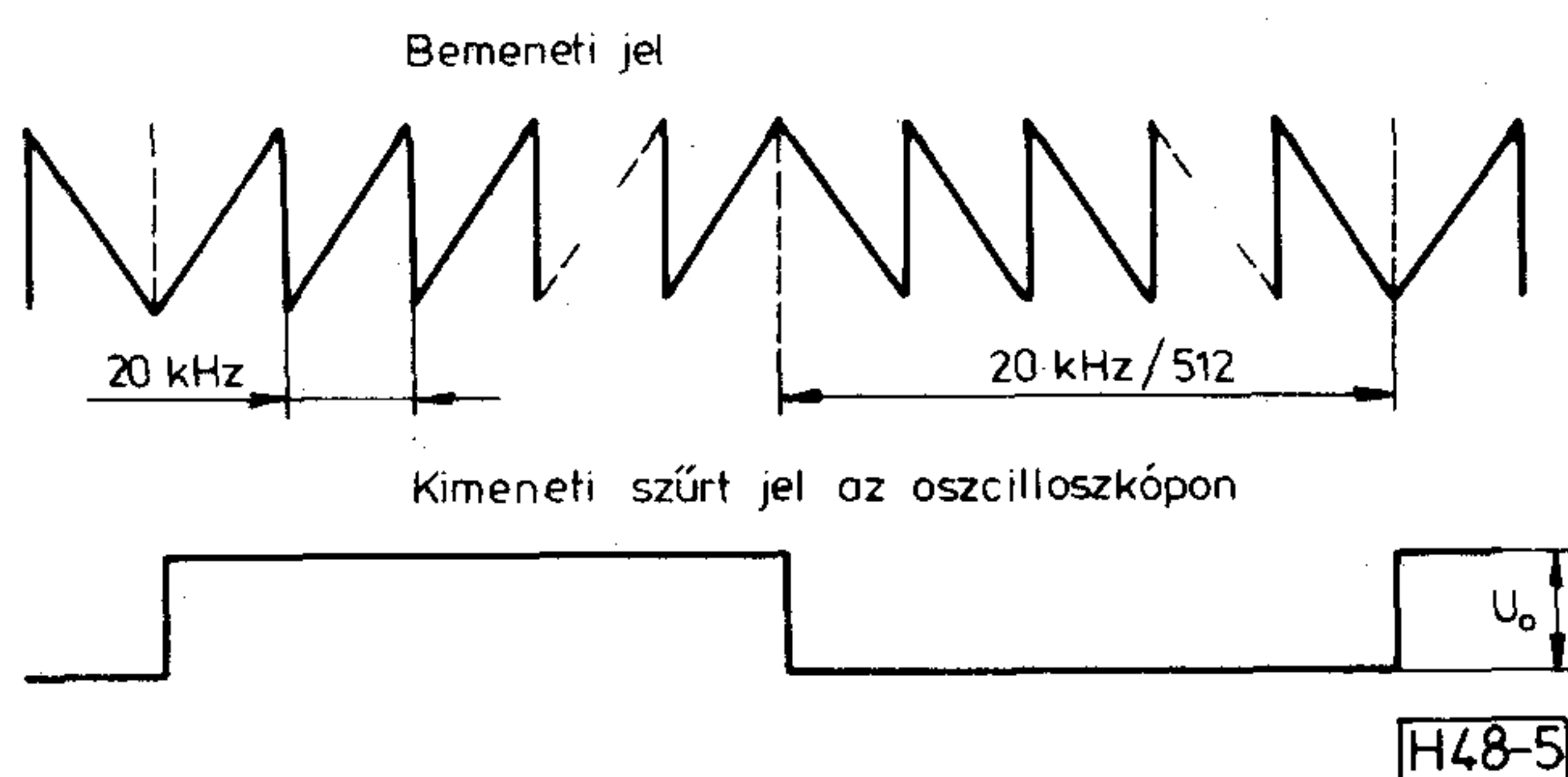
A dinamikus intermodulációs termékek abban az esetben különíthetők el, ha a mérőjel négyzög összetevőjét körülbelül ugyanakkora amplitúdójú háromszögjellel helyettesítjük. (Ezért alkalmaztunk függvénygenerátort a mérési elrendezésben.) A mérőjel felfutási meredekségének drasztikus csökkentése eredményeképpen gyakorlatilag csak a statikus intermodulációs termékek maradnak a spektrumban. A 4. ábra az ekkor mérhető spektrumot mutatja az előbbi μA 741-el felépített kapcsolás esetén. Ebben a formában a módszer tulajdonképpen megfelel a hagyományos statikus intermoduláció mérésének. A 15 kHz-es sávba eső egyetlen $f_2 - f_1$ intermodulációs komponens igen kicsi, és így igen kicsi a statikus intermodulációs tényező is, pedig a 3. ábrából látható, hogy dinamikus üzemben jelentős torzításra utaló frekvenciaösszetevők keletkeznek. A mérési eredmények tehát igen jól tükrözik, hogy a zenei anyagok e



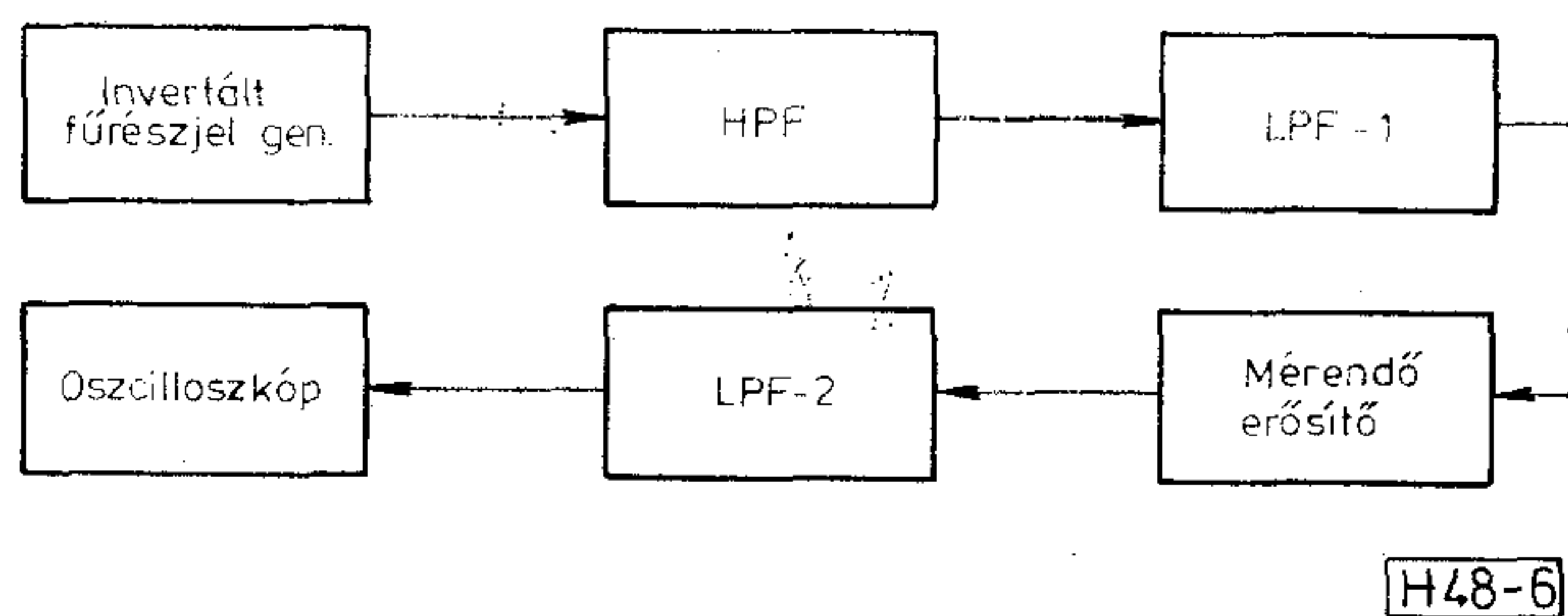
3. ábra. μA 741 műveleti erősítő TIM spektrumképe



4. ábra. μA 741 műveleti erősítő IM spektrumképe



5. ábra. Fázisinvertált fűrészel időfüggvénye



6. ábra. Fázisinvertált fűrészeles TIM mérési módszer bloksémája

szempontból vett sajátosságát jól reprodukáló négyszög-színusz mérőjellel nyert spektrum mennyivel több információt ad az erősítő valódi üzemének problémáiról.

Pszichoakusztikai vizsgálatok arra utalnak, hogy az emberi fül már kb. 0,2%-os dinamikus torzítást is zavarónak érzékel [3], ezért nagy hanghűségű átvitel esetében külön figyelmet kell fordítani a dinamikus torzítás mértékére.

Fázisinvertált fűrészeles módszer

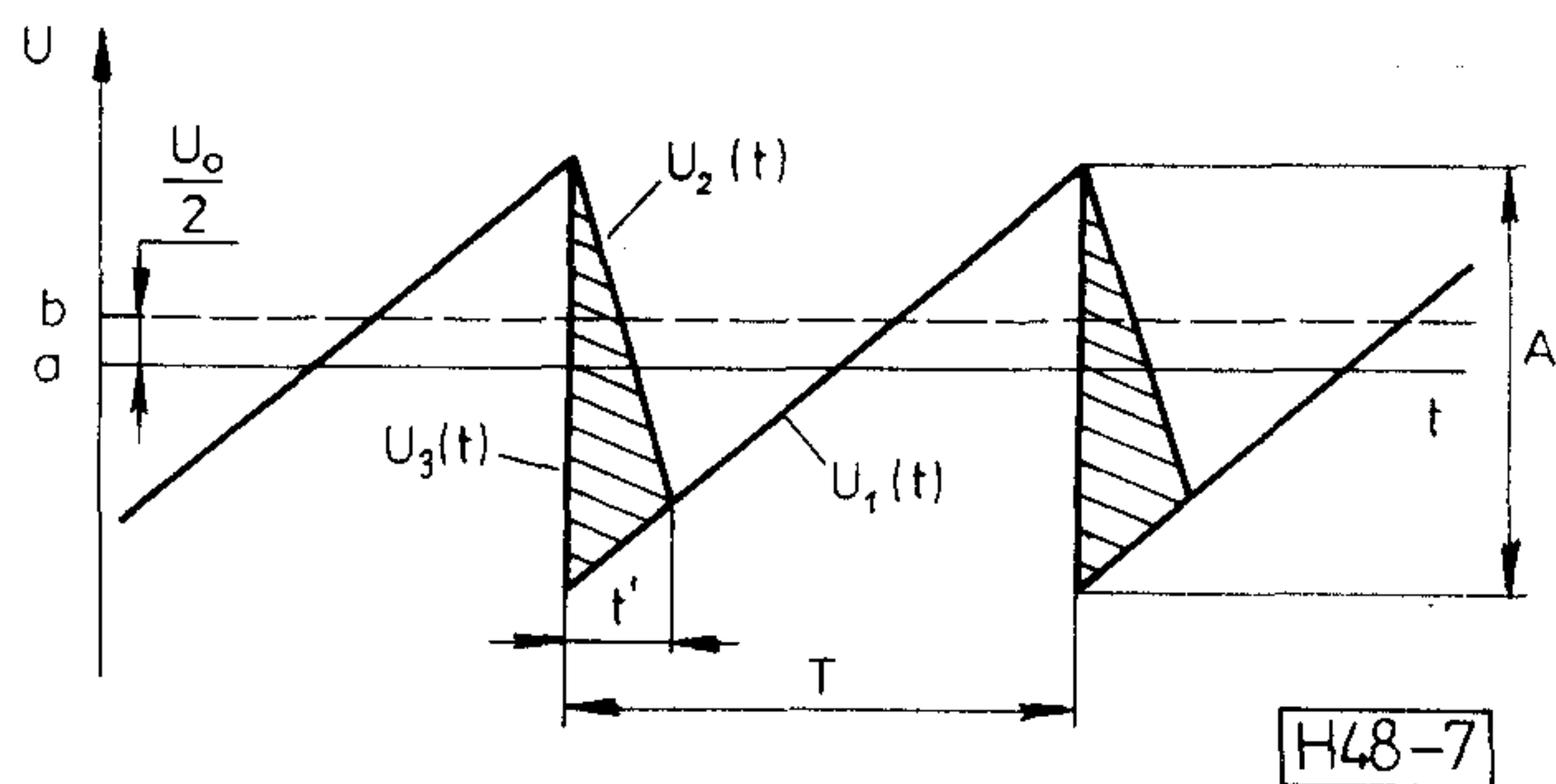
Ennél a módszernél [4] a vizsgálójel egy 20 kHz-es igen meredek lefutású fűrészfog hullámforma, melynek fázisa a jel periódusidejéhez képest lényegesen nagyobb periódusidővel invertálva van (5. ábra).

A mérési elrendezést a 6. ábra tünteti fel.

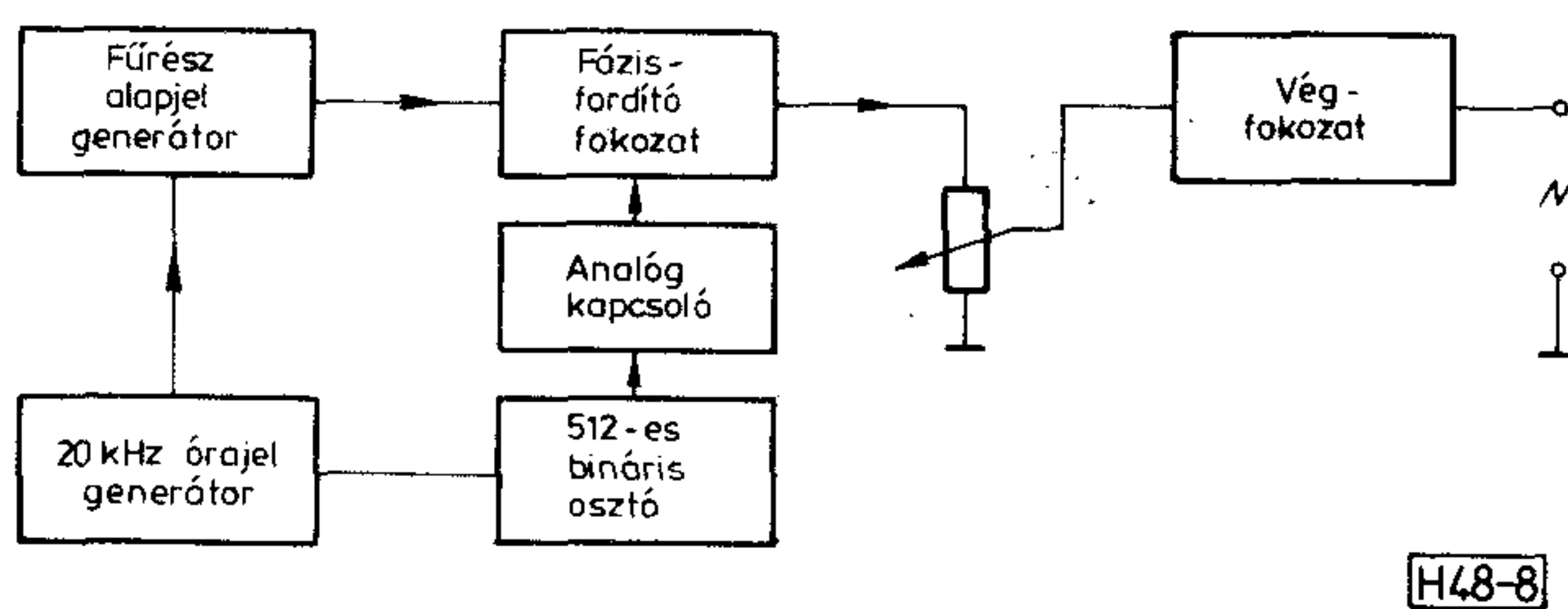
Itt a fűrészel meredek lefutó éle ($t_p \leq 30$ ns) szimulálja a tranziens jelet: a lefutó él meredekségét az LPF1 változtatható pólusfrekvenciájú aluláteresztő szűrővel csökkenthetjük.

A 7. ábrának megfelelően a bemeneti fűrészel emelkedő szakaszát az erősítő kimeneti feszültsége alakhűen követi — $|U_1(t)|$ —, míg a lefutó él hatására a kimeneti feszültség, a tranziens intermodulációt előidéző okok miatt a visszacsatolás mértékének és a fáziskompenzáló hálózat lassító hatásának megfelelően ettől eltér $|U_2(t)|$. A vonalkázott terület az ábrában az átviteli hibát mutatja, melynek hatására a kimeneti jel egyenáramú összetevője megnő („b” egyenes). Méréstechnikai egyszerűsítés, hogy a fűrészel fázisát invertálva hasonló egyenáramú összetevő eltolódás keletkezik, csak ellenkező polaritással. A teljes U_0 feszültséget eltolódás az LPF2 aluláteresztő szűrő kimenetén a fázisinvertálás frekvenciájának megfelelő négyszögjel amplitúdójaként oszcilloszkóppal egyszerűen mérhető.

A dinamikus torzítás mértéke:



7. ábra. Fűrészel időfüggvénye



8. ábra. Fázisinvertált fűrészel generátor bloksémája

$$d_f(\%) = \frac{U_0}{A} \cdot 100, \quad (2)$$

ahol A a fűrészfog jelalak csúcsból csúcsig vett amplitúdója az erősítő kimenetén; U_0 a szűrt kimeneti impulzus amplitúdója.

A fázisinvertált 20 kHz-es fűrészjelet szolgáltató mérőjel-generátorral szemben támasztott követelmények:

a) A fűrészjel emelkedő szakaszának nagyfokú linearitása.

b) A fűrészjel élének igen kis idejű lefutása.

c) A fűrészjel periódusának invertálásakor (kb. 40 Hz invertálási frekvencia) az átkapcsolás nagy sebességű legyen.

Ilyen mérőjel-generátor készült el a Fachhochschule Wilhelmshaven és a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Intézet közötti együttműködés keretében. A jelgenerátor blokkvázlatát a 8. ábra mutatja be.

A konstans áramú fűrészfog-alapjelgenerátor frekvenciáját és az osztást (osztásarány 512) végző szinkron bináris számlálót a 20 kHz-es órajel-generátor vezérli. Egy gyors analóg kapcsoló a fázisváltás periódusának megfelelően adja az alap-, ill. invertált jelet, a szintszabályozást követően egy speciális kivitelű kis kimeneti ellenállású végfokozatra.

Összefüggés a fázisinvertált fűrészjeles dinamikus torzítás számításához

Az egyenfeszültség-eltolódást az egyenfeszültségű középérték definíciójából kiindulva határozhatjuk meg:

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T [U_2(t) - U_1(t)] dt. \quad (3)$$

Itt

$U_2(t) = A - SRt$ a lassított kimeneti jel időfüggvénye,

$U_1(t) = \frac{A}{T} \cdot t$ a fűrészjel emelkedő szakaszának időfüggvénye.

SR az erősítő maximális jelváltozási sebessége,

T a fűrészjel periódusideje.

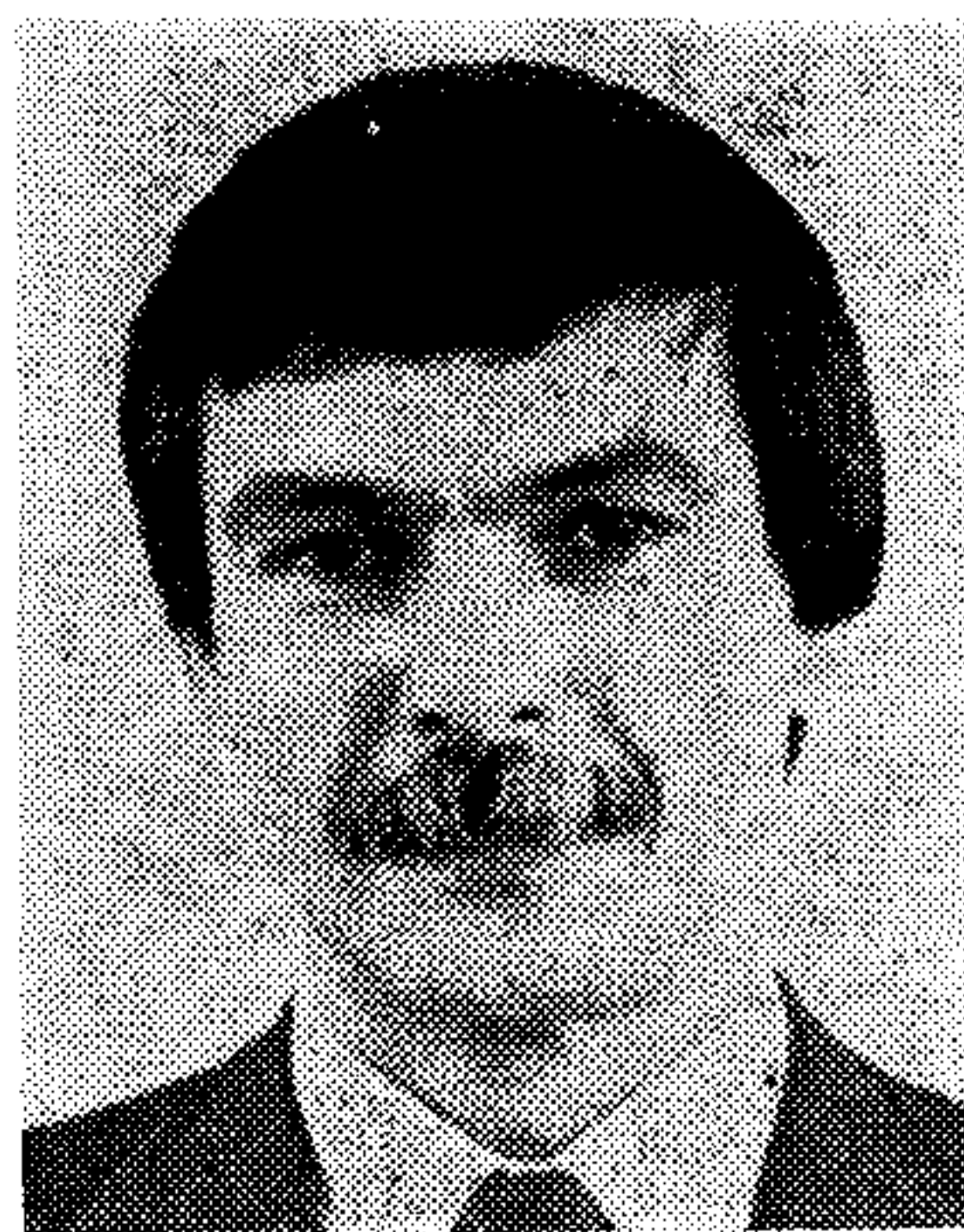
A 7. ábrából láthatóan:

$$\frac{A}{T} \cdot t' = A - SRt'.$$

$$\text{Ebből } t' = \frac{A}{SR + \frac{A}{T}}. \quad (4)$$

Az egyenfeszültség-eltolódás fele:

$$\frac{U_0}{2} = \frac{1}{T} \int_0^T \left(A - SRt - \frac{A}{T} t \right) dt = \frac{1}{T} \left[A \cdot t - \frac{t^2}{2} \left(SR + \frac{A}{T} \right) \right]_0^T$$



DR. PÓCSA ATTILA

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1967-ben vil-

lamosmérnöki oklevelet, 1977-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett. Előbb a HIKI fejlesztő mérnöke, majd a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola oktatója. Jelenleg főiskolai tanár, főigazgató-helyettes, az Elektronikai Alkatrésztchnológiai és Üzemszervezési Intézet igazgatója. Művelt szakterülete: PLL elmélete és alkalmazástechnológiája, nagy hanghűségű erősítők tervezési kérdései, dinamikus torzítások. Több szabadalom, főiskolai jegyzet, szakeikk szerzője, ill. társszerzője.

Felhasználva a (4) összefüggést

$$U_0 = \frac{A^2}{\left(SR + \frac{A}{T} \right) T} = \frac{A^2 \cdot f}{SR \left(1 + \frac{A \cdot f}{SR} \right)}, \quad (5)$$

ahol f a fűrészjel frekvenciája.

A dinamikus torzítási tényező értéke tehát:

$$d_f(\%) = \frac{Af}{SR(1 + Af/SR)} \cdot 100, \quad (6)$$

ill. ha $Af/SR \ll 1$

$$d_f(\%) \approx \frac{Af}{SR} \cdot 100. \quad (7)$$

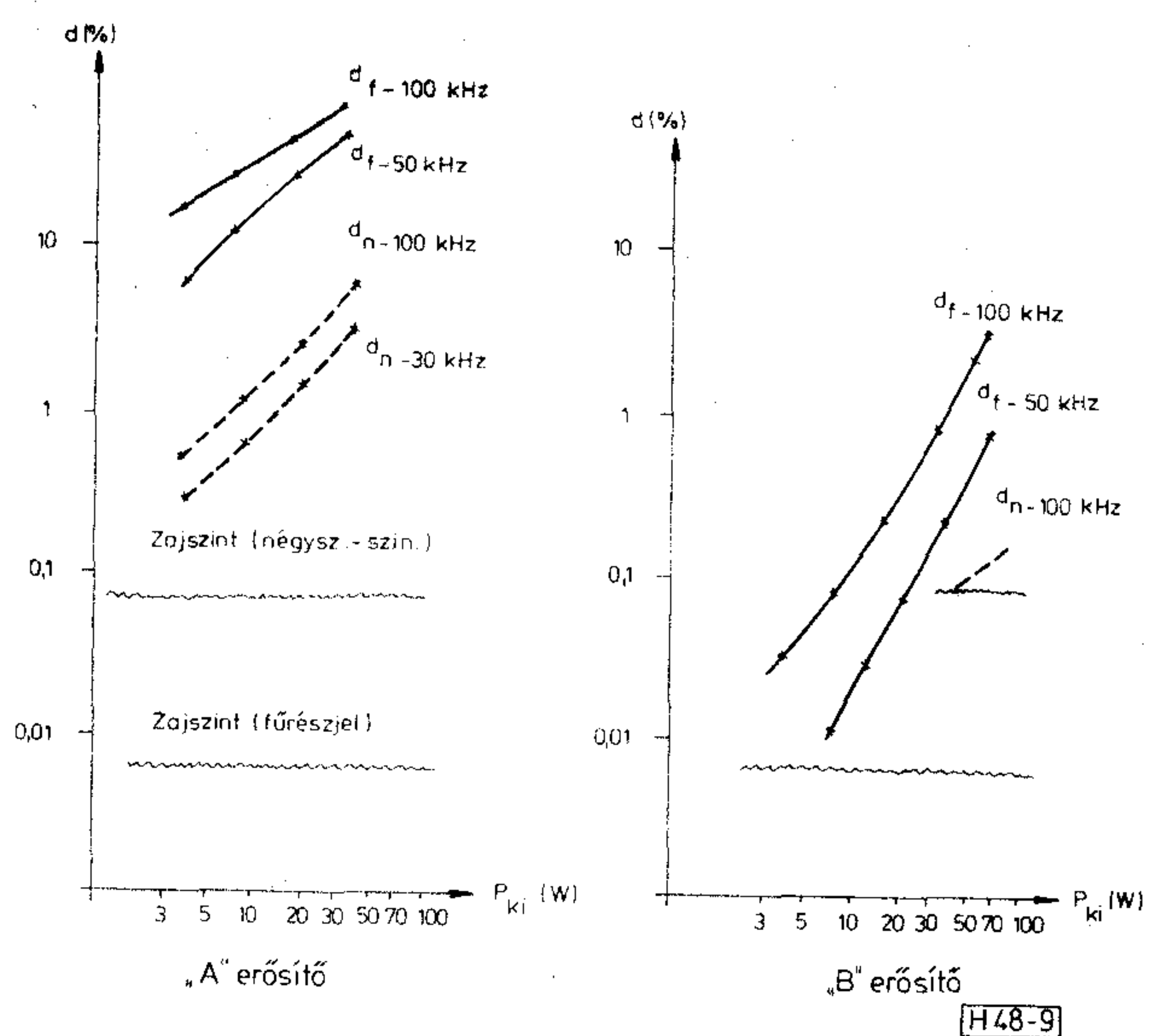
Kis dinamikus torzítás eléréséhez tehát az egyik legfontosabb kritérium, hogy az erősítő minél nagyobb jelváltozási sebességű legyen.

A két mérési módszer összehasonlítása

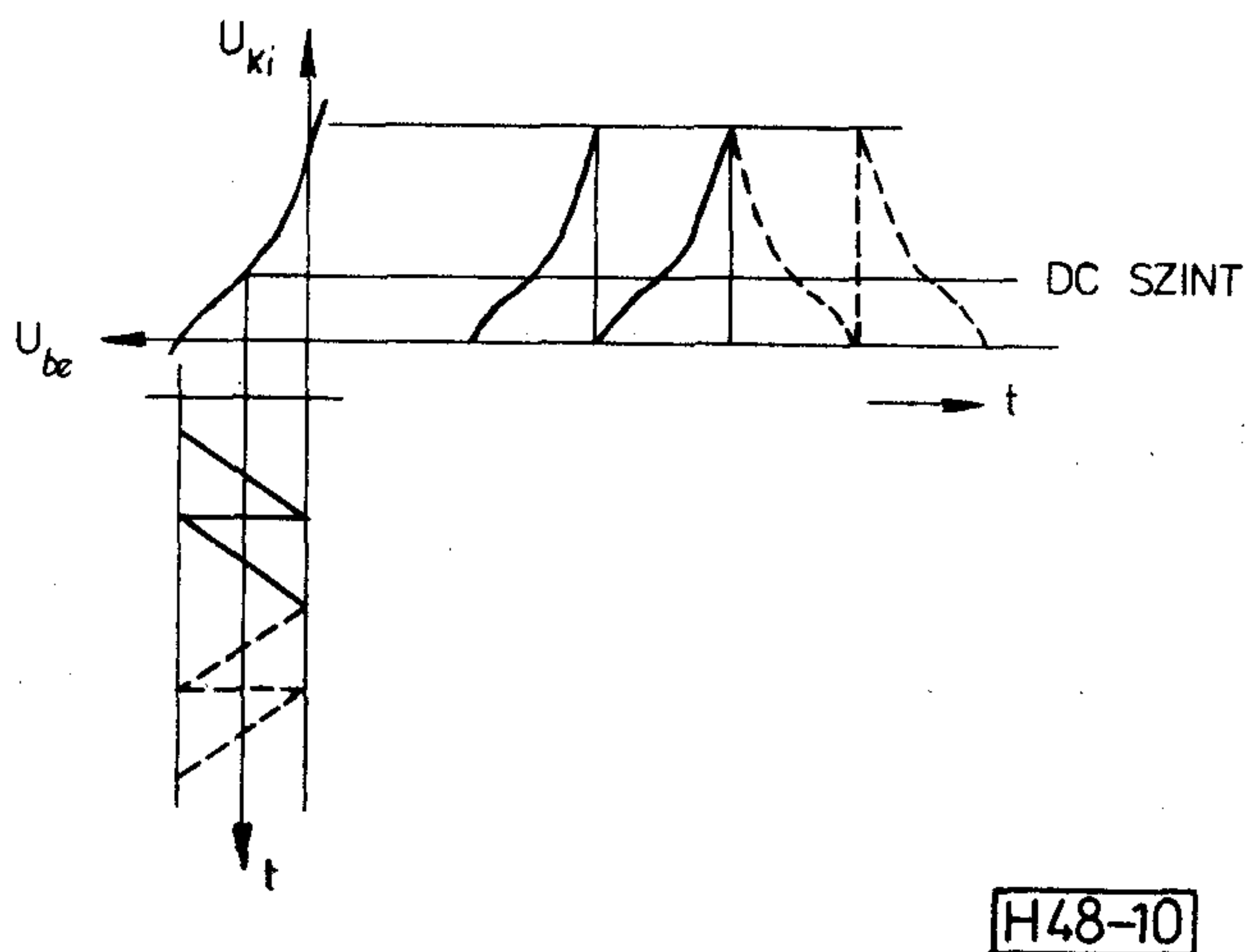
A kimeneti teljesítmény függvényében egy adott erősítőnél a két különböző elven alapuló — négyszögszinusz, ill. invertált fűrészjeles — mérési eljárás során más értékű dinamikus torzítási tényező mérhető (d_n , ill. d_f).

A kétféle eredmény közti korreláció vizsgálata érdekében különböző felépítésű teljesítményerősítőket vizsgáltunk mindkét módszerrel. Mindegyik erősítő harmonikus torzítása 0,1%-nál kisebb volt, ezen belül a más kapcsolástechnikából adódóan a jel-emelkedési sebesség (SR) és a statikus intermoduláció (IM) értékei eltérőek voltak.

A mérési eredményekből két tipikus esetet tüntet fel a 9. ábra. Az „A” erősítő „hagyományos” tervezői szemlélettel készült, melynek tulajdonságai a nagy nyílthurkú erősítés, a sávszűkítő kompenzálással kialakított alacsony, a hangfrekvenciás sávba eső nyílthurkú domináns pólus frekvencia, a nagymértékű negatív visszacsatolás. A „B” erősítőre jellemző a sáv bővítő kompenzálással elért nagy jel-emelkedési sebesség, önmagában visszacsatolt erősítő fokozatokkal (hidegítetlen emitter ellenállások) nagy nyílthurkú sáv szélesség és nem nagyobb, mint



9. ábra. Mérési eredmények

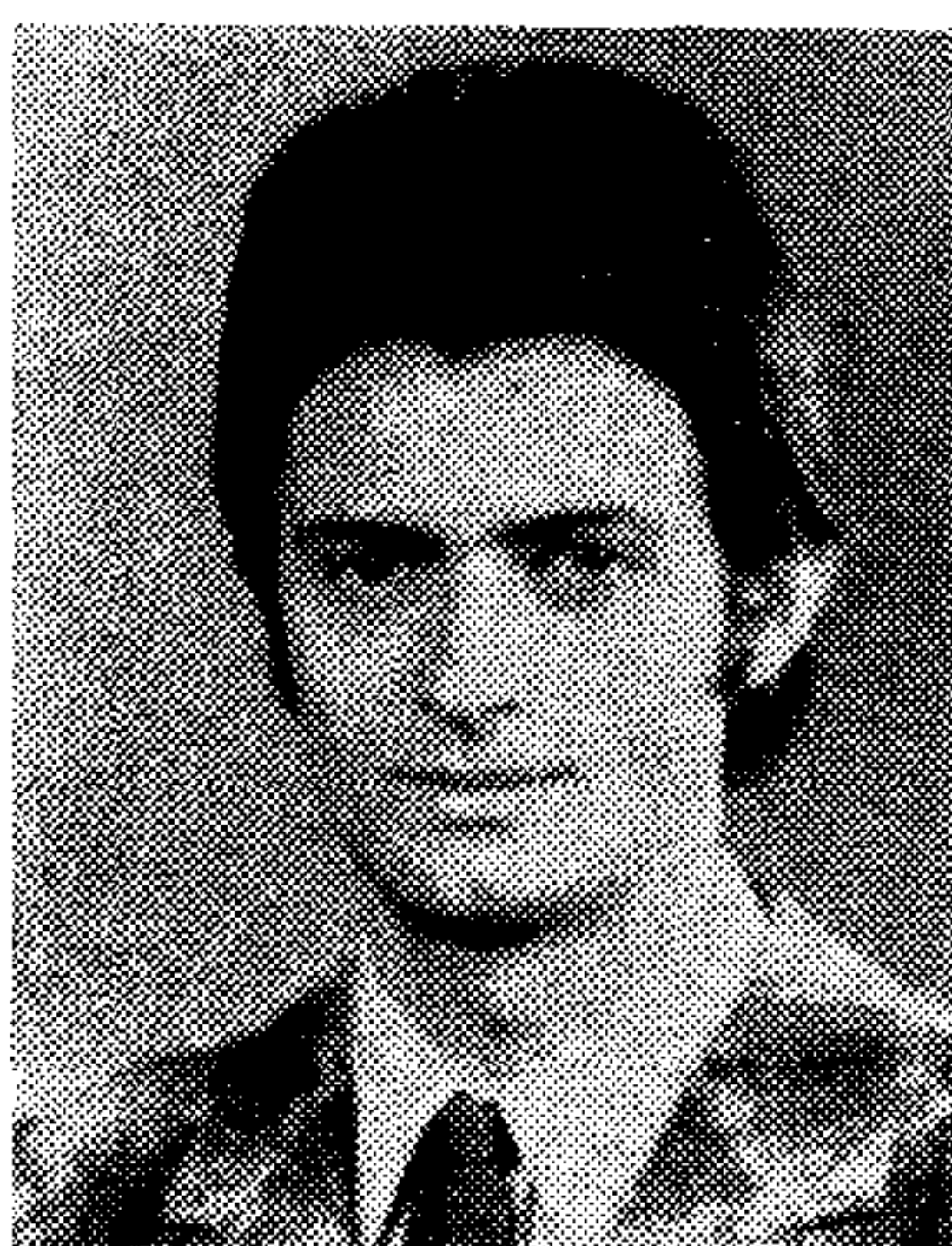


20 dB-es, a teljes áramkört átfogó negatív visszacsatolás.

Mindkét mérési módszernél a mérőjel tranziens élének meredekségét befolyásoló LPF1 aluláteresztő szűrő pólusfrekvenciáját változtattuk és a görbéket ennek megfelelően paramétereztük. A 6. ábrán látható HPF feluláteresztő szűrő határfrekvenciája 1 kHz, szerepe a fűrészfog fázisinvertálásakor keletkező egyenfeszültségű és alacsony frekvenciás komponensek kiszűrése a mérőjelből. Az LPF2-t megvalósító RC aluláteresztő szűrő pólusfrekvenciája 250 Hz: feladata a 20 kHz-es fűrészfog jelalak leválasztása.

A mérési eredményekből levonható következtetések

- A négyszög-színusz módszernél 60 dB dinamikus spektrumanalizátor esetén a zajszint kb. 0,1% dinamikus torzítási tényezőnél van, míg a fűrészfogjel módszerrel detektálható mV-os impulzusamplitúdók e rendszer érzékenységét kb. 0,01%-nál határozzák meg. Ez az előzőhöz



SOMLAI TAMÁS

1973-ban szerzett diplomát a BME Villamos-

mérnöki Karának Híradástechnikai szakán. Ezután a magyar — NDK államközi munkaerő-kooperációs szerződés keretében három évig dolgozott a drezdai Robotron Elektronikai Vállalatnál. 1977 óta a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Intézetének munkatársa, jelenlegi beosztása adjunktus. Érdeklődési területe: dinamikus torzítások csökkentésének lehetőségei, zajcsökkentő eljárások, digitális jelrögzítés.

képeket minimálisan 20 dB felbontóképesség-növekedést jelent.

- A fűrészfogjel mérési módszer a négyszög-színusz eljárással összehasonlítva átlagosan 30 dB-nél nagyobb torzítási értéket produkál, így ennek a módszernek az érzékenysége összességében tehát mintegy 50 dB-nél nagyobb.
- A kétfajta mérési módszer eredményeinek átlagos korrelációja néhány esetben eltért. Ezeket az eseteket megvizsgálva kiderült, hogy itt nagyobb statikus intermoduláció is fellépett. Magyarázatot az a tény adhat, hogy a négyszög-színusz módszernél a d_n mérési eredmény a statikus intermoduláció értékeit is magában foglalja, míg a fűrészfogjel mérési eredménye a statikus intermodulációra érzéketlen, mint ez a 10. ábrán bemutatott magyarázó vázlatból látható. Ha az erősítő átviteli karakterisztikája nemlineáris, a kimeneti jelalak tengelyszimmetrikus tükörképe a fázisinvertálást megelőzőnek, így a jel egyenfeszültségű szintváltozása a mérés során nem jön létre.
- A d_f mérés előzőekben tárgyalt nagyobb érzékenységének megfelelően a fűrészfogjel módszerrel olyan nagysebességű erősítők dinamikus torzításai is kimutathatók, melyekre a négyszög-színusz eljárás nem alkalmas.
- A négyszög-színusz módszer nagyértékű spektrumanalizátort alkalmaz, ezzel szemben a fűrészfogjel mérési eljárás további előnye, hogy viszonylag egyszerű műszerezettséggel is elvégezhető.

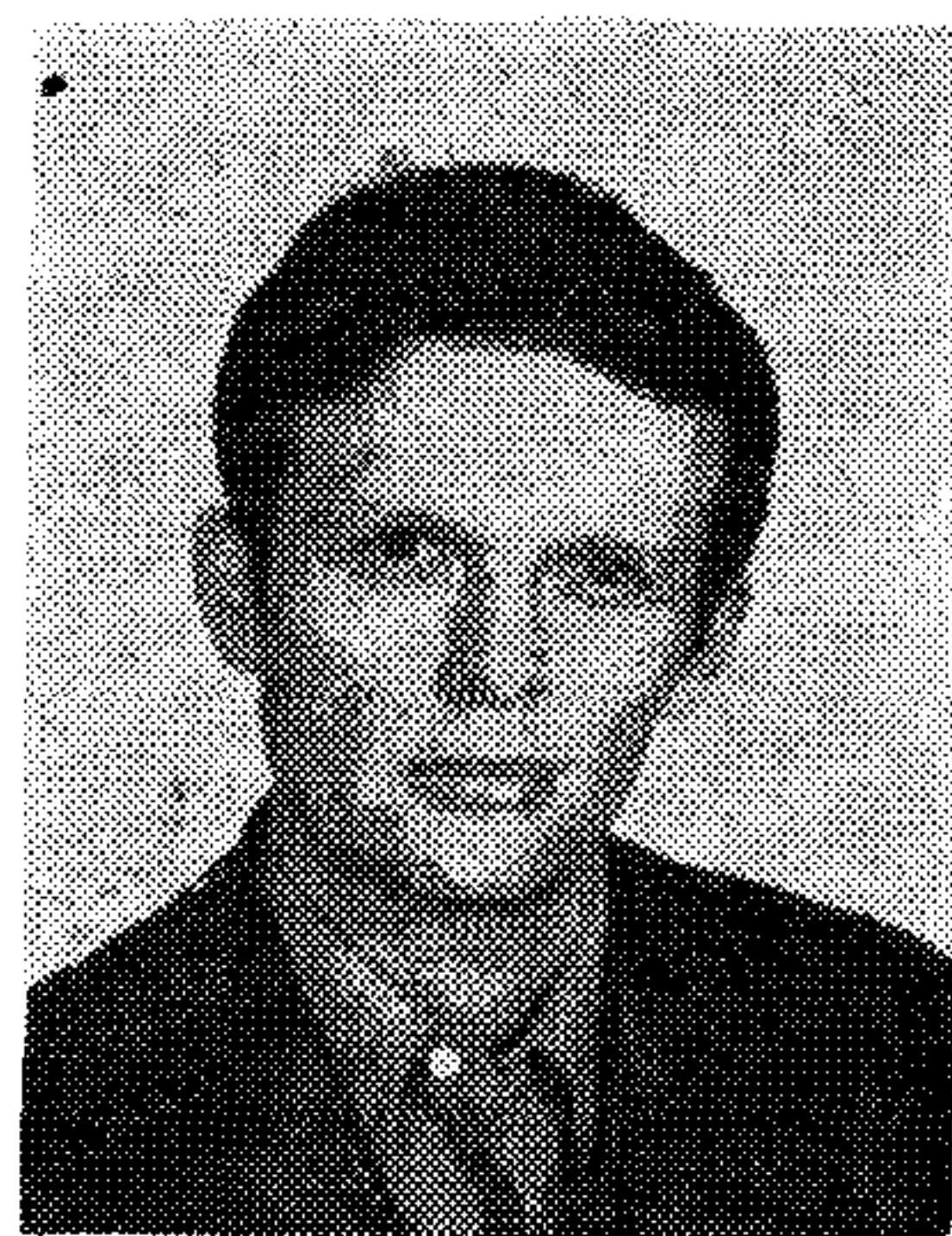
I R O D A L O M

- [1] Magyar Népköztársasági Országos Szabvány MSZ 1559—74. 5.32, ill. 5.36.
- [2] M. Ojala: Transient distortion in transistorized audio power amplifiers. IEEE Trans. Audio and Electroacoustics; Sept. 70. pp. 234—239.
- [3] Petri-Larmi, M. Ojala, M. Leinonen: Audibility of transient intermodulation distortion. Tulsa, Oklahoma. To be published in the IEEE ICASSP (1978).
- [4] S. Takahashi, S. Tanaka: A method of measuring transient intermodulation distortion. J. of AES, Vol. 27, p. 610, 1979 July/Aug.

A felületszerelési technológia hazai bevezetése elé

DR. VÁRKONYI TAMÁS

REMIX Rádiótechnikai Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk ismerteti a felületszerelési technológia kialakulásának előzményeit és összehasonlítja legfontosabb tulajdonságait a korábban kialakult szerelési módszerekkel. Az előnyök és problémák bemutatásával a szerelési eljárás alkalmazhatósági területeit is körvonalazza. Végül a cikk a hazai lehetőségeket tárgyalja.

E cikk egy új elektronikai szerelvényszerelési technika kialakulásának és alkalmazásának hajnalán azaz a nem titkolt szándékkal íródott, hogy felkeltse a figyelmet egy jelentős ipari átalakulási folyamatra. Meglehet e műszaki-gazdasági téma kissé elüt a Híradástechnika megszokott profiljától, de feltehetően nem haszontalan, ha e rövid néhány oldal erejéig a folyóirat olvasótábora is tájékozódik a tudomány eredményeit alkalmazó ipar, elektronikai szereléstechológia váltásáról.

1. Rövid áttekintés a legfontosabb nyákszerelési technológiákról

Minden szerelési technikának három lényeges eleme van:

- az adott technikára alkalmas elemek választéka,
- az elemek hatékony tervezésére, szerelésére és mérésére alkalmas gépek rendszere,
- a rendszer működtetéséhez szükséges tudás és gyakorlat (ha úgy tetszik a know-how).

A szerelési kultúrák viszonylag rövid történelme során először a viszonylag alacsony alapanyag és munkaerő árak domináltak, és így a szerelési költségek sem voltak magasak. Később az elemek „csiszolásával” az új elemek relatív drágák voltak, de amint kezdték visszafizetni ezek bevezetésének költségeit, megindult a már jól ismert nyugati elektronikai ár-életgörbe lefelé induló szakasza, amely nagyobb felhasználásra is ösztönzött. Ez a tömeges termelést is lehetővé tette, amely további árcsökkenést eredményezett. Az 50-es években az elemek összekapcsolási módszere változott alaposan meg a nyák-technológia bevezetésével. Az áramköri elemek elhelyezése viszont alapvetően csak a 60-as években vett gyökeres fordulatot az USA-ban bevezetett, elsősorban R, C elem beültető automaták bevezetésével. Ez kezdetben axiális elemekre épült (a kiveze-

DR. VÁRKONYI TAMÁS

1972-ben fejezte be tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. Később szakmérnöki képzést szerzett „Digitális berendezések rendszertervezése” témában. 1972-től 1984 májusáig a Mikroelektronikai Vállalat-

nál, 1984-től pedig a Remix Rádiótechnikai Vállalatnál hibrid integrált áramkörök tervezésével, fejlesztésével, illetve ilyen jellegű munkák irányításával foglalkozott, ill. foglalkozik. Fő tématerülete: analóg és digitális jelfeldolgozás (elsősorban szűrők), valamint a felületszerelési technológia.

tőket tehát beépítés előtt behajlították, majd a nyáklukakba dugták). Nem sokkal később jelentek meg a radiális és DIL* kivezetőjű elemek beültetésére alkalmas automaták is, melyeket világszerte ma is elterjedten használnak. Ezekkel a gépekkel az időközben rendkívül megnőtt szerelési költségek (az élőmunkaerő már igen jelentősen megdrágult) szoríthatók le igen nagy termelékenység mellett, de nem vezettek sem kisebb, sem lényegesen jobb minőségű áramkörökhöz. Ezen automatának számos korlátja van, mind a sebességre, mind a megbízhatóságra vonatkozóan. Az automatizált felületszerelési technológiák megjelenésének hajnalán 1970 táján először Japán lépett a küzdőterre (konzumer hibrid-áramkör szerelő gépeivel), akit 1-2 év múltán az USA követett (először az autoelektronikai áramkörök szerelésében, feltehetően a nagy darabszám miatt). A nyákszereléssel párhuzamosan, de időben később a hibrid integrált áramkörök tokozott és chip IC-s szerelésű változata is elterjedt. A tokozott integrált áramkörök nyák vagy Al_2O_3 hordozón való elhelyezése szereléstechikai szempontból azonosnak tekinthető. A négy — alapvető — automata szerelési mód tehát:

- a) Axiális elemek automatikus szerelése.
- b) Radiális elemek automatikus szerelése.
- c) Felületszerelhető elemek (SMD) automatikus összeszerelése.
- d) Aktív chip alapú hibridáramkörök összeszerelése és bekötése.

Ezek karakterisztikus vonásai a következők:

- a) Normál alkatrészek beültetését jelenti lyukgalvános (átmenő lyukas) nyákokba. Szerelés előtt

Beérkezett: 1985. IV. 17. (△)

* A szövegben előforduló legfontosabb rövidítések magyarázatát l. a cikk végén.

a kivezetőket meghajlítják. A kivezetők viszonylag hosszúak és általában hegesztettek. Az ilyen alkatrészek szerelésére alkalmas gépek működtetésekor a nyákon kb. 30%-kal több hely szükséges, mint kézi szerelésnél (a gép, illetve az alkatrész fizikai dimenziói miatt). Jellemző sebesség: 6000–16 000 elem/óra. A szerelési hiba tipikusan $(1...2) \cdot 10^3$ ppm. Ez a szám kb. 50%-kal kedvezőbb a kézi szerelés esetétől. (Ez utóbbi úgy tűnik egyik technológia esetén sem küszöbölhető ki teljes mértékben. L. például hálózati transzformátorok, tasztatúrák stb. esetét.)

- b) Hasonló az a) esethez, de nincs kivezető hajlítás, így a gép valamivel egyszerűbb, és megbízhatóbb áramköröket is kapunk, mert a hajlítás eliminálásával a meghibásodás csökkenthető. Mind az a), mind a b) eset egycélú automata gépeket jelent, és csak ritkán lehetséges gyors átprogramozásuk.
- c) Az alkalmazott elemeknek nincs hagyományos értelemben vett kivezetője. A „pick and place” elvű gépek működtetéséhez a nyákon nincs külön helyre szükség, mivel az itt alkalmazott speciális SMD-k kisebbek az azoknak megfelelő hagyományos típusoknál, és ehhez nincs szükség átmenőlyukakra (a gyakorlatban általában, bár kevesebbre, de szükség van). Helyigényük az a) és b) esethez képest lényegesen kisebb. Jellemző szerelési sebesség 1984-ben 3000–20 000 elem/óra. A jelenlegi csúcs 576 000 elem/óra. Aszerelés hibája lényegesen lecsökkent: a 10–20 hibás elem/ 10^6 elem, ami kb. 2 nagyságrend javulást jelent! Ezen technológia várható elterjedésének extrapolált értékei a különböző szakirodalmi cikkekben erősen szóródnak, de az mindenképpen állítható, hogy az ezredfordulóra min. 30–40% lesz az SMA-k részvételi aránya az összes szerelvények között. Egy fontos dolog azonban feltétlenül megjegyzendő. Nevezetesen az, hogy szinte minden előrejelzési grafikon a 15 éves prognózist úgy állította össze, hogy akkorra a görbe már közel nulla meredekségű szakaszára áll be, vagyis feltehetően ez az arány tartós marad.

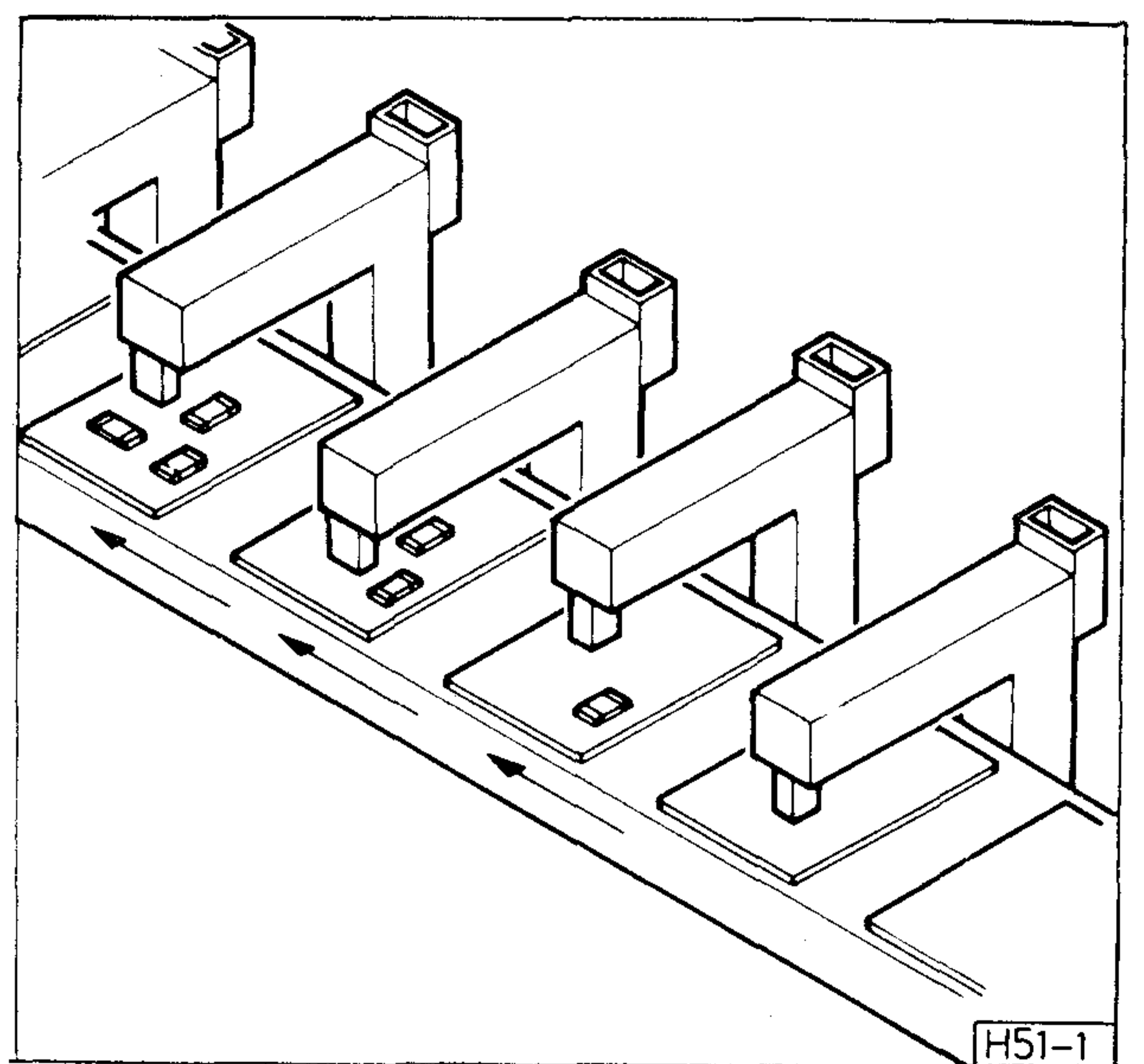
Ugyanakkor a Gnostic Concepts Corp., amely egyébként 30%-ot „jósolt” az SMA javára, a 80-as évekre 12%/év hibridáramköri növekményt prognosztizált, melynek döntő többségét az SMT előretörése okozza. Ezen kijelentéssel mennyiségileg teljesen egyet lehet érteni, mert — mint az alábbiakban látható lesz — a hibrid és az SM technológia erősen hasonlít egymásra (sokszor szándékosan vagy véletlenül is összekeverik), és minthogy az utóbbi olcsóbb, ezért az eddig hibridben megvalósított konstrukciók egy része már ma is átkonvertálható SMA-ra.

Mindhárom eset fő előnye a kézi szereléssel szemben, hogy az élőmunka-megtakarítás miatt a szerelési költségek jelentősen lecsökkenthetők. Ez azért fontos, mert egy berendezés árában a szerelési költségek általában magasabbak, mint az alkatrészeké. Tulajdonképpen ez a gazda-

sági ok magyarázza az SMT átütő sikerét. A három felsorolt technológia szerelési költségeinek aránya a külföldi irodalom tanúsága szerint: $a:b:c \approx 10:3:1$. Fontos kihangsúlyozni, hogy a fenti tájékoztató adatok kizárólag nagy sorozatú gyártás esetére vonatkoznak, mivel mindhárom technikának az *lényegi sajátossága*. Ez oly annyira igaz, hogy ezen technikák még a kifejezetten olcsó munkaerejű országokban is gazdaságosabbak, mint a kézi. A cikkek szerint ez az SMT-re különösen igaz (már csak a 10:3:1 miatt is). Így e technikák világméretű elterjedése várható [1].

Az SMT várható igen intenzív fejlődése és elterjedése annak a világméretben kibontakozó rugalmas automatikus termelési rendszernek egyik eleme, amely viharos gyorsasággal söpör végig az iparosodott világon és amelyről — egyelőre — még (!) hazánk sem késett le. A rugalmas jelző tartalma kettős. Jelenti egyrészt a tárolt programvezérlést, vagyis a számítógépes irányítást, ahol egy új típusú áramkör szerelése döntően csak programcserét igényel, másrészt ezen gépek általában — modulrendszerű (tehát flexibilis kiépítésű) felhasználását. Az *automatikus* szó valós tartalma a robottechnikát, illetve önműködő gépsorokat takar, vagyis a főbb műveletek közvetlen emberi kéz beavatkozása nélkül történnek. A mind nagyobb automatizálhatóságot egyébként elősegíti az a már megindult folyamat, amelynek során az igen sokszor nehezen automata-szerelhető potenciómétereket és nagyobb induktivitásokat tartalmazó analóg áramköröket digitális rendszerek váltják fel. A *termelési rendszer* igen racionálisan felépített, komplex folyamatot jelent a vevőszolgálattól a készáru raktározásáig.

Az SMT honosítása nem csupán szerelőgép-vásárlást és üzemeltetést jelent, hanem egy zárt, bonyolult anyag—gép—ember rendszert, illet-



1. ábra. In-line (lineáris) rendszerű automatikus felületszerelőgép mozgásvázlata

ve egy új *technológiai kultúra megteremtését*. Ez a szerelési módszer ugyanis jelentősen megváltoztatja az új áramkörü elemeken és szereléstechnikán keresztül a nyák-topológia tervezést (különösen vonatkozik ez a nagyfrekvenciás áramkörökre), a forrasztási és tisztítási eljárásokat, valamint a mérési módszereket (elsősorban a mérőbefogókat) is.

- d) Az aktív chipet tartalmazó hibridáramkörök lényegében multilayer multichipes bondolási technikát jelentenek. Ennek igen nagy jelentősége van a klasszikus hibridtechnológia területén, de szereléstechnikai oldalról nincs tömeges felhasználási vonzata. (A chipok felhelyezése történhet automatával, de a további szerelés, vagyis a bondolás általában kézzel vagy (fél-)automatával történik.)

2. Felületszerelő géptípusok

Mindjárt az elején le kell szögezni, hogy a fogalom egyaránt alkalmazható nyák és kerámia hordozóra. A továbbiakban azonban az SMT alatt az egyszerűség kedvéért mindig a nyák hordozós eset értendő. Egy lehetséges osztályozás szerint a főbb típusok az alábbiak [2]:

a) In-Line:

Ekkor annyi alkatrész-elhelyező vákuumpipettás fejet alkalmaznak, ahány felületszerelt alkatrész szükséges a nyák teljes beépítéséhez. Itt a nyák folyamatosan halad (1. ábra). Előnye, hogy egyszerű, de két jelentős hátránya van, egyrészt a különböző típusú nyákokra való áttérés igen időigényes és bonyolult, másrészt ha sok elem van a nyákon, a fejsor rendkívül hosszú lesz.

b) Szekvenciális:

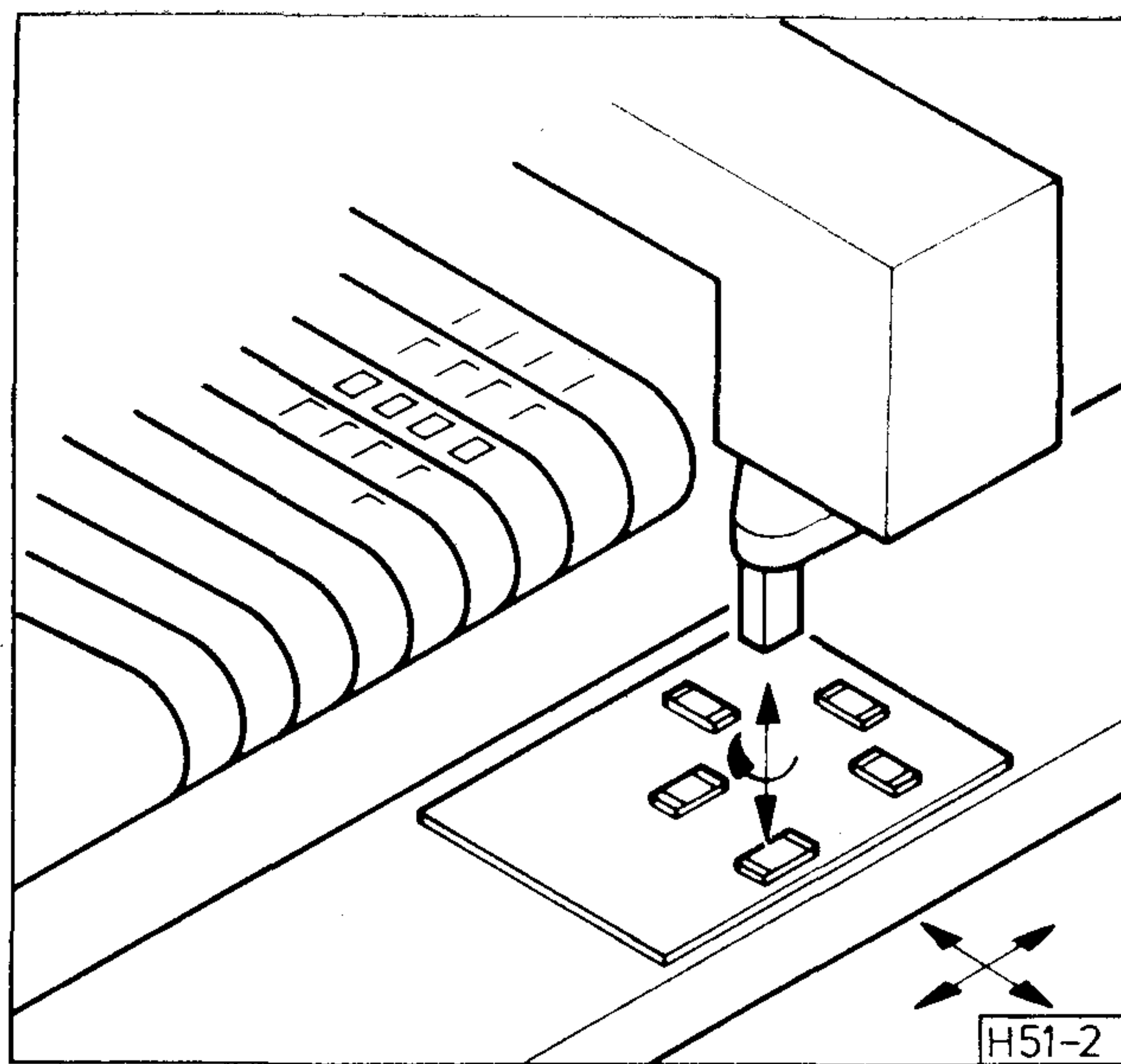
Egyetlen alkatrész-elhelyező fejet alkalmaznak, mely az alkatrészeket egyenként rakja fel a hordozóra. A fej X—Y—Z vagy a hordozó X—Y mozgását a software határozza meg (2. ábra). Előnye, hogy gyorsan átprogramozható, de hátránya, hogy az egy nyák szerelésére fordított idő meglehetősen hosszú.

c) Szimultán:

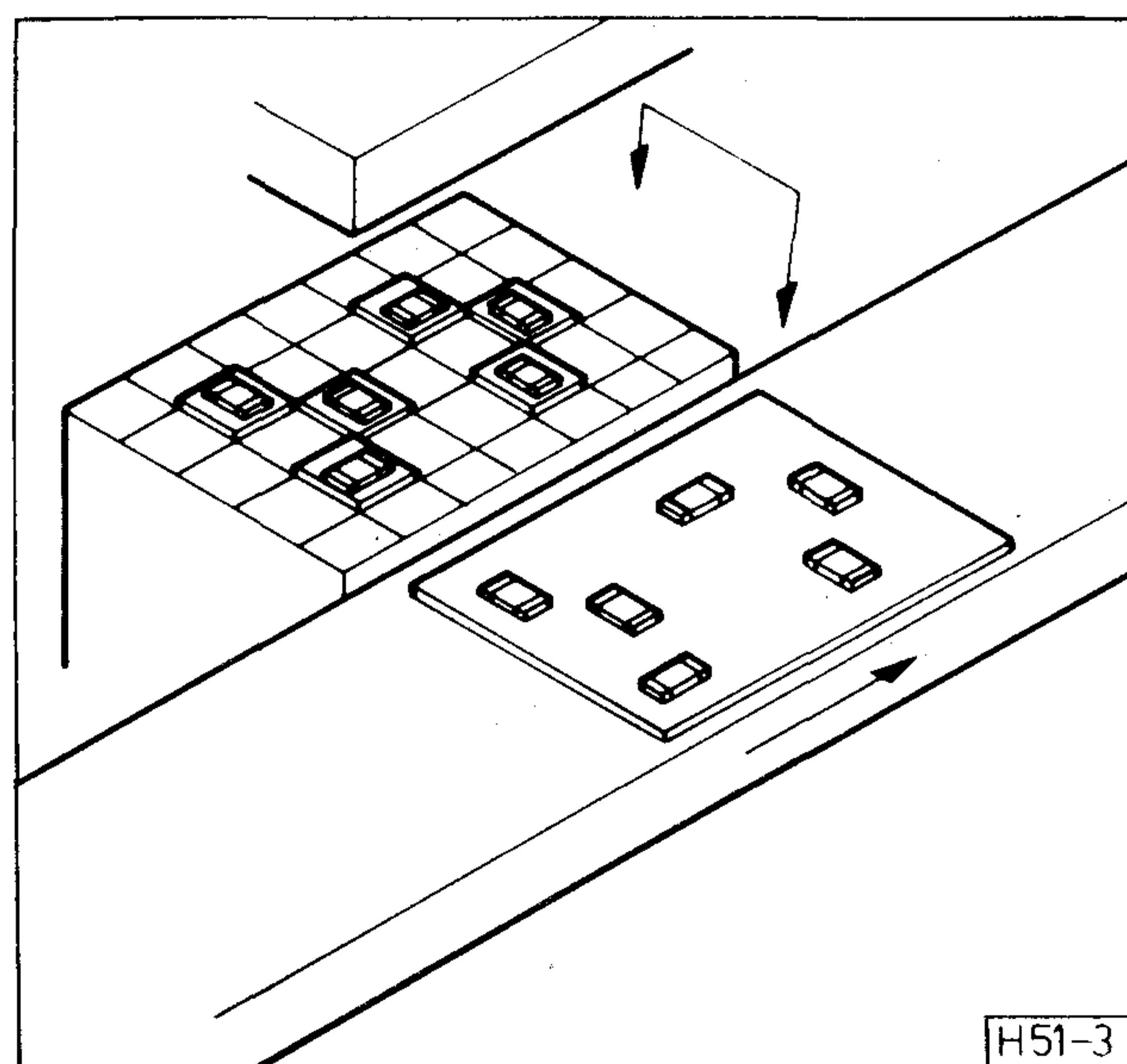
Általában többfejes a gép, és az összes felületszerelt elemet egyszerre helyezi fel. A hordozó a szerelés alatt áll (3. ábra). Előnye, hogy a gép így meglehetősen nagy teljesítményű, ugyanakkor jelentős hátránya a hosszú átállási idő.

d) Szimultán/szekvenciális:

Rendszerint programozható többfejes automata gépet jelent (4. ábra). Igen nagy flexibilitása és termelékenységé miatt e gépek fejlesztése — tekintettel a felfutás kezdeti szakaszára — világszerte rendkívül nagy intenzitással folyik, és szinte hónapról hónapra jelenik meg egy-egy új vagy továbbfejlesztett változat. A (ma mintegy 20 céget jelentő) szerelőgépgyártók mindinkább arra törekednek, hogy minél több



2. ábra. Szekvenciális rendszerű automatikus felületszerelőgép mozgásvázlata



3. ábra. Szimultán rendszerű automatikus felületszerelőgép mozgásvázlata

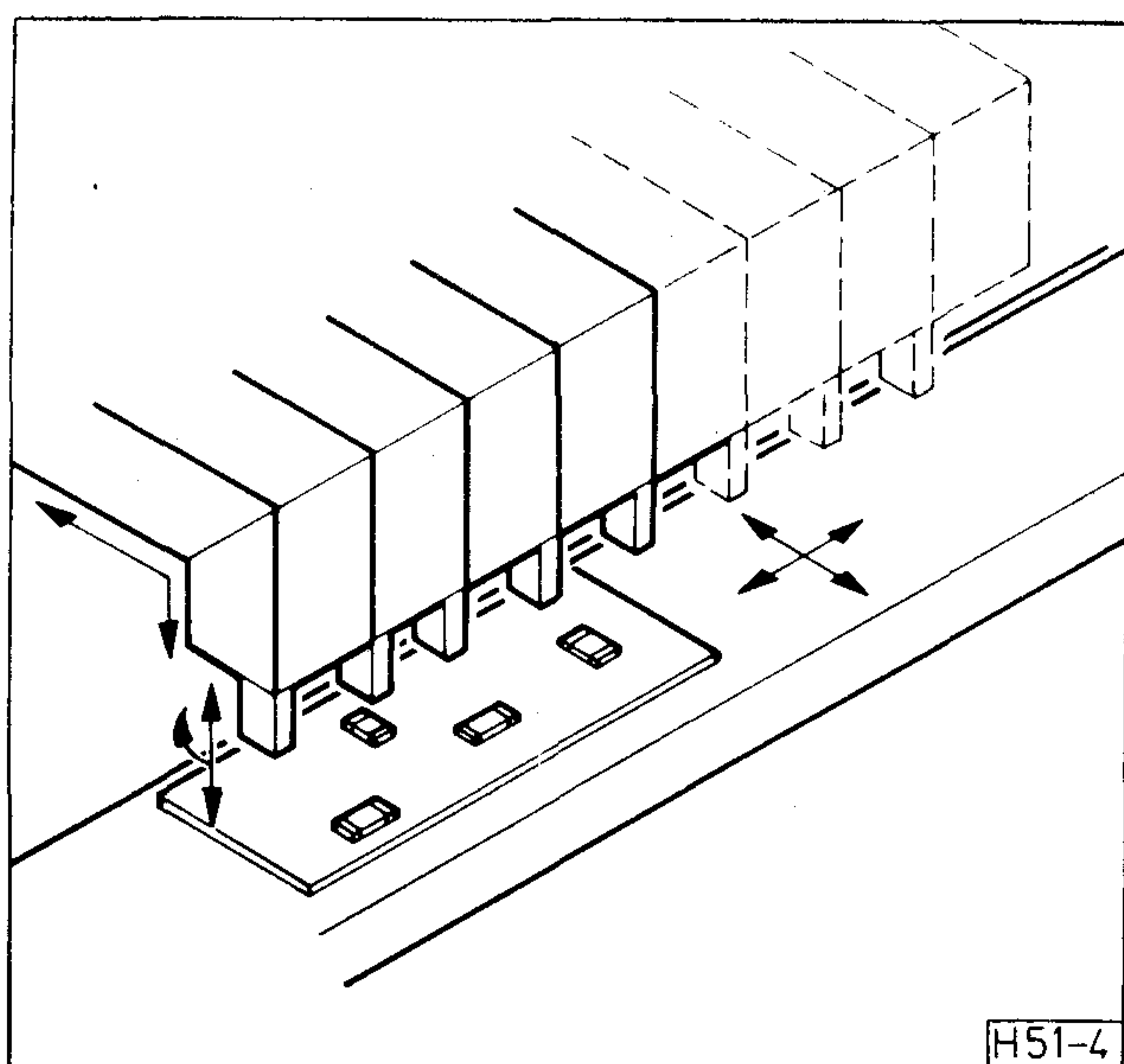
szolgáltatást nyújtsanak gépeik, sőt igyekeznek a technológia teljes vertikumát kitölteni (elemek, gépek, know-how).

3. Felületszerelt nyákok tulajdonságai

3.1. Előnyök

- a) Bár az SMD elemek költségei ma mintegy 50%-kal magasabbak a hagyományos elemeknél, a szerelés miatt a teljes SMA ár kb. 30—70%-kal kedvezőbb a konvencionális nyáktól.

Ha figyelembe vesszük az új technológiai berendezések árát, akkor a hagyományos és az SM technika bevezetési költséggörbéi kb. 5 év



4. ábra. Kombinált (szimultán/szekvenciális) rendszerű automatikus felületszerelőgép mozgásvázlata

múlva fogják keresztezni egymást. Ez annak ellenére is hihető, hogy az SMT megjelenésével a hagyományos technológiai géparak törvényszerűen estek vagy esni fognak. Azonban az SMT gépek műszaki előnyei és a gyártmány költségei ezt a távolságot csökkenteni fogják.

- b) Az SMA szerelési költsége lényegesen alacsonyabb az összes többi szerelési technológiától. (Természetesen elegendően nagy gyártás esetén, l. a 10:3:1 arányokat.)
 - c) Az SMA-k kisebbek a funkcionálisan azonos, de más technológiákkal készült áramköröknél (esetenként még a klasszikus hibridáramköröknél is.) Ez döntően két tényezőnek tudható be. Először is az SMT—SMD alkalmazásával a hordozó mindkét oldala kihasználható (ez eleve közel 50% nyereséget jelenthet). Másodszor az alkalmazott áramköri elemek kisebbek a hagyományos elemektől. Ráadásul ezeknek nincs szokásos értelemben vett kivezetőjük, így sűrűbben helyezhetők el. Az SMD ezen tulajdonsága miatt az alkatrész-elhelyező gépeknek nincs extra helyre szükségük. Így egyetlen oldalon átlagosan 60%-kal csökkenthető a helyigény. Összességében a helymegtakarítás egy-egy nyákra vonatkozóan (optimális esetben) kb. 70—75%-ra tehető.
 - d) Kisebb a szerelési hiba (gyártásközi meghibásodás). Az ok ismét az SMD-k fizikai kialakításában keresendő. Célkitűzésként a végtermék nyákra vonatkozóan a szakirodalom 50 ppm line-rejectet jelöl meg. (Hibaarány.)
 - e) Az SMA megbízhatóságáról jelentéktelen kivétellel csak pozitív vélemény olvasható. Az viszont kétségtelen, hogy konkrét mért adatok kevés cikkben olvashatók.
- Mindent összevéve megbízhatósági szempontból fontos lesz további mérési adatok nyomonkövetése mind az SMD-k, mind az SMA-k tekinte-

tében. Ez még akkor is célszerű, ha a hegesztett kivezetővel nem rendelkező, tehát várhatóan megbízhatóbb SMD-k és a kisebb fizikai méretek miatt várhatóan mechanikailag stabilabb SMA-k összességében kedvezőbb megbízhatósági jellemzőket sejtetnek.

- f) Az SMA-k súlya is kedvezőbb a hagyományos nyakkal szemben [3]. Ennek két oka van. Az áramköri elemek súlya is önmagában jelentősen csökkent (egy 8 kivezetős SO IC/DIP felületaránya 1/2,6, súlyaránya 1/10, míg ezen számok 24 kivezető esetén 1/3 és 1/6). E számok chip-carrier esetén még kontrasztosabbak). Az azonos funkcióra szolgáló hasonló anyagú, de kisebb felületű nyák is súlycsökkenést jelent. Itt kell megjegyezni, hogy a jelenleg tőkés devizáért beszerzett nyákok mennyisége az SMT elterjedésével jelentősen csökkenthető.
- g) A tradicionálisan szerelt nyakkal szemben az SMA-k nagyobb sáv szélességeknél is jobban felhasználhatók. Ennek oka elsősorban az SMD fizikai kiképzésében keresendő. Mivel nincs kivezetőhuzal, ezért kevesebb a parazita kapacitás és induktivitás, valamint fontos tulajdonság, hogy a rövidebb hozzávezetések is nagyobb frekvenciák használatát teszik lehetővé. A jelenlegi alkalmazások jelentős része nagyfrekvenciás áramkörökből adódik.
- h) A rövidebb vezeték és a kivezető elmaradása kisebb elemi antennákat is jelent, ezért az áramkör kevésbé lesz érzékeny külső zavarokra, és önmaga is kevesebb szórt teret létesít.
- i) A mikrofónia jelensége tisztán SMD-kel szerelt nyák esetén gyakorlatilag megszűnik.
- j) Az SMA reprodukálhatósága lényegesen jobb a hagyományos szerelésűnél, ami nyilvánvalóan a technikai sajátágaiból adódik (pl. pontosabb szerelőgépek).

3.2. A felületszerelési technológia jelenlegi problémái

- a) Jelenleg — az egyre bővülő lista ellenére — az SMD választék még nem kielégítő. Éppen ezért várható, hogy a *kevert nyákok esetére kell legalább középtávon felkészülnünk* (SMD és hagyományosan szerelhető elemek egy nyákon). Az aktív elemek közül rendkívül sok típus nem kapható még SO tokban, bár ezek száma idővel rohamosan csökkenni fog. A még ki nem váltott DIL tokozású áramkörök kivezetőinek meghajlításával az átmeneti időszak „átvéssel” lehet. Az ellenállások közül a nagy teljesítményűek széles körű elterjedése két oknál fogva nem várható. Egyrészt mert meglehetősen nagy felület adódik az aktuális disszipációhoz, másrészt a hagyományos nyák anyag rossz hővezetése sem kedvez a nagyobb teljesítményeknek. A hibrid integrált áramköröknél elérhető $\pm 1\%$, ill. $\pm 0,5\%$ -os sor nem valószínű, hogy el fog terjedni, ára és a túlságosan széles választék miatt. Ugyancsak nem várható a nagy kapacitású és egyben nagyobb feszültségű

elektrolitikus kondenzátorok SMD formában való megjelenése. A potencio méterek, amelyek pl.: DIL formában ma is kaphatók, feltehetően előbb-utóbb részlegesen SMD formát vesznek fel. A kapcsolók, csatlakozók és más mechanikai szerelvények csak részben lesznek SMD kivitelűvel kiválthatók.

Megjegyzendő, hogy az SMT gépek gyártóinak állandó (jogos) fájdalma, hogy mind ez idáig nem sikerült az SMD-k fizikai tulajdonságaira, méreteire átfogó szabványokat létrehozni. Ez is oka annak, hogy a gépek fejlettsége — részben — azzal is mérhető, hogy hányféle alkatrészt tud kezelni.

- b) A teljes rugalmas automatikus rendszer kiépítése meglehetősen költséges. (Pl. a Hewlett—Packard 500 e\$-ra becsüli, meg nem nevezett üzemnagyság mellett.) [4] További probléma, hogy teljes gépsort és know-how-t egyidejűleg mind ez idáig egyetlen cég sem tud egyelőre szállítani. Biztató viszont, hogy már megjelentek az első SMT-re specializálódott szolgáltató jellegű vállalatok.
- c) Tekintettel a technika újszerűségére, a berendezések feltehetően részben export-engedély kötelesek, és mint ilyenek, beszerzésük idehaza meglehetősen bizonytalan. A körülményekhez való ilyen értelmű rugalmas alkalmazkodás miatt is a *modulrendszerű gépek* vásárlása feltétlenül ajánlott.

4. Hazai lehetőségek

E cikk abban az időben íródott, amikor országszerte a középtávú tervek előkészítésén dolgoznak. Ez is egy lehetőség arra, hogy megfelelő koncepció alakuljon ki az elektronikai ipar új vagy részben új stratégiájára. A felületszerelési technika e stratégia egyik eleme lehet. Az eddigi nemzetközi tapasztalatok és az előrejelzések is azt mutatják, hogy e lehetőséget fel is kell használni. Az biztosan állítható, hogy a hazai hibrid- és nyáktechnológia alapjain a felületszerelési technológia az ésszerű kockázat határain belül adaptálható.

Úgy tűnik, hogy a központi szervek most idejében és pozitívan reagálnak az elektronika területén jelentkező ezen újabb technológiai rés keletkezésének megakadályozására. A hazai vállalatok egy része — az eddigi visszhang alapján — feltehetően nem fogja „idegen testként” kidobni készülékeiből az így szerelt nyomtatott áramköröket, de sokkal kíváncsabb lenne, ha igényeikkel ők (is) gyorsítanák a folyamatot. Látni kell ugyanis, hogy a világpiacon is eladható készülékek egyik kritériuma lesz a felületszerelt nyákokkal készült berendezés, elsősorban kedvezőbb gazdasági, másodsorban műszaki okok miatt [5].

A hazai felületszerelési technika feltehetően egy-két minta (referencia) üzem létrehozásával veszi kezdetét. Ennek célja a technika megismerése, hazai know-how kidolgozása és a felületszerelésnek, mint a berendezésgyártók szolgáltatásának az alkalmazása hazai berendezések gyártásában. E program sikere

érdekében meg kell teremteni egy részben hazai felületszerelhető elemválaszték kialakítását, az elsősorban ezeken alapuló nyákok gyártását és ezek szinkronizmusát. A siker érdekében rendkívül fontos fentiek gyors végrehajtása, és ezután e technika általános elterjesztése is.

A megoldáshoz vezető út egy lehetséges formája a hazai hibridtechnika eddigi tapasztalatainak felhasználásával történhet, hiszen ez részben adja a külföldről (legalábbis eddig) be nem szerezhető teljes felületszerelési know-how egy jelentős részét. A felmérések azt mutatják, hogy középtávon konvencionális FR—4-es egyrétegű, szigetelőalapú, kétoldalas, finomrajzolatú nyáklemezek egy vagy kétoldali szerelésével kell előállítani a korszerű berendezések szerelvényeinek döntő részét. A felhasznált alkatrészek (egyelőre) hagyományos és felületszerelhető kivitelben kerülnek a hordozóra. Az ily módon készült nyomtatott áramkörökön alapuló új, anyagtakarékos berendezéskonstrukció-igények stimulálásához komoly alkalmazástechnikai munka is szükséges.

A felületszerelési technika alkalmazása tehát egy új technológiai kultúra megteremtését jelenti. A tények azt mutatják, hogy az iparilag fejlett országok e technológiaváltást 1-2 éven belül megteszik. Minden esély megvan arra, hogy ma még számottevő hátrány nélkül ezen anyagtakarékos és műszakilag is előnyös technológia hazai adaptálására is sor kerülhessen. Ennek csak akkor van értelme, ha ilyen üzem(ek) létesítésén túlmenően a hazai elemválasztékot is megteremtjük és e technika befogadására a berendezésgyártókat felkészítjük.

A felületszerelési technika alapjainak megismeréséhez remélhetően e cikk is hozzájárul. A további, elsősorban műszaki jellegű beszámolók a szakfolyóiratokban fognak napvilágot látni.

* A szövegben előforduló angol nyelvű rövidítések magyarázata:

DIL, DIP (dual-in-line, package): két oldalon szerelt kivezetőkkel rendelkező tokozási forma;

SMA (surface mounted assembly) felületszerelt nyomtatott áramkör;

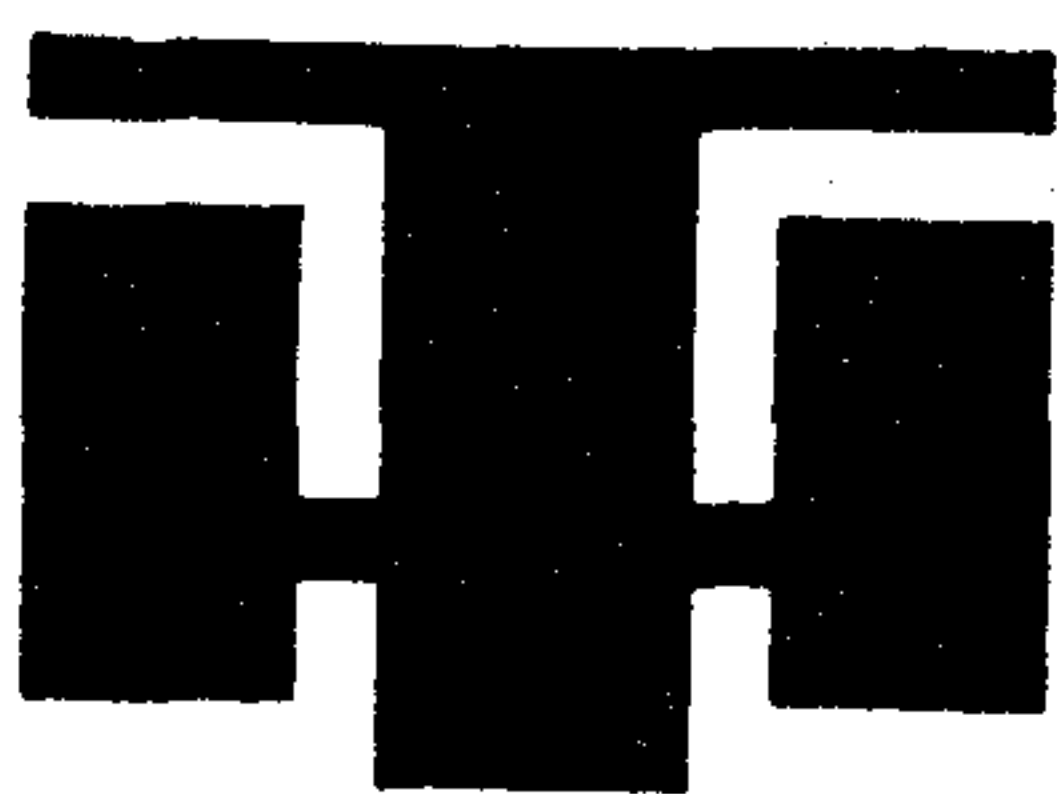
SMD (surface mounted device) felületszerelhető áramköri elem;

SMT (surface mounted technology) felületszerelési technológia;

SOIC (small outline IC) 1,27 mm raszterosztású speciális tokozású integrált áramkör.

I R O D A L O M

- [1] Elcoma Bulletin. May, 1984. Number 33.
- [2] Elcoma Bulletin. October, 1984, Number 35.
- [3] P. Marcoux: Surface Mount Assemblies Shrink Circuitry Electronic Packaging and Production. January, 1984.
- [4] S. W. Hinch and Y. P. Wong: Setting Up Production of Surface Mount Assemblies. Electronic Packaging and Production, January, 1984.
- [5] Göblös János: Quo vadis... Híradástechnika, 1985.



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1519 BUDAPEST * PF. 268. * TEL.: 869-304 * TELEX: 22-6151

HT 680X—CDP SZÍNES GRAFIKUS KIJELZŐS MIKROSZÁMÍTÓGÉP RENDSZER

A mikroelektronikai technológia nagyarányú fejlődése, kiváltképpen a mikroprocesszorok és az olcsó nagykapacitású félvezető tárolóelemek megjelenése lehetővé tett olyan számítástechnikai szolgáltatások megvalósítását és széles körű elterjesztését, amelyekre korábban gondolni sem lehetett. Jó példa erre a grafikus kijelzők térhódítása, amelyek az ember—gép kapcsolatban nyitottak meg új lehetőségeket, illetve a digitális képfeldolgozás sokrétű alkalmazása, amely nagy adattömegben összetett műveletek gyors végrehajtását igényli.

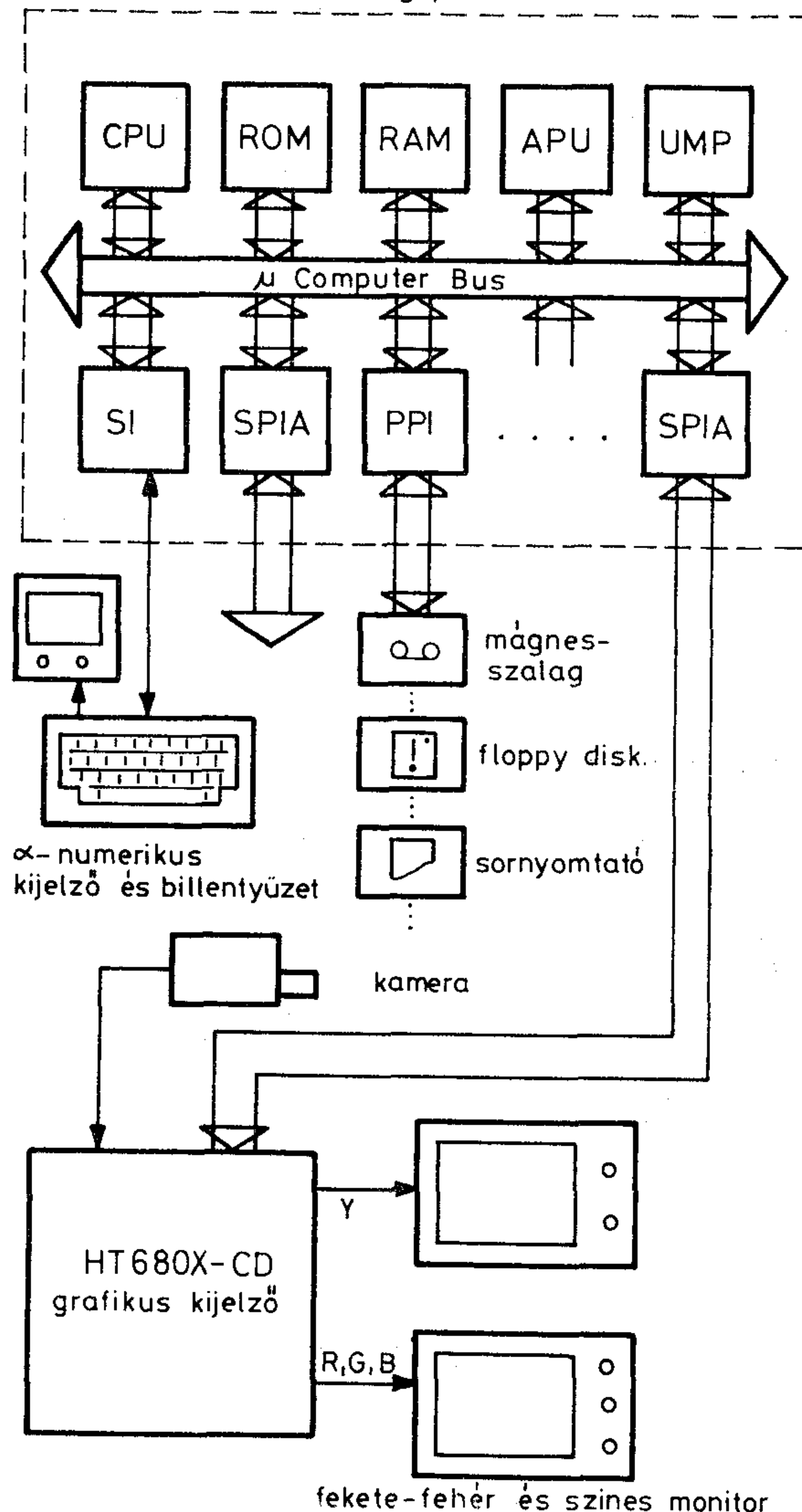
A Híradástechnika Szövetségben a 70-es évek második felében indult a számítástechnikai fejlesztés. Megőrizve a korábbi időszakban kialakított televíziótechnikai profilt — kamerák, monitorok, tv stúdió- és szervizműszerek, zártláncú tv-hálózatok — megjelentek számítástechnikai termékeink, mint pl. a HT School computer, IEC-buszvezérlő vagy a HT 680X mikroszámítógép rendszer. Ez utóbbi, a HT 680X jelzésű professzionális, moduláris felépítésű mikroszámítógép olyan egységes logikai, elektromos és mechanikai specifikációval rendelkező elemekből áll, amelyekből az adott feladat megoldásához legjobban illeszkedő berendezés állítható össze.

Ebben a cikkben a HT 680X—CDP típusú színes grafikus, illetve képfeldolgozó mikroszámítógép rendszert ismertetjük, amely korszerűségével, sokoldalú felhasználhatóságával méltán érdemelte ki az 1981. évi Budapesti Nemzetközi Vásár Nagydíját.

A HT 680X MIKROSZÁMÍTÓGÉP HARDWARE RENDSZERE

Rendszertechnikailag az összeállítás két, elektromos szempontból is jól elkülönülő részre bontható: a mikroszámítógép egységre és a raszter típusú képmegjelenítő egységre (1. ábra). A mikroszámítógép központi egységét az M6800 típusú 8 bites mikroprocesszor képezi. A hat belső regiszterrel rendelkező processzor hétféle címzési móddal 72 különböző utasítás végrehajtására képes. A központi egység modulján 4 kbyte memória (ROM/RAM) kap még helyet, valamint két programozható párhuzamos interface és egy soros átviteli vonal.

HT 680X mikroszámítógép rendszer



1. ábra. A HT 680X színes grafikus mikroszámítógép rendszer

A memórialapozási technika alkalmazásával a 64 kbyte-os memóriatartomány jelentős kibővítésére nyílik lehetőség. Így a rendszer írható-olvasható memóriájának (RAM) kapacitása 512 kbyte-ig növelhető. A RAM modulok 64 kbyte-os, 128 kbyte-os vagy 256 kbyte-os kiépítésben rendelhetők. A csak olvasható memória (ROM) kapacitása szintén foko-

zatokban növelhető a maximális 256 kbyte-ig. A ROM modulok 16 kbyte vagy 32 kbyte, vagy 64 kbyte kapacitással készülnek. Ebből a memóriatartományból a rendszer egyidőben legfeljebb 16 kbyte-ot használ. Ez a 16 kbyte-os terület 2 kbyte-onként tetszőleges ROM memórialapokból jelölhető ki.

A külvilággal való kapcsolatot az illesztő modulok széles választéka biztosítja. A soros illesztő modul (SI) két egymástól független adatvonalon start—stop rendszerű átvitelt valósít meg. Az illesztő egység a párhuzamos-soros átalakításon kívül paritásbités hibajelzést is lehetővé tesz. Az aszinkron átvitel illesztésére vonalmeghajtó áramkörök, 75 ohmos vonalmeghajtók és egy V24/V28 csatlakozást biztosító áramkör áll rendelkezésre. A párhuzamos illesztő modul (SPIA) 4 db 8 bites I/O portot biztosít. Az adatátvitel iránya mind a 4 porton vonalanként software úton állítható. A 4×2 vonalas vezérlőjelekkel automatikusan hand-shake valósítható meg. A programozható periféria illesztő modul (PPI) a párhuzamos I/O portokon kívül a periféria működtetéséhez szükséges kezelő software-t is tartalmazza a modulon kialakított változtatható című és kapacitású ROM, ill. RAM memóriában. Külön modulok szolgálnak kazettás magnetofonhoz (2400 Baud), floppy drive-hoz, kazettás gyorsmagnóhoz, mágneslemezes tárolóhoz történő illesztésre.

Egy további modul, az aritmetikai processzor egység (APU) segítségével aritmetikai műveletek gyors végrehajtása válik lehetővé. A négy alapl művelet 2 vagy 4 byte-os fixpontos előjeles számokon, a magasabb rendű műveletek (szögfüggvények, logaritmus stb.) pedig 4 byte-os lebegőpontos számokon végezhetők. Az UMP (Univerzális Memória Processzor) modul memóriatartományok, illetve memóriaként elérhető I/O egységek közötti adatátvitelt valósít meg a mikroprocesszor közreműködése nélkül (DMA üzemmód). Az alfanumerikus kijelző, amely a billentyűzetet és a képmegjelenítő áramköröket tartalmazza, soros vonalon csatlakozik a mikroszámítógéphez. 24 sor, soronként 80 karakter megjelenítésére alkalmas, ASCII szabvány szerinti karakterkészlettel. Kimenőjele szabványos pozitív összetett videojel, így tetszőleges 625 soros rendszerű tv monitorhoz csatlakoztatható.

SOFTWARE SZOLGÁLTATÁSOK

A HT 680X mikroszámítógép optimális kihasználásához a hardware szolgáltatásokhoz igazodó programrendszer nyújt hatékony támogatást. E programrendszer egyes moduljai között a HTOS monitor program biztosítja a kapcsolatot. Ennek elsődleges feladata a névvel azonosított, rezidens programok keresése, indítása, a lapozott memória kezelése, periféria kezelés biztosítása a standard csatornákon keresztül. További szolgáltatásai közül említést érdemel a memóriatartalom kijelzés és módosítás, a felhasználói, illetve a rendszerprogramból kért megszakítások kezelése, felhasználói programok indítása és továbbengedése. Az Assembler programmodul a 6800-as processzor standard assembly utasításformátumát fordítja gépi kódra. Speciális vagy kritikus futási

idejű programok írásánál nélkülözhetetlen. Assembly programok írásához és más egyszerűbb szövegszerkesztési feladatokhoz használható a Screen—Editor képernyőorientált szövegszerkesztő programmodul. A BASIC Interpreter tudományos-technikai számítások esetén és időben nem kritikus feladatok megoldásánál használható előnyösen. Az alapszolgáltatáson kívül hatékony képernyő-editorral is rendelkezik. A fejlesztés alatt álló FORTH programozási rendszer modul a 79-es standardhoz közel álló utasításkészletet valósít meg. A szokványos utasításokon kívül jelentős bővítéseket is tartalmaz. A rendszer gyors futásidejű modulokból épül fel, a gondos tervezés és hatékony hibafelderítési eljárások révén jól használható professzionális programfejlesztési eszközt biztosít. Külön csoportot alkotnak a HT 680X standard perifériák vezérléséhez szükséges kezelő programok, amelyeket az adott perifériához tartozó illesztő kártya tartalmaz. Ilyen illesztőprogram készült többek között a kazettás gyorsmagnó, a mágneslemezes tároló, a különböző nyomtató egységek vezérlésére.

A HT 680X—CD SZÍNES GRAFIKUS KIJELZŐ

A grafikus, illetve képfeldolgozó rendszer másik fő egysége a raszter típusú képmegjelenítő eszköz. A berendezés nagykapacitású memóriája digitálisan tárolja a megjeleníteni kívánt ábrát vagy képet, amely a tárból a televíziótechnikában szokásos módon soronként kiolvastva megjeleníthető a katódsugárcső ernyőjén. A készüléket a Számítástechnikai Koordinációs Intézettel együttműködésben fejlesztettük ki. A cél olyan képmegjelenítő eszköz előállítása volt, amely egyszerű felépítésével széles körű alkalmazást tesz lehetővé és kellő felbontással rendelkezik finom, részletdús ábrák megjelenítésére. Ennek eredményeképpen jött létre a HT 680X—CD színes grafikus kijelző, amely a 625 soros tv-szabványhoz igazodva általános célú, színes vagy fekete-fehér monitoron jeleníti meg a memóriájában kialakított ábrát.

Az eszköz blokkvázlata a 2. ábrán látható. A készülék központi része a nagykapacitású, kettős hozzáférésű tár. A kettős hozzáférés azért szükséges, mert biztosítani kell egyrészt a képernyőn történő megjelenítéshez a memória videosebességgel történő folyamatos olvasását, másrészt a számítógépes feldolgozáshoz valamennyi képpont adatának átíráhatóságát, illetve kiolvashatóságát. A monitoron való megjelenítésre a memóriából kiolvasott képpontadatokat a Video egység alakítja át a monitor számára szükséges analóg jellé, ellátva azt a szükséges szinkronjelekkel is. Ugyancsak a Video egység tartalmazza a video sebességű analóg-digitális átalakító áramkört is, amely szabványos külső video jelforrás (pl. kamera) képének digitális eltárolását és ezáltal számítógépes kiértékelését teszi lehetővé. A vezérlő számítógép és a memória között az I/O egység biztosítja a kapcsolatot, az egységek összehangolt működéséről, valamint a szabvány tv-jelek előállításáról a Szinkron fiók gondoskodik. A berendezés vezérlése teljes mértékben a számítógép felől történik, kézi kezelőszerve nincs. A vezérlés három 8 bites párhuzamos

géphez párhuzamos illesztő egységen keresztül csatlakozik. A fénytoll jól használható interaktív rendszerben cursor-mozgatás, területkijelölés stb. céljaira. A pozicionáló gömb nagypontosságú cursormozgatást, képpontkijelölést tesz lehetővé a képernyőn. Az illesztő egységből az aktuális képpontkoordináták a 384×288 -as felbontásnak megfelelően olvashatók ki. A botkormány potenciométerek segítségével érzékeli a kezelőszerv tetszőleges irányú kitérését. Az alaphelyzet mindkét fő irányban kívülről beállítható. A potenciométerekről származó analóg jeleket az illesztő kártya alakítja át a központi egység számára digitális jelekké. Az átalakítás felbontása mindkét irányban 256.

Ezen interaktív hardware kiegészítő elemek optimális kihasználását a grafikus kijelzőt kezelő szubrutincsomag biztosítja. Ennek magasabb szintű utasításkészlete mentesíti a felhasználót a kijelző aprólékos vezérlése alól is, ami kényelmes, gyors képkialakítást eredményez. A felhasználó a feladatra összpontosíthat, s nem szükséges ismernie a kijelző vezérlő kódjait sem.

A kezelői szubrutincsomag egyes moduljai az alábbi műveleteket végzik el: képpontok írása és olvasása többféle módon, átkódoló tábla (look-up-table) vezérlése, ernyőtörlés és kép digitális/eltárolás vezérlése, karaktergenerálás, vonalgenerálás a kép tetszőleges két pontja között, körrajzolás, területkitöltés, grafikus cursor előállítása (egyidejűleg legfeljebb 128 cursort, többféle méretben és formában), a fenti hardware kiegészítő elemek kezelése (mindhárom eszközhöz cursor hozzárendelési lehetőség, interaktív funkciókijelölő rendszer stb.).

A HT 680X—CDP rendszer alkalmazástechnikája

A grafikus kijelző egység üzemeltetésére háromféle kiépítés kínálkozik. Az első esetben (3/a ábra) a grafikus kijelző közvetlenül csatlakozik egy kis vagy közepes teljesítményű számítógéphez. Ebben az elrendezésben ez a számítógép gondoskodik az általa kiértékelte kép vagy a feladat megoldásának eredményét adó ábra megjelenítéséről. Iyen kiépítésben szerepel a berendezés több egyetemen, illetve kutatóintézetben, ahol a már meglévő számítógéphez illesztettek színes grafikus képmegjelenítő eszközt.

A 3/b ábra szerinti elrendezésben a kijelző berendezés a HT 680X mikroszámítógéphez illeszkedik, amely kihasználva az interaktív hardware, illetve software eszközök nyújtotta lehetőségeket, az adott feladat optimális megoldását nyújtja. A kiépítés képfeldolgozási-kiértékelési célokra éppúgy megfelel, mint grafikus eredménykijelzést igénylő eljárásokhoz.

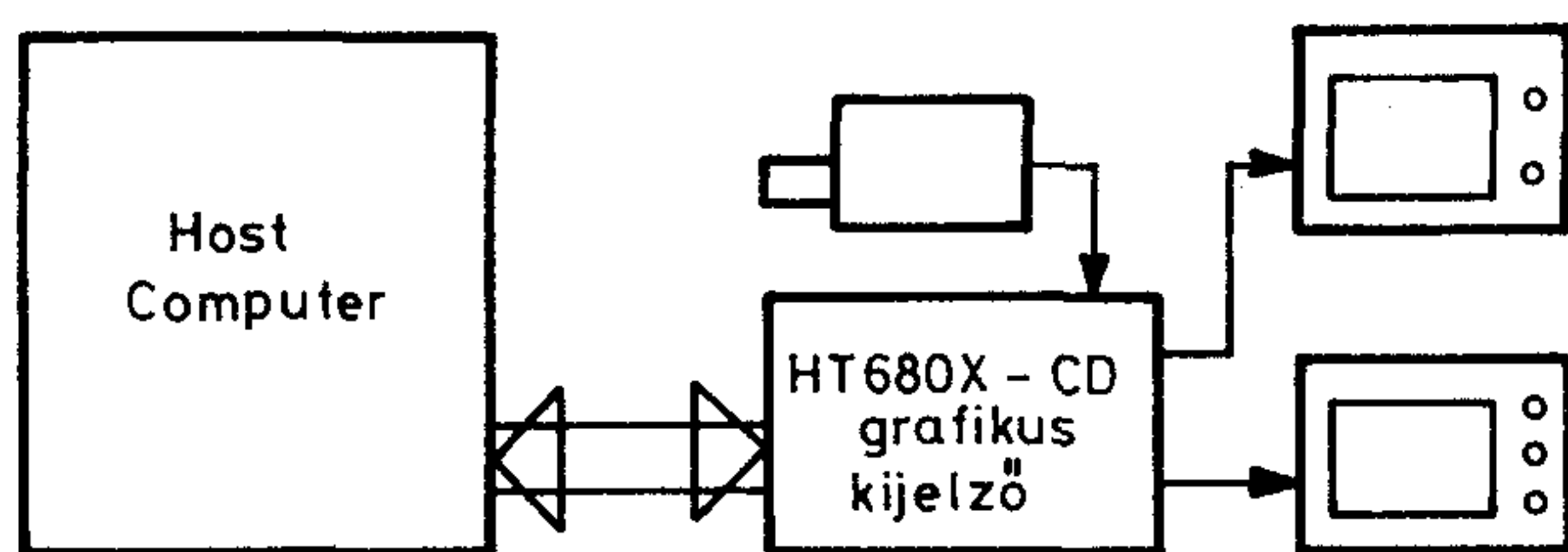
A 3/c ábrán látható elrendezésben a HT 680X mikroszámítógépes — grafikus kijelzős rendszer intelligens terminálként működik egy nagyobb számítógép mellett. A mikroszámítógép egyrészt mentesíti a központi számítógépet a kijelző aprólékos vezérlése alól, másrészt lehetővé teszi az interaktív hardware, illetve software eszközök kihasználását, valamint részfeladatok megoldására is szolgálhat.

A továbbiakban a HT 680X színes grafikus kijelzős rendszer néhány jellegzetes felhasználási módját mutatjuk be egy-egy megvalósított alkalmazás ismertetésével. Televíziótechnikai környezethez történő illesztésére a sportinformációs rendszer nyújt jó

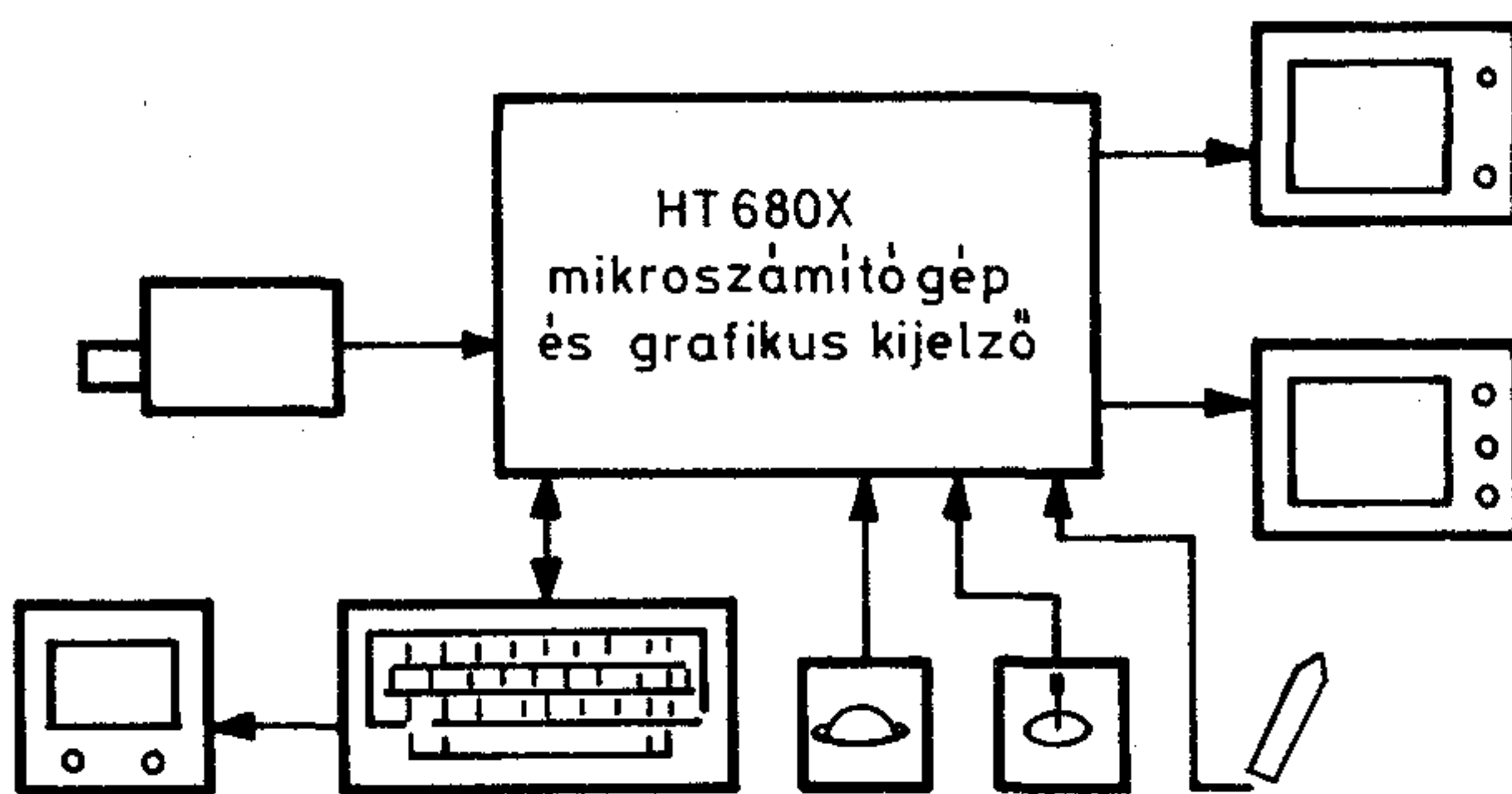
példát. A Budapest Sportcsarnokban 1983-ban rendezett fedettpályás atlétikai Európa-bajnokságon, valamint tornász világbajnokságon a HT 680X grafikus rendszer a tv-képek feliratozásával, piktogramok rajzolásával a KFKI számítógépe által kiértékelte információt továbbította a riporterfülkékbe, és a televíziós közvetítés számára.

A HT 680X rendszert önálló képfeldolgozó berendezésként (3/b ábra szerinti elrendezés) alkalmazzák abban a kutatólaboratóriumban, ahol fémmetszetek automatikus mikroszkópos vizsgálatát végzik a zárvány-felületarány meghatározásával.

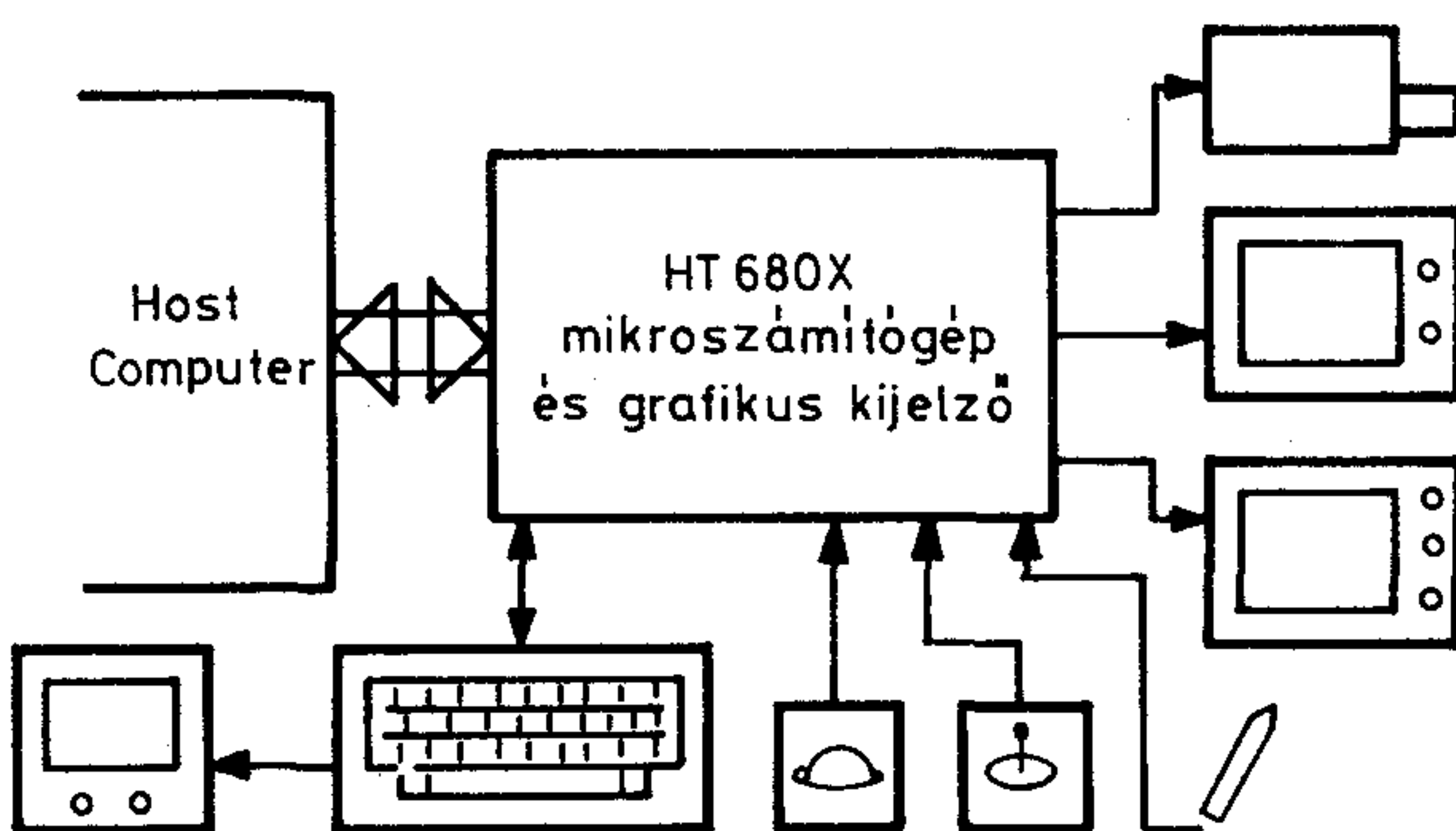
A 3/c ábra szerinti kiépítésre további két alkalmazást mutatunk be. Az egyik példát az Új-Delhiben, a J. Nehruról elnevezett, 1982-ben felavatott sportstadion eredménykijelző tábla és vezérlőrendszere szolgáltatja, amelynek kivitelezője a VBKM Villamos Berendezés és Elektronikai Vállalat volt. A vezérlőrendszerben a HT 680X mikroszámítógép és grafikus kijelző rendszer feladatát a hindi és a hagyományos latin karakterek előállítása képezte, valamint a grafikus megjelenítésre is alkalmas eredménykijelző tábla táblaképeinek előkészítése, táro-



3/a. ábra



3/b. ábra



3/c. ábra

3. ábra. A HT 680X színes grafikus mikroszámítógépet alkalmazó rendszer három kiépítési változata

lása. A központi számítógép a táblavezérlésen kívül a sporteredmények begyűjtését és kiértékelését is elvégezte.

A másik alkalmazási példa a 3/c ábra szerinti elrendezésre az a grafikus kijelzésű rendszer, amely a paksi atomerőmű számára készült, szintén a Központi Fizikai Kutató Intézettel való együttműködés keretében. Ebben az összeállításban a HT 680X grafikus kijelzős mikroszámítógép rendszer egy V24 szabványú soros vonallal csatlakozik a központi számítógéphez. Beépített funkciói lehetővé teszik a központi számítógép által begyűjtött mérési adatok grafikus megjelenítését: így a reaktorzónák hőmérsékletének színkódolt kijelzését, a pillanatnyi állapotot jelző technológiai ábrák képernyőre rajzolását, a biztonságtechnikai ellenőrző mérések szemléletes megjelenítését stb.

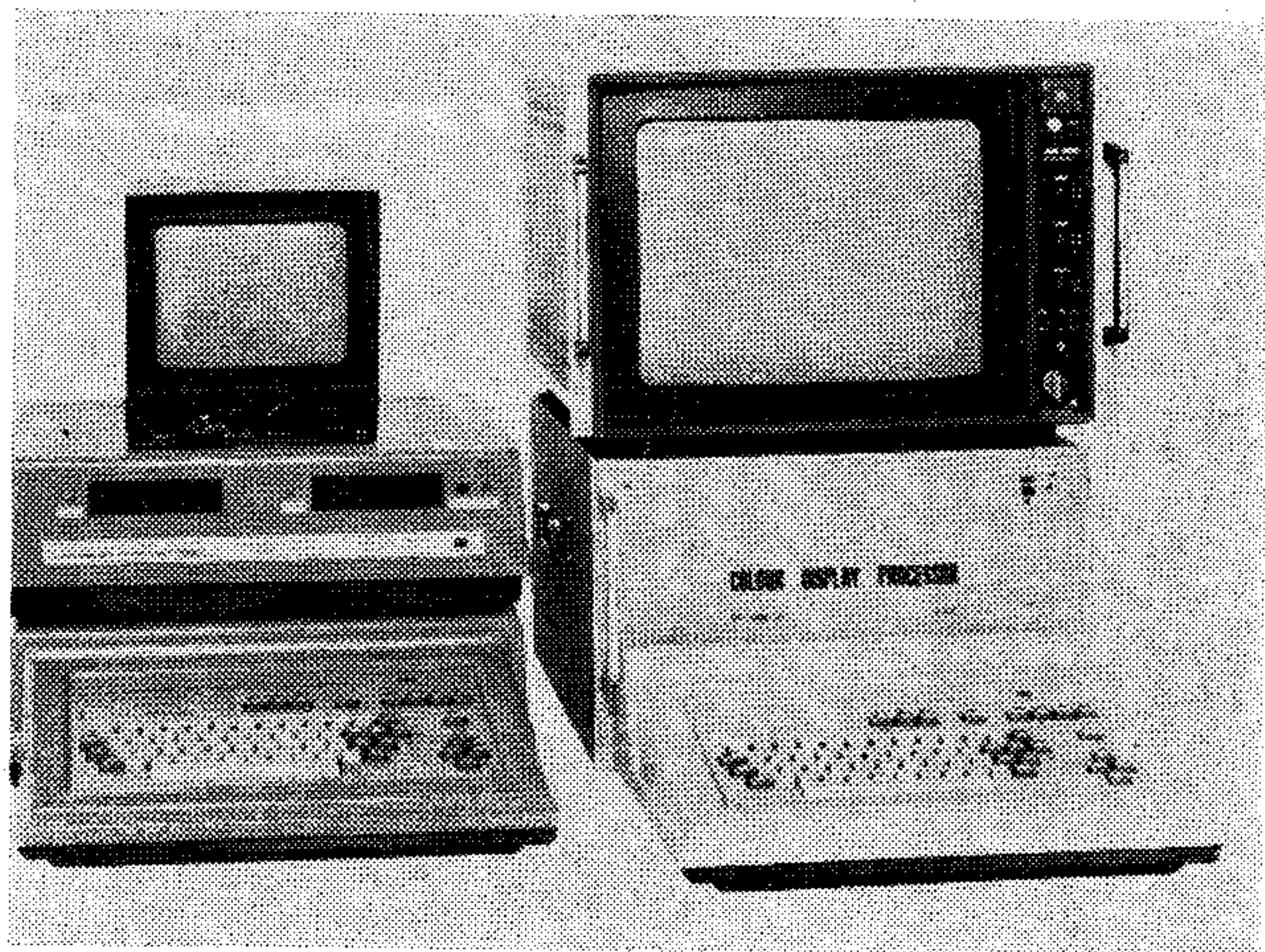
A grafikus kijelző rendszer továbbfejlesztése

Végül külön említést érdemel a grafikus kijelző hardware kiterjesztéssel előállított ún. 4 képsíkos rendszer. Kifejlesztését a Földmérési Intézetben telepített, műholdas felvételek kiértékelésére szolgáló állomás tette szükségessé. A rendszer a műholdas távérzékelés útján nyert multispektrális felvételek egyidejű, egyetlen képernyőn történő megjelenítését teszi lehetővé. A Föld ugyanazon területéről az elektromágneses spektrum különböző tartományaiban (infra-vörös — látható — ibolyántúli) készült felvételek egyidejű megjelenítéséhez a képpontonkénti 6 bites bontás természetesen nem elegendő. Ezért az egyes felvételek megjelenítésére egy-egy teljes bontású (6 bites) grafikus kijelzőt alkalmazunk, amelyeket közös kiolvasási cím- és szinkrongenerátorral meghajtva, az ernyőn történő megjelenítés a 4 tárolható képre vonatkozóan képpontról képpontra azonos fázisban zajlik. A kijelző egység a központi képfeldolgozó számítógéphez a HT 680X mikroszámítógépen keresztül kapcsolódik, amelynek mindkét eszköz felé a DMA üzemmódú adatátviteli lehetősége is

biztosított. Ugyancsak a HT 680X mikroszámítógép vezérli a video kapcsoló-mátrix egységet, amely az egyes felvételek videojeleit tetszőlegesen megadható kombinációban továbbítja a színes, illetve fekete-fehér monitor video bemeneteire. A rendszer természetesen nemcsak távérzékelés útján nyert multispektrális felvételek megjelenítésére használható előnyösen, hanem minden olyan esetben, amely több kép vagy ábra szigorú fedésben történő egyidejű kijelzését igényli.

A bemutatott példák természetesen nem fedik le a színes grafikus képmegjelenítő eszköz valamennyi alkalmazási területét. A felsorolt megvalósításokkal csupán a HT 680X színes grafikus mikroszámítógép rendszer sokoldalú felhasználhatóságát igyekeztünk szemléltetni.

A 4. ábrán két HT 680X rendszerkiépítés látható. A jobb oldali összeállítás a mikroszámítógép asztali kivitelét mutatja be a kazettás gyorsmagnetofonnal, míg a kép bal oldalán a rack-rendszerű vázban elhelyezett mikroszámítógép — grafikus kijelző összeállítás szerepel.



4. ábra

Somogyi Tamás

Kunert Zoltán

Bármely alkalmazástechnikai kérdésben a Híradástechnika Szövetség Vevőszolgálatára készséggel áll felhasználóink rendelkezésére (telefon: 869—522).



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET
BUDAPEST 1116. Temesvár u. 20

Távközlő kábelekből indukált zavaró feszültség és az aszimmetria közötti kapcsolat vizsgálata

VARJÚ GYÖRGY

BME Villamosművek Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk az erősáramú hálózat által a vezetékes áramkörökben indukált zaj számításával foglalkozik. A zavartatás számítására alkalmas modell meghatározása után numerikus módszeren alapuló számítás-sorozat eredményeit összegezi a kábel paraméterek, a lezárások és a kölcsönhatásban levő hálózatok helyzetének különböző jellegzetes eseteire. A számított nagyszámú változat alapján a cikk megadja a zavartatásra vonatkozó főbb jellegzetességeket, valamint az aszimmetria jellemzők mérése és a konverzió viszony közötti kapcsolatot.

1. Bevezetés

A vezetékes áramkörökben keletkező zajt a CCITT G sorozatú ajánlásai rögzítik, így elsősorban a G 103. Ajánlás (Elméleti referencia-összeköttetések), a G 222. Ajánlás (Zajjal kapcsolatos célkitűzések 2500 km-es vivőáramú átvitel tervezésénél), valamint a G 123. Ajánlás (áramköri zaj a belföldi hálózatban).

A zajok forrása a legkülönbözőbb lehet, mint pl. áthallás, termikus zaj vagy erősáramú vezetékek által indukált zaj.

Az erősáramú rendszerek hatásából eredő zajjal az említett G 123. Ajánlás külön is foglalkozik és kimondja, hogy az így előidézett zaj pszofometrikus forrásfeszültsége az előfizetői készülékeket a nemzetközi központtal összekötő távbeszélővonalon nem haladhatja meg az 1 mV-ot.

Jelen cikk az erősáramú hálózat által indukált zaj számításával foglalkozik. Az utóbbi időben a kérdés vizsgálata előtérbe került, mivel a félvezetők egyre kiterjedtebb alkalmazása az ipari elektronikában azzal jár, hogy általánossá válnak a nemlineáris jellegű terhelések a villamos hálózaton. Ezeknek szinuszos hullámalakú feszültség esetén is szinusztól eltérő az áramuk. Ami végső soron azt jelenti, hogy a villamos hálózat elemein, így a távvezetéseken is, az alapharmonikuson kívül jelentős mértékű különböző rendszámú felharmonikus áramok is folynak. A felharmonikusok — mindenekelőtt a pszofometrikus súlyozás jellegéből adódóan — lényegesen nagyobb induktív zavarást okozhatnak, mint az alapharmonikusok. Különösen jelentős a villamosvasút induktív hatása, mivel itt az áram jelentős részének visszavezetése a földön át történik. Ilyen esetekben a légvezeték zavarás mentessége — részben az áramkörbe való közvetlen beindukálás, részben pedig a szimmetriafeltételek teljesítésének bizonytalansága miatt — gyakorlatilag nem biztosítható, tehát kábelt alkalmaznak. Ezért a kábel áramkörön fellépő zavarás vizsgálatával foglalkozunk.

A CCITT Irányelvekben [1] és az ezen alapuló

VARJÚ GYÖRGY

A villamosmérnöki oklevelet 1961-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen szerezte meg. Ettől kezdve a BME Villamosművek Tanszékének oktatója, adjunktus. 1964-től a Posta Kísérleti Intézetben dolgozik mellékfoglalkozás keretében. Speciális tématerülete a vezetékes

távközlési összeköttetések védelme légköri eredetű túlfeszültségek és erősáramú befolyásolás ellen. Ebben a témában képviseli a Magyar Postát a CCITT. V. Tanulmányi Bizottságban. A tématerületen számos hazai és külföldi publikációja jelent meg. Tudományos munkássága elismerésül 1982-ben „Békésy-díjat” kapott.

hazai szabványokban [2] a kábelekből keletkező zavarás számítására vonatkozó módszer lényege az, hogy az egyenértékű (800 Hz-es) indukáló áram alapján meghatározunk egy indukált hosszanti feszültséget, majd ebből az ún. érzékenységi tényezővel való szorzással nyerjük a keresztirányú zavaró feszültséget. A számított és mért értékek összevetése azt mutatja, hogy a szabványban rögzített módszer a ténylegesnél lényegesen kedvezőtlenebb — gyakran több mint egy nagyságrenddel nagyobb — értéket ad, így elsősorban gazdasági megfontolások miatt lényeges a valóságos viszonyokat az eddiginél pontosabban jellemző módszer kidolgozása. Cikkemben ezt a feladatot oldom meg számítógépes analízisek felhasználásával. Ennek során az erősáramú hálózat által indukált hosszanti feszültségnek, a vonal aszimmetria hatására történő keresztirányú feszültségre való konverziójára adok méretezési eljárást.

Az indukált zavaró feszültség keletkezési mechanizmusának tisztázása után a számítógépes analízisek eredményei alapján vizsgálom az aszimmetria és az indukált zavaró feszültség közötti kapcsolatot. A cikk az eredményeket az aszimmetria mérés módszere és az egyszerűsített számítás lehetősége szempontjából is értékeli.

2. Az alkalmazott számítási eljárás

A számítás egy adott (alap vagy felharmonikus) frekvenciára az 1. ábra szerinti kábel áramkörre a következő lépésekben történik.

a) Meghatározzuk az indukált elektromotoros erőt (eme-t) hosszegységre vonatkoztatva, a vizsgált távközlő kábel nyomvonala mentén, a hely függvényében. Ez a „hagyományos módon” az indukáló áram és a kölcsönös impedancia szorzataként adódik. Felharmonikusok esetén az indukáló vonal mentén a terjedési jelenségek gyakran nem hanyagolhatók el,

Beérkezett: 1985. I. 28. (□)

ezért az indukáló áram, illetve annak abszolút értéke és szöge a hely függvénye.

A kölcsönös impedancia helytől való függését eredményezi az is, ha az erősáramú hálózat és az általa zavart távközlő hálózat közti távolság a nyomvonal mentén változik.

b) Meghatározzuk a kábelköpenyen belüli hosszanti eme-t egységnyi hosszra vonatkoztatva, a hely függvényében. Hosszú, folyamatos földelt köpenyű kábel esetén ez az a) pont szerinti értéknek a köpenyvédőtényezővel* való szorzása útján adódik. Általános esetben viszont a hosszanti eme-t a köpenyáram és a belső felületi-, külső áramvisszavezetési köpenyimpedancia szorzata adja. A köpenyáramot mint a hely függvényét a köpeny-föld kör, mint megoszló paraméterű rendszer megoldásából kapjuk [1. b) ábra].

c) Meghatározzuk a keresztirányú feszültséget az érpár egyes vezetői és a köpeny — mint megoszló paraméterű egymással csatolt — rendszerek egyenleteinek megoldásával [1. c) ábra].

Az áramkörü egyenletek megoldása numerikus módszeren alapuló számítógépi eljárással történik [3], [4]. A módszer részleteinek ismertetésétől eltekintve, a numerikus eljárás lényege az, hogy a megoszló paraméterű rendszert egymáshoz kapcsolódó szakaszokként (lépésközök) kezeli. Az áramkörben ható eme-k, valamint az áramkörü paraméterek lépésközlőként előírhatók. Ily módon lehetővé válik a hossz mentén előírt módon ható eme-nek, valamint előírt módon jelentkező kapacitív aszimmetriának a vizsgálata. Az áramkörök kívánt lezárása a peremfeltételek megfelelő előírásával biztosítható. A peremfeltételek feszültségforrást is tartalmazhatnak, ami lehetőséget ad az áramkörök végponton való táplálására és ezzel a szimmetria mérés viszonyainak szimulálására.

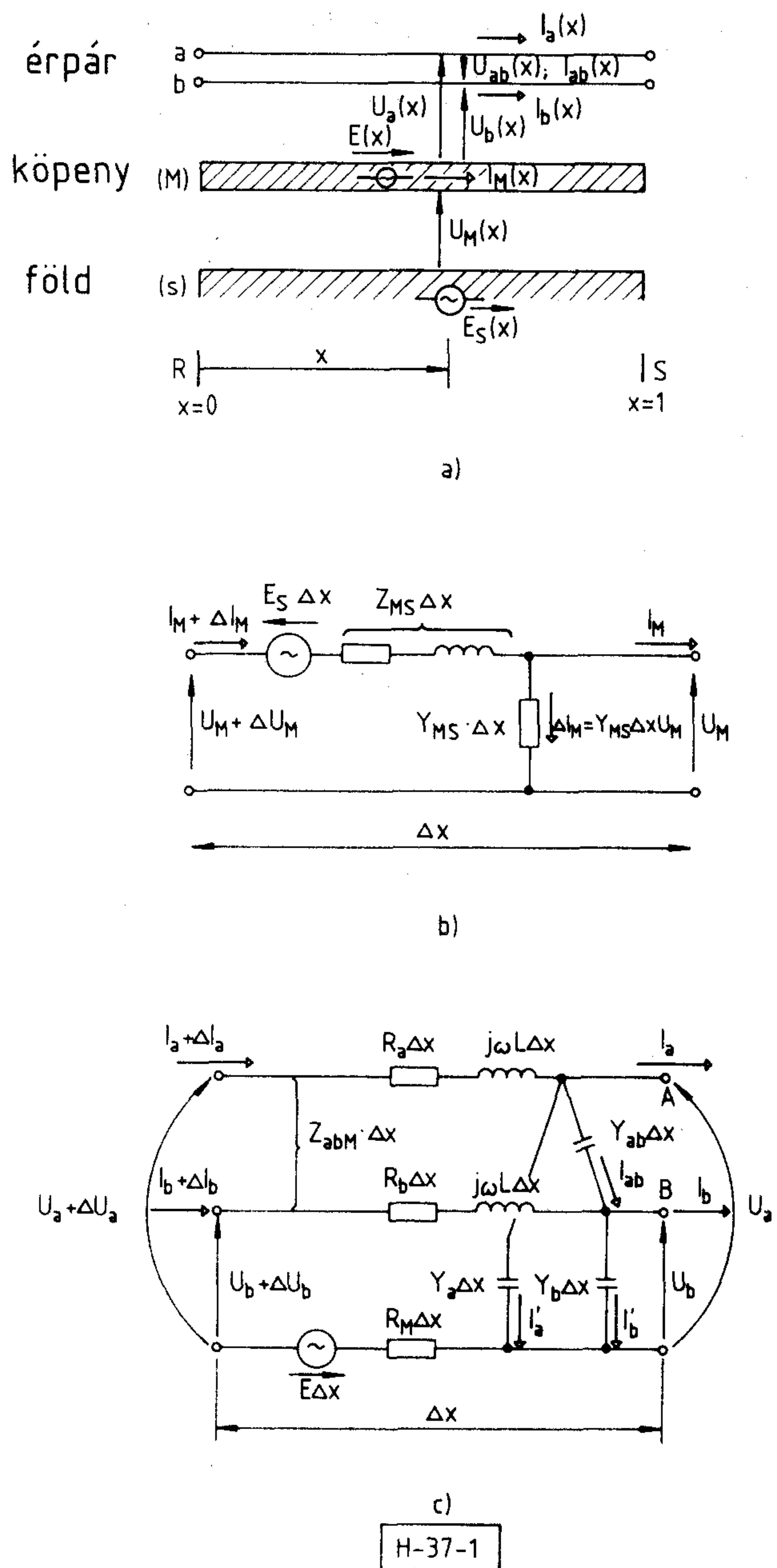
3. Áramkörü paraméterek és számított esetek

Mivel a vizsgálatok célja annak megállapítása volt, hogy a kábelben indukált hosszanti feszültség milyen mértékben konvertálódik keresztirányú feszültséggé (hossz-kereszt konverzió viszony), a számításokat egy szimmetrikus érpárból és a köpenyből álló áramkörre végeztük el. A vizsgált érpár egy csillagsodrású négyes, 0,9 mm átmérőjű rézerű papírszigetelésű 34 nF/km üzemi kapacitású párja volt. A fenti érpár-köpeny áramkör helyettesítő kapcsolását és az áramkör paramétereit a 2. ábra szemlélteti.

A számításokat 800 Hz-en 10 km hosszú kábelre végeztük el több változatban, a következő feltételezésekkel:

— az érpár 3. ábrának megfelelő lezárási változatait az 1. táblázat adja meg (3 változat), ahol $z_L(R)$ és $Z_L(S)$ az érpár-föld kör vevő, illetve adó oldali lezáró impedanciáját jelenti. Megjegyzés: 10^{10} szakadást reprezentál,

* A köpenyvédő-tényező a kábelben a köpeny jelenlétében fellépő hosszanti (közös módusú) eme-nek a viszonya ahhoz az eme-hez, amely a köpeny jelenléte (vagy hatástalansága) nélkül indukálna.



1. ábra. Kábeláramkörök modellje:

- a) fizikai modell,
b) köpeny-föld kör helyettesítő áramköre
c) érpár-köpeny kör helyettesítő áramköre

— a hosszanti feszültség beiktatási helyét a 4. ábra szemlélteti (5 változat).

Minden változatnál a hosszanti körökbe beiktatott feszültség 100 V,

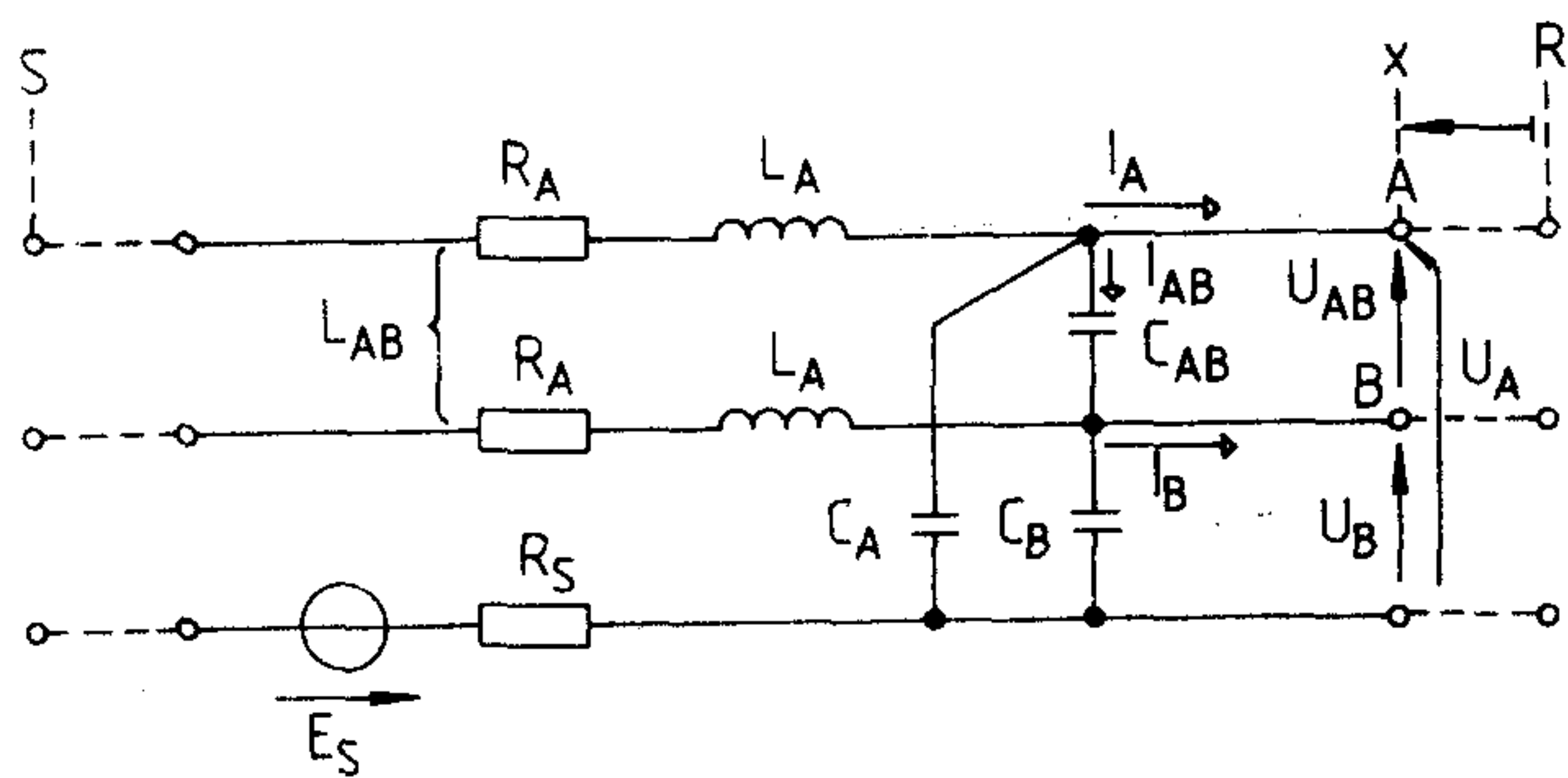
— a ΔC kapacitív aszimmetria értéke és eloszlása az 5. ábra szerinti (6 változat).

Ezen a 90 változaton kívül a legfontosabb eseteket 3 és 30 km hosszra, valamint 300 és 3000 Hz-re is kiszámítottuk.

4. Eredmények

4.1. Ér-köpeny feszültségek

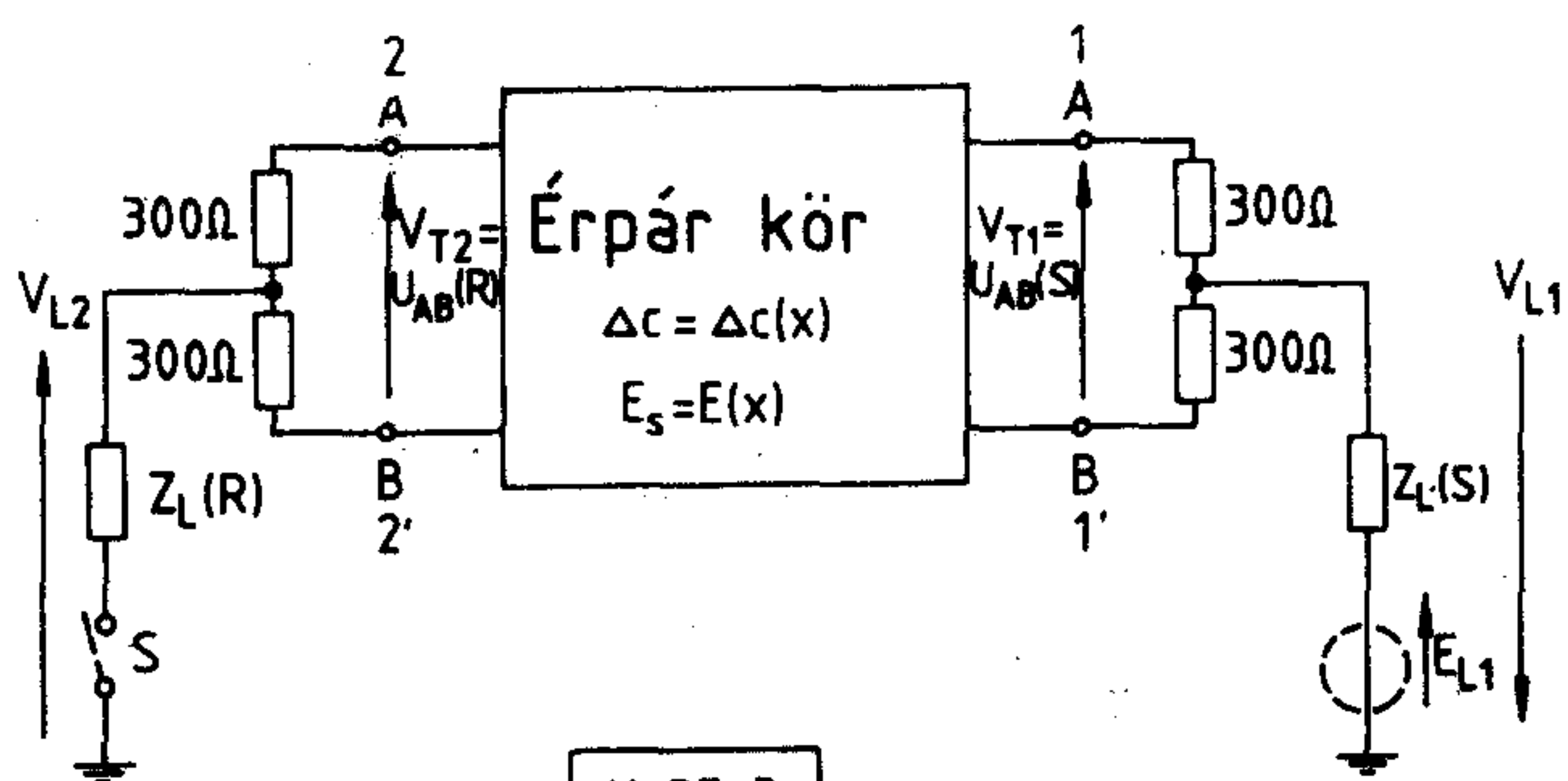
Az ér-köpeny kapacitások (2. ábrán C_A és C_B) és természetesen a kapacitív aszimmetria (ΔC) az ér-



H-37-2

2. ábra. A vizsgált érpár-köpeny kör helyettesítő kapcsolása és paraméterei:

$$\begin{aligned} R_A &= 28,3 \text{ } \Omega/\text{km}, & C_{AB} &= 18,55 \text{ nF/km}, \\ R_S &= 0,1 \text{ } \Omega/\text{km}, & C_0 &= 30,9 \text{ nF/km}, \\ L_A &= 0,7 \text{ mH/km}, & C_A &= C_0 + \frac{1}{2} C, & C_B &= C_0 - \frac{1}{2} C \\ L_{AB} &= 0,35 \text{ mH/km}, & C &= C(x) \end{aligned}$$



H-37-3

3. ábra. Az érpár-köpeny kör peremfeltételeit meghatározó lezárások

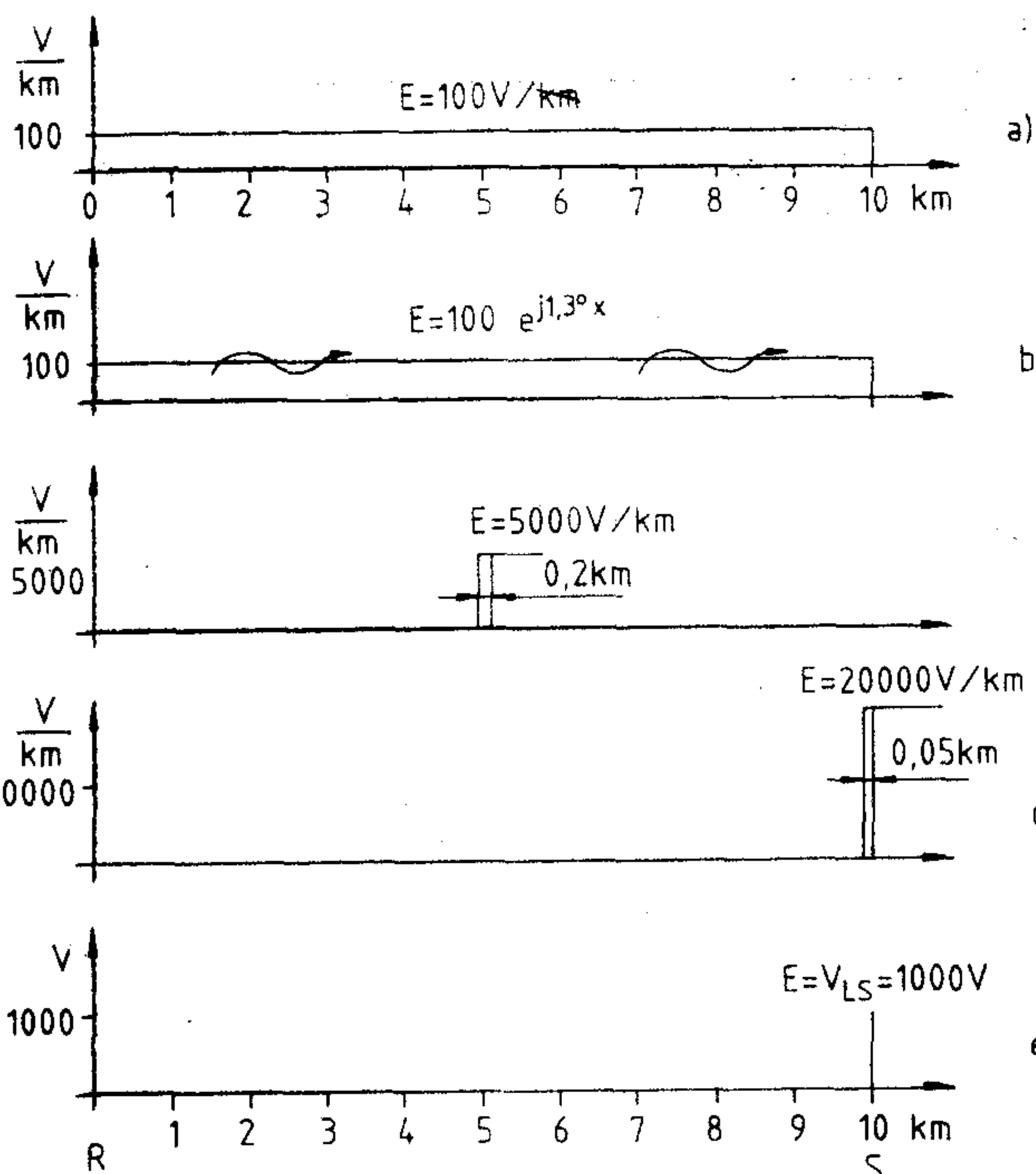
1. táblázat

Az érpár-föld kör lezárási változatai

A végpontok jelölése	Z értékei (ohm)		A hosszirányú áramkör állapota
	$Z_L(R)$	$Z_L(S)$	
$10^{10}/10^{10}$	10^{10}	10^{10}	Mindkét vég nyitott
$150/150$	150	150	Mindkét vég zárt
$10^{10}/150$	10^{10}	150	R vég nyitott

köpeny feszültség hatásának vannak kitéve. Következésképpen az induktív hatás folytán létrejövő érköpeny feszültség hosszmenti eloszlásának ismerete fontos a kapacitív aszimmetria által okozott keresztirányú feszültség meghatározásához. A feszültségeloszlást lényegében két dolog szabja meg. Nevezetesen az érpár-köpeny körben ható eme eloszlása (lásd 4. ábrát), valamint a hosszanti kör lezárása (lásd a 3. ábrát és az 1. táblázatot). Ezzel szemben a kapacitív aszimmetria gyakorlatilag nem befolyásolja az érköpeny feszültségeket.

Az érköpeny feszültség szempontjából jellegzetes eseteket a 2. táblázat foglalja össze, a feszültségek eloszlását pedig a 6–8. ábrák szemléltetik. (A rövidítés kedvéért eltekintettünk a 300 és 3000 Hz-re, valamint a 3 és 30 km-re vonatkozó eredmények közlésétől.) Az ábrákon feltüntettük az érköpeny



H-37-4

4. ábra. A hosszanti eme helyfüggése:

- egyenletes,
- egyenletes, fázisforgatással
- középen koncentrált
- S végén koncentrált
- feszültségforrás S végén

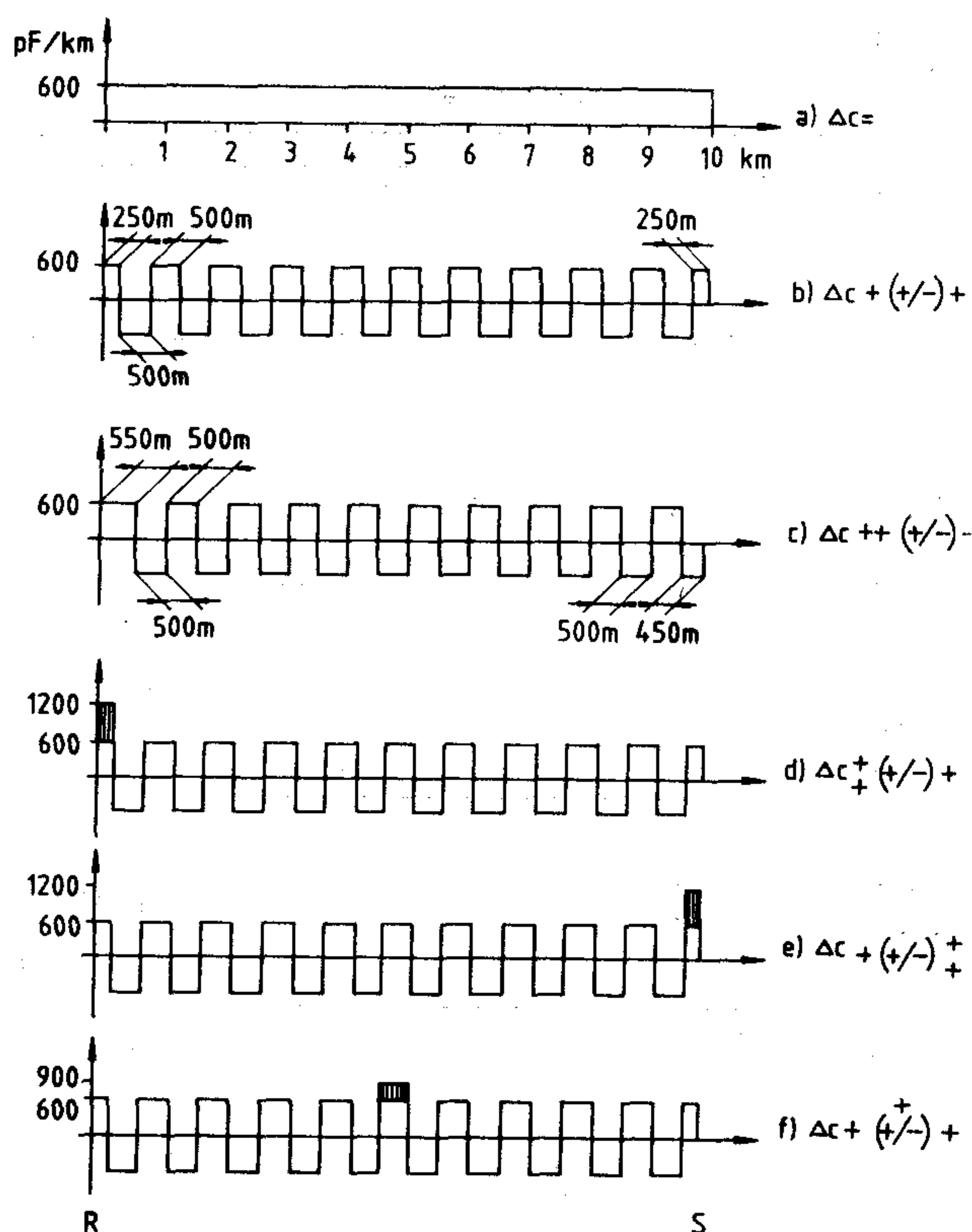
2. táblázat

Az ér-köpeny feszültség jellegzetes eseteit szemléltető ábrák áttekintése

f Hz	l km	Eme beiktatás jellege	Lezárás a köpenyhez		
			$10^{10}/10^{10}$	$150/150$	$10^{10}/150$
800	10	egyenletes	6. ábra		
		egyenletes forgatással	hasznló a 6. ábrához		
		középen	7. ábra		
		S végén	—	8. ábra	
		S végi lezársban	—	hasznló a 8. ábrához	

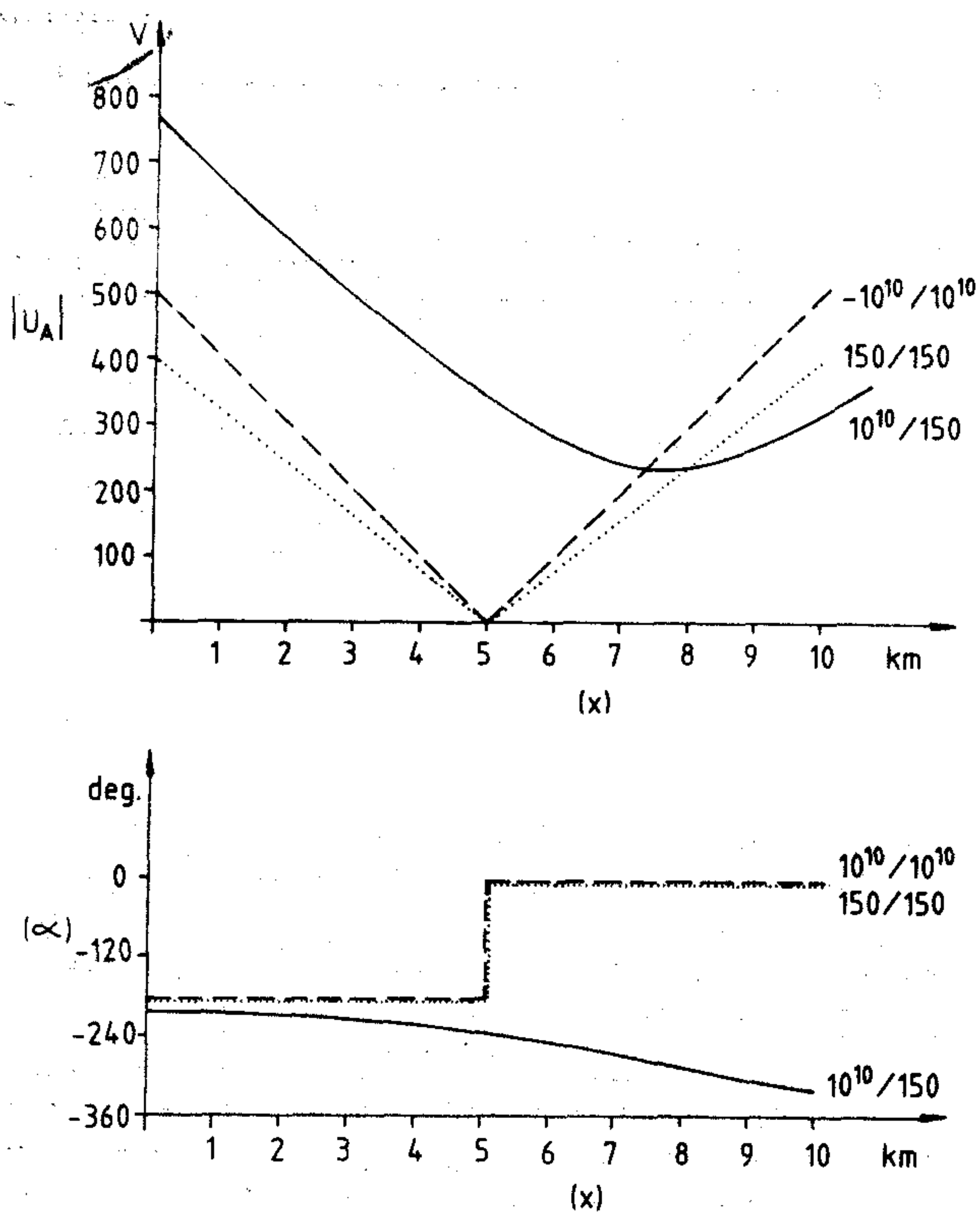
feszültség abszolút értékét (1000 V hosszanti eme-t feltételezve), valamint a feszültség szögét a beiktatott feszültséghez, illetve az S végén ($x=10$ km) ható eme-hez képest mérve. Az ábrák alapján a következő jellegzetességeket érdemes kiemelni:

a) Ha az eme állandó (fázisforgatással vagy anélkül) a vonal mentén vagy a vonal közepére koncentráltan iktatódik be, és a hosszanti kör szimmetrikusan van lezárva ($10^{10}/10^{10}$ vagy $150/150$) az érköpeny feszültségek nagysága a vonal két felén a középpontra szimmetrikus pontokon egymással egyenlő, az irányuk viszont ellenkező (lásd 6. és 7. ábrát).



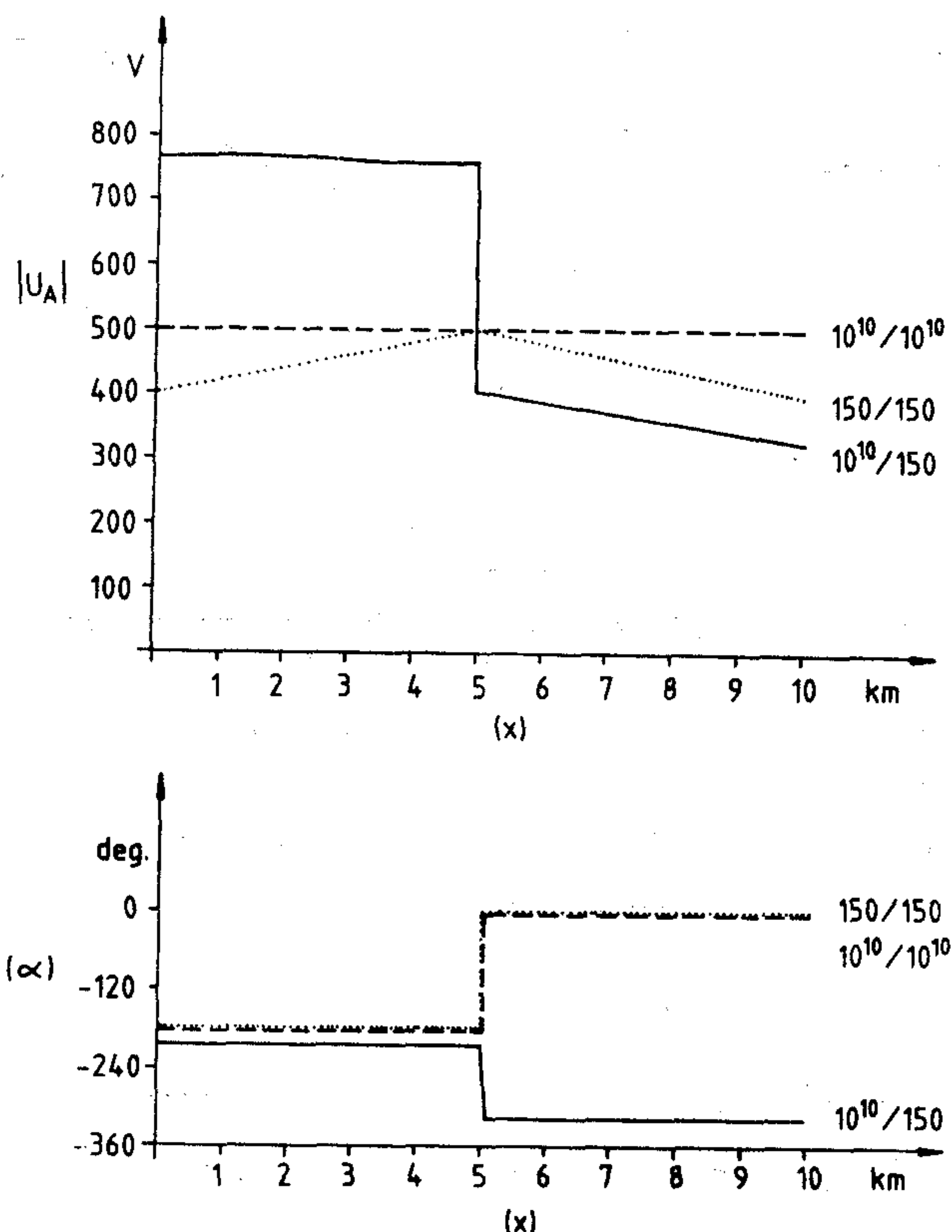
H-37-5

5. ábra. A ΔC kapacitív aszimmetria eloszlásának változatai (a jobb oldalon látható jelölések a ΔC jellegére utalnak)



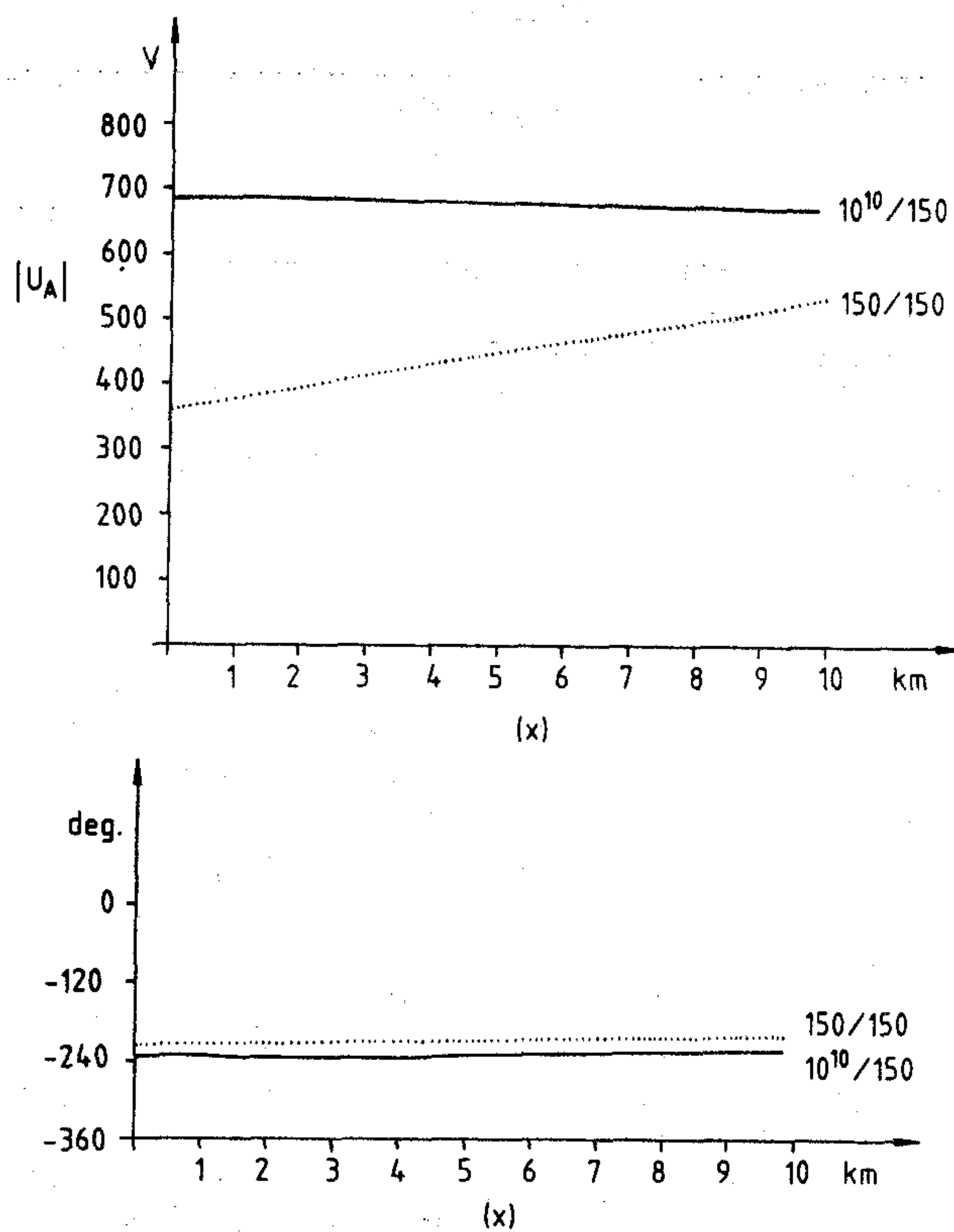
H-37-6

6. ábra. $\vec{E}_r$ – köpeny feszültségek abszolút értéke és szöge; eme egyenesen, $f = 800$ Hz



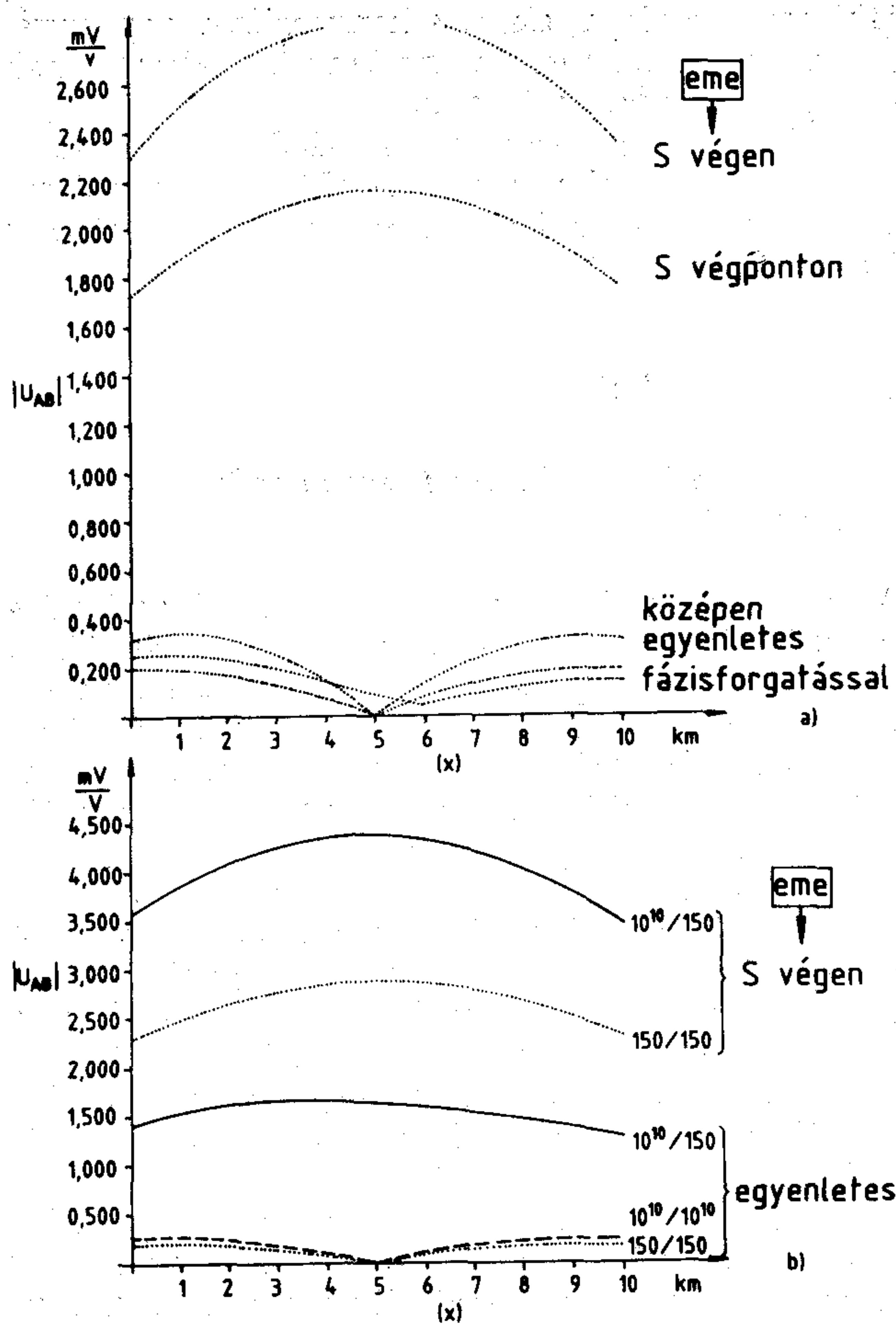
H-37-7

7. ábra. $\vec{E}_r$ – köpeny feszültségek abszolút értéke és szöge; eme közepe, $f = 800$ Hz



H-37-8

8. ábra. $\vec{E}_r$ – köpeny feszültségek abszolút értéke és szöge; eme S végén, $f = 800$ Hz



9. ábra. A vonal keresztirányú feszültsége „ $\Delta C =$ ” kapacitással, $f=800$ Hz
a) eme eloszlása, 150/150 lezárással
b) végpont—föld lezárás hatása

b) Ha az eme a végpont közelében koncentrálódik vagy a lezárásban koncentrált feszültség van (mint szimmetria mérésnél) az ér-köpeny feszültség nagysága és iránya állandó jellegű (lásd 8. ábrát).

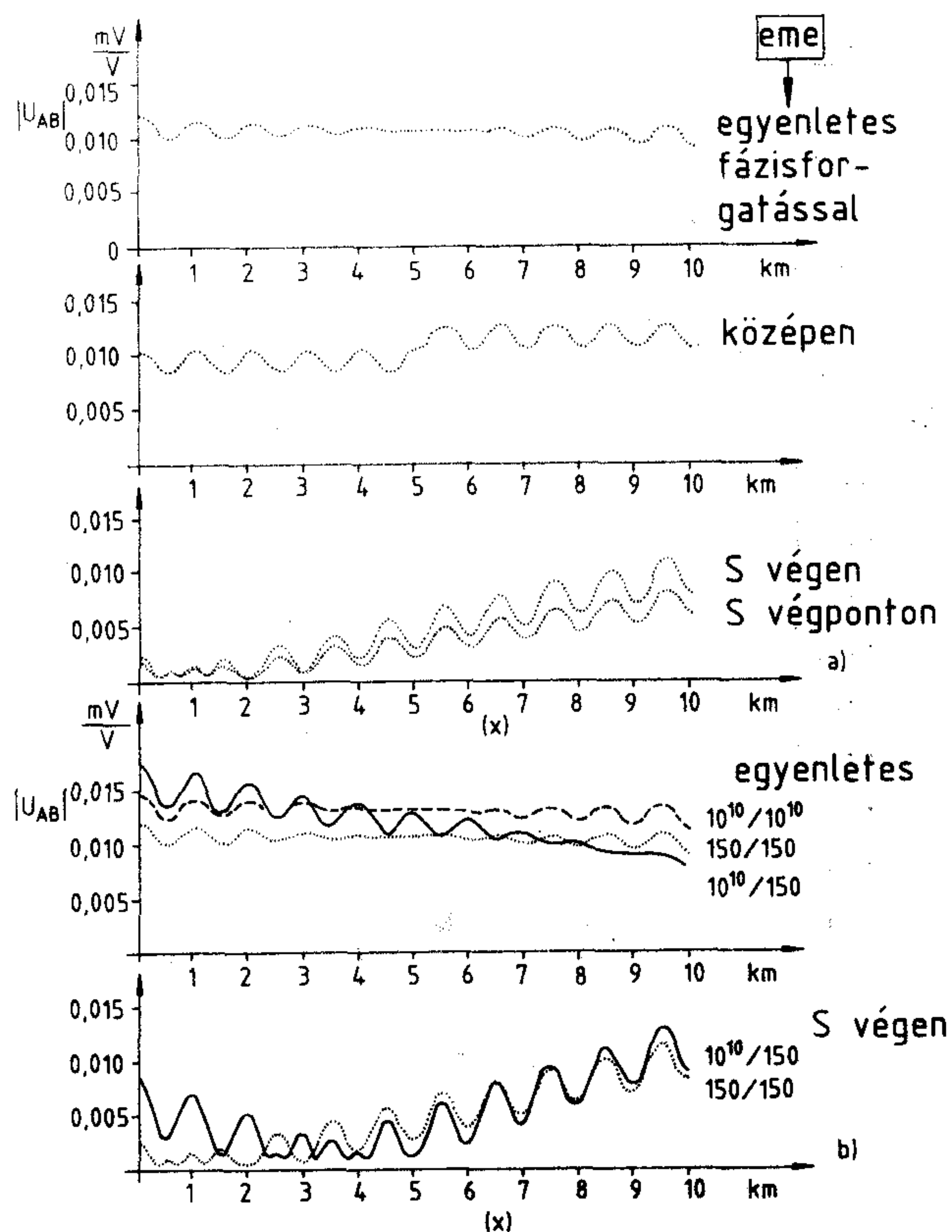
c) Ha a hosszanti kör az egyik végen ($R, x=0$) nyitott, a másik végen pedig 150 ohmon keresztül földelt, az ér-köpeny feszültségek értéke — az előzőekhez képest — a nyitott vég felőli oldalon nagyobb, míg a másik vég közelében kisebb. A feszültség fázishelyzete folyamatosan változik és a két végponti feszültség közötti szög nem éri el a 180° -ot (lásd: az ábrák $10^{10}/150$ jelű görbéit).

d) A $10^{10}/150$ és a $150/150$ lezárások esetén mérhető feszültségek közötti eltérés csökken:

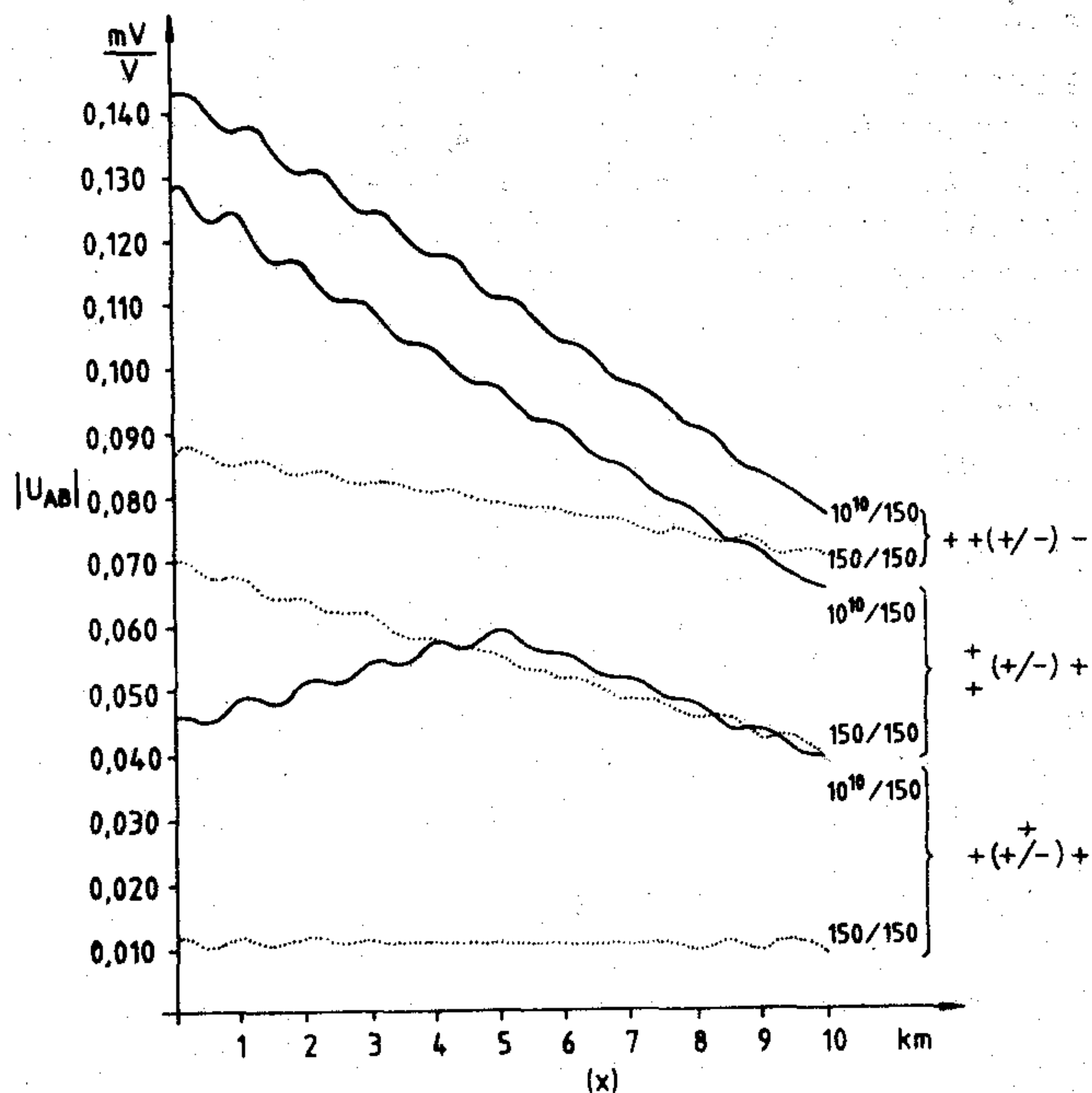
- a vonalhossz növekedésével, valamint
- a frekvencia növekedésével.

4.2. Keresztirányú feszültségek

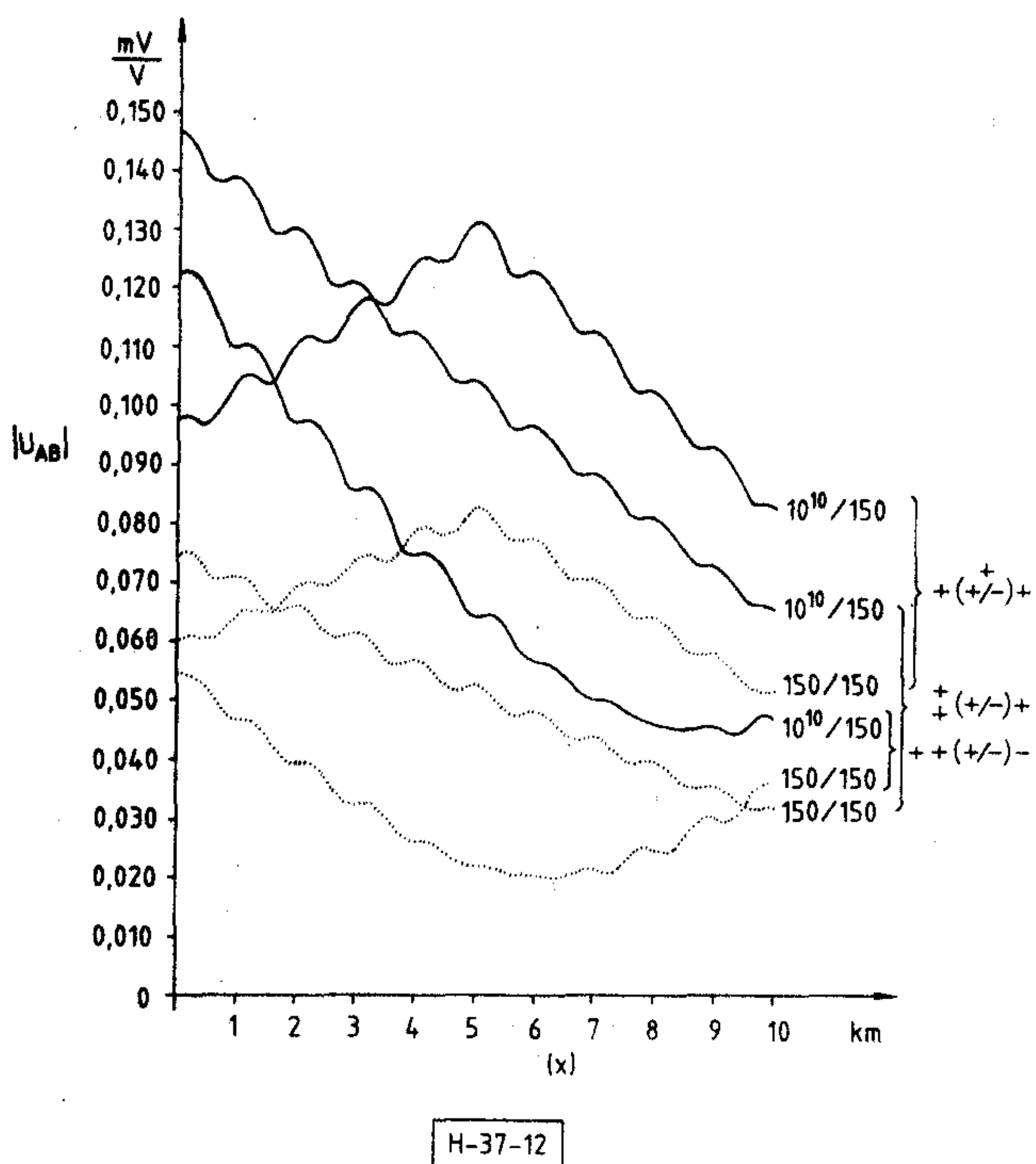
Az előzőekben tárgyalt ér-köpeny köri feltételekre és az 5. ábra szerinti kapacitív aszimmetria eseteire meghatározott keresztirányú feszültségek abszolút értékét a vonal mentén a 9–12. ábrák szemléltetik. Pontosabban az ábrákon a keresztirányú feszültség



10. ábra. Keresztezéssel kiegyenlített vonal keresztirányú feszültsége ($\Delta C + (+) - / +$), $f=800$ Hz
a) eme eloszlás hatása 150/150 lezárással
b) a végpont—föld lezárás hatása



11. ábra. A vonal keresztirányú feszültsége keresztezéssel és helyi aszimmetriával; eme egyenletes, $f=800$ Hz



és a hosszanti körben ható eme viszonya van feltüntetve mV/V-ban. Az eredményekről a 3. táblázat ad áttekintést, amely a kereszt-hossz feszültség konverzió viszonyt dB-ben adja meg.

A kereszt-hossz konverzió mechanizmusának lényege a következő. Egy adott részzszakaszon keletkező keresztirányú feszültség mértéke nő a kapacitív aszimmetria mértékével és az ér-köpeny feszültség nagyságával, előjele pedig e két jellemző előjelétől függ. Két részzszakasz konverziója összegeződő jellegű akkor, ha ezeken mind a ΔC előjele, mind pedig az érköpeny feszültség iránya megegyezik. Egyébként a két szakasz aszimmetriájának hatása egymást csökkentő jellegű. Ez a mechanizmus a vizsgált esetekben a következők szerint érvényesül.

a) Tételezzük fel, hogy a kapacitív aszimmetria azonos nagyságú és irányú teljes hosszon (jelölése „ $\Delta C =$ ”). Erre az esetre vonatkozó eredményeket összegezi a 3. táblázat 2. oszlopa. A 3. táblázat 1. oszlopában feltüntettük az ér-köpeny feszültség eloszlásának jellegzetes eseteit.

Az előbbieken említett mechanizmus szerint a 2. oszlop és 2. sor szerinti esetben adódik a legnagyobb konverzióviszony, mivel a ΔC azonos előjele, valamint az ér-köpeny feszültség közel azonos iránya miatt az aszimmetria hatása a teljes hosszon összegeződő jellegű.

Egyenletesen beindukált eme, vagy a vonal közepén beiktatott hosszanti feszültség esetén is viszonylag nagy marad a keresztirányú feszültség akkor, ha a hosszanti kör aszimmetrikusan van lezárva ($10^{10}/150$ -es lezárás). Viszont a hosszanti kör szimmetrikus lezárásakor ($150/150$ vagy $10^{10}/10^{10}$ esetek), amikor a vonal két felén az ér-köpeny feszültség ellenkező irányú, a konverzióviszony lényegesen csökken.

b) Ha a kapacitív aszimmetria kiegyenlített (3.

táblázat 3. oszlopa) akkor a konverzióviszony lényegesen kisebb és az ér-köpeny feszültség eloszlásának szerepe is lényegesen kisebb.

c) A járulékos aszimmetria (lásd 3. táblázat 4. oszlopát) konverzióviszonyt növelő hatása annál nagyobb, minél nagyobb a kérdéses helyen az ér-köpeny feszültség.

5. Következtetések

5.1. A keresztirányú feszültség számításának szempontjai

Az olyan számítási módszer, amely lehetővé teszi a vizsgálandó megosztó paraméterű vonal számítását, akkor ha annak paraméterei, valamint az eme a hossz mentén tetszés szerint változik, lehetővé teszi a zavaró feszültség pontos számítását. A pontos számítás további feltétele az, hogy ismerjük a szükséges paraméterek pontos értékét. A kereszt-hossz konverzió számításához különösen fontos a kapacitív aszimmetria értékének és eloszlásának ismerete. A gyakorlatban ennek pontos értéke a legritkább esetben áll rendelkezésre. Ezzel szemben a kábel gyári adatai, valamint szerelése (sorolás, kiegyenlítés, lezárás stb.) alapján jellegre ismerjük a kábel aszimmetriáját. A befolyásolási számításból* kiolvasható az indukált eme értéke és eloszlásának jellege.

A pontos számítási módszer szerepe az, hogy lehetővé teszi a gyakorlatban várható esetekre vonatkozó számítássorozatok végzését. Ilyen módon meghatározható egy, a tipikus esetekre vonatkozó mintasorozat, amelyből a ΔC és eme eloszlás ismerete alapján az adott esethez legközelebb álló minta kiválasztható. A pontos számítás további szerepe abban áll, hogy lehetővé teszi az aszimmetria jellemzők hatásának vizsgálatát és ezzel az egyes beavatkozások hatásának megítélését.

5.2. Az aszimmetria mérésének szempontjai

A vonal aszimmetriájának mérésére az irodalomban különböző kapcsolások találhatók [6], [7]. Ezek a feszültség beiktatásának és a hosszanti kör lezárásának módjában különböznek. Ennek következtében más-más ér-köpeny feszültségeloszlás alakul ki. A pontos számítási módszer lehetővé teszi az egyes mérési módszerek szimulációját és a különböző módszerek összehasonlítását. Az előzőekben ismertetett számítássorozatból megállapítható, hogy egyetlen méréssel nem határozható meg olyan aszimmetria jellemző, amely a konverzióviszonyt egyértelműen jellemzi. Viszont a különböző ér-köpeny feszültségeloszlást eredményező mérési változatok alapján megállapítható az aszimmetria mértéke és eloszlásának jellege. Ilyen változatok: a hosszanti kör egyik, majd másik vég felől való táplálása, valamint a nem táplált végen a hosszanti kör nyitott, majd kis ellenálláson (általában 150 ohmon) zárt helyzete. Célszerű

* A „befolyásolási számítás” az MSZ 13 200 szabványban használt terminológia.

3. táblázat.

Kereszt-hossz konverzió viszony $(20 \log \frac{U_{kereszt}}{E_{hossz}})$

	1	2	3	4
	Ér - köpeny feszültség eloszlása különböző eme, illetve lezárás feltételei mellett eme lezárás	azonos nagyságú és irányú ΔC	A ΔC kapacitív aszimmetria eloszlása tökéletesen kiegyenlített $\Delta C + (+/-) +$	helyi járulékos aszimmetria $\Delta C (+ + (+/-) +)$
1				
2	aszimmetrikus $10/150$ S végén 700 400	-50 dB (-53 dB)	-100 dB (-103 dB)	-77 dB (-83 dB)
3	aszimmetrikus $10/150$ egyenletes 800	-57 dB	-95 dB	-78 dB
4	szimmetrikus $150/150$ (-) (+) középen 500	-72 dB	-98 dB	-83 dB

H37-T3

olyan módon is mérni, hogy a hosszanti kör a vonal közepén legyen táplálva. Ennek megvalósítása sok esetben meglehetősen körülményes, de az irodalomból [8] ismert. Annak érdekében, hogy az aszimmetria mérések a számítógépi szimuláció eredményeivel megfelelően összevethetőek legyenek, a mért szakasz mindkét végén mérni kell a keresztirányú feszültséget, valamint a középpont és a köpeny közötti feszültségeket is. A különböző frekvenciákon és lezárásokkal végzett mérések lehetővé teszik annak a megítélését is, hogy az aszimmetria a kapacitív aszimmetriából, illetve a hosszanti aszimmetriából adódik-e.

5.3. A zavarásszámítás és aszimmetriamérés alkalmazásának szempontjai

Valamely kábelvonal áramköreiben keletkező zavarás meghatározásában mind a zavarásszámítási eljárásnak, mind pedig az aszimmetria mérésének szerepe van. A kettő egymáshoz való viszonya a feladat jellegétől függ.

Olyan új kábelvonal tervezésekor, amely zúgászavar hatásnak lesz kitéve, az indukált zavaró feszültség meghatározása számítással történik. Ennek alapja a befolyásolás viszonyaira vonatkozó adatok (indukáló áram, kölcsönös impedancia, védőtényezők), valamint az aszimmetria nagyságára (kábel jellemző) és jellegére (a kábelvonal szereléséből pl. kiegyenlítéséből) vonatkozó információk. Ilyen esetben az aszimmetriamérés szerepe annak ellenőrzése, hogy a megépített vonal megfelel-e a tervezésnél feltételezett szimmetriafeltételeknek.

Ha egy meglevő kábelvonal mentén utólag alakul ki induktív zavarás — pl. vasútvillamosítás hatásként — akkor a kábelaszimmetriának mértékét és jellegét méréssel kell felderíteni, és ebből kiindulva számítással lehet meghatározni a várható zavarás mértékét.

I R O D A L O M

- [1] CCITT Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines. UIT, 1963 (New-Delhi, 1960).
- [2] MSZ 13 200 — Távközlési összeköttetések védelme nagyfeszültségű hálózat káros hatásai ellen.
- [3] CCITT COM-V-No. 78. (Hungarian Administration) Calculation of electromagnetic induction on telecommunication cables by numerical calculation method. (CCITT Period, 1977—1980.)
- [4] Varjú, György: Berechnungsmethode der durch induktive Beeinflussung in Fernmeldekabeln hervorgerufenen Geräuschspannung. Fernmelde-technik 20/1980. H. 5. 175—177.
- [5] CCITT COM-V-No 38. (Hungarian Administration). Study of relation between unbalance and induced transverse voltages. (CCITT Period 1981—1984.)
- [6] CCITT — Recommendation K. 10; Unbalance of telecommunication installations. Yellow Book. Volume IX. Protection. Geneva, 1981.
- [7] IEEE Standard Test Procedure for Measuring Longitudinal Balance of Telephone Equipment Operating in the Voice Band. American National Standard ANSI/IEEE Std. 455—1976.
- [8] Erwin Widl: Geräuschmessungen an Fernmeldekabeln mit künstlicher Nachbildung der Störbeeinflussung durch Stromrichterlokomotiven. Frequenz, Band 21. Nr. 8 (August 1967). p. 235—242.

Хорват, И.:

Подход и цифровой сети с интегральными услугами

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1985. № 8.

Статья описывает концепцию цифровой сети с интегральными услугами МККТТ и возможность ее использования для установления соединений в УАТС. С другой стороны описывает основную характеристику семейства цифровых УАТС системы ДИПЕКС с микропроцессорным управлением, которая является первой венгерской разработкой. В заключении кратко излагает интеграцию услуг предоставляемых с помощью системы ДИПЕКС в рамках установления связи внутри учреждений.

Д-р Г. Тот, К.:

Применение систем микроволновой связи по междугородной сети связи венгерской администрации связи предназначенной для телефонной связи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 8

В настоящей статье исследуем важнейшие условия применения радиорелейного оборудования в междугородных телефонных сетях, в дальнейшем рассматриваем возможности выполнения этих условий в телефонных сетях Венгерской Почты.

Жолдош, Л.:

Дифракция и электронная микроскопия

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1985. № 8.

Электронная микроскопия дает уникальную возможность для многостороннего исследования химических и структурных неоднородностей и связанных ими локальных свойств в полупроводниковых приборах. Для реализации этих возможностей, кроме электронномикроскопических изображений, необходимо использовать одновременно и другие возможности, предлагаемые современными электронными микроскопами (микродифракция, локальный химический анализ и др.) В работе с помощью примеров показаны характерные виды информации, получаемые просвечивающим и растровым электронными микроскопами и указан путь развития этих методов.

Адамс, К.—д-р Поча, А.—Шомлаи, Я.:

Переходная интермодуляция и методы ее измерения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 8.

Методы испытания оборудования низкочастотной передачи высокого качества воспроизведения, в последние годы расширились определением т. н. переходной интермодуляцией, которая лучше выражает эффективный динамический режим усилителей. Данная статья занимается вопросами создания переходной модуляции, методами техники измерения для определения их сопоставлением.

Д-р Варкони, Т.:

Накануне Национального введения технологии монтажа по плоскости

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1985. № 8.

Статья излагает предшествование создания технологии монтажа по плоскости и сравнивает основные свойства со существующими методами монтажа. Продемонстрируя преимущество и проблемы в общих чертах определяет применимость данного метода монтажа. В заключении рассматривает возможность внедрения метода внутри страны.

Horváth, I.:

ISDH Annäherung von den Nebenstellenanlagen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

Der Artikel schreibt die Konzeption des Digitalen Netzes mit Integrierter Dienstleistung von CCITT und ihre Verwendungsmöglichkeiten zur Verbindungen der Nebenstellenanlage ab. Andererseits schreibt die wichtigsten Kennzeichen des Systems DIPEX, das die erste von Ungar entwickelte digitale Nebenstellenanlage-Familie mit Mikroprozessorsteuerung, ab. Endlich widmet einige Wörter der solchen Dienstleistungsintegration, die mit System DIPEX im Rahmen der Betriebs-Nachrichtenübermittlung realisierbar ist.

Dr. G. Tóth, K.:

Anwendung von Mikrowellensystemen im zwischenortschaftlichen Fernmeldenetz für Fernrufzwecke der Ungarischen Post

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

Im Artikel wird eine Überblick über die wichtigsten Bedingungen der Anwendung von Richtfunkanlagen im Fernmeldewesen für Fernsprechesystem gegeben, später untersuchen wir die Erfüllungsmöglichkeiten der Bedingungen im Fernsprechnetz der Ungarischen Post.

Zsoldos, L.:

Elektronenmikroskopie und Elektronenbeugung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

Für die Untersuchung der chemischen und strukturellen Inhomogenitäten der Halbleiterbauelemente, stellt die Elektronenmikroskopie eine, mit anderen Methoden unersetzbare Möglichkeit var, wobei auch auf andere, mit der modernen Elektronenmikroskopie erreichbare Informationen (Beugungsdiagramm, lokale chemische Zusammensetzung, u.s.w.) gestützt werden muss. In der Veröffentlichung wird, anhand einige Beispiele gezeigt, wass für Informationen mittels Durchstrahlungs- und Rasterelektronenmikroskopie erhalten werden können, und in welcher Richtung die Entwicklung geht.

Adams, C.—Dr. Póczy, A.—Somlai, I.:

Die Transient-Intermodulation und deren Übertragungsmethoden

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

Die Prüfmethode der Tonfrequenz-Übertragungsanlagen mit hoher Tontreue, wurden in den letzten Jahren mit der Feststellung der sogenannten Transient-Intermodulation TIM/erweitert, welche den wahrhaften, dynamischen Betrieb der Verstärker besser zum Ausdruck bringt. Der Artikel beschäftigt sich mit den Fragen des Entstehens der Transient-Intermodulation (TIM), sowie mit den Messtechnischen Methoden, deren Feststellung und mit dem Vergleich der Resultate.

Dr. Várkonyi, T.:

Vor die inländische Einführung der Oberflächenmontage-Technologie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

Der Artikel macht die Vorausgegangenen der Ausbildung der Oberflächenmontage-Technologie bekannt und vergleicht ihre wichtigsten Eigenschaften mit den früher ausgebauten Montagetechniken. Die Verwendungsgebiete des Montageverfahrens reißt mit der Vorführung der Problemen und Vorteile um. Endlich erklärt der Artikel die inländischen Möglichkeiten.

VARJU, GY.:

Untersuchung der Beziehung zwischen der in Übertragungskabeln erregten Störspannung und der Asymmetrie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 8.

In der Arbeit befassen wir uns mit der Berechnung des durch das Starkstromnetz in Übertragungskabeln induzierten Rauschens. Nach der Bestimmung eines zur Störungsberechnung geeignetes Ersatz modells Rechenergebnisse eines numerischen Verfahrens werden bekanntgegeben, die den Einfluss von Kabelparametern, Abschlüssen und geometrischen Anordnung der sich gegenseitig beeinflussenden Netzteilen beschreiben. Auf Grund der grossen Anzahl von berechneten Versionen werden ebenso die wichtigsten Merkmale in Bezug auf Störfestigkeit also auch die Zusammenhänge zwischen der Messung von Asymmetriecharakteristiken und dem Konversionsverhältnis klargemacht.

Horváth, I.:

Approaching the ISDN from the point of view of PABXs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

Conception and applicability for PABX connections of the Integrated Service Digital Network (ISDN) are described in this article. In the other hand the main characteristics of the first Hungarian microprocessor controlled digital PABX family named the DIPEX are described. Finally, some words are written about the service integration which is realizable by the system DIPEX within the compass of the office telecommunication.

Dr. G. Tóth, K.:

Application of Microwave Systems in the Telephone Purpose Interurban Telecommunication Network of Hungarian PTT

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

This paper firstly briefs the main conditions of microwave radio-reley systems using in the interurban telecommunication network, finally possible alternative developing methods are discussed for the Hungarian Post.

Zsoldos, L.:

Electron microseopy and diffraction

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

Electron microscopy is many-folded tool for studying the chemical and structural inhomogenities and the related local properties of semiconductor materials and devices. It can not be substituted by other methods, but to achieve its full power, all the informations

available with the electron microscope (diffraction pattern, local chemical analysis, etc.) should be utilized. In the paper the characteristic informations available by transmission and scanning electron microscopy and the trend of development will be presented, by means of some examples.

Adams, C.—Dr. Pócsa, A.—Somlai, I.:

Transient Intermodulation and its Measuring Methods

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

Of late years the test methods of the high-fidelity voice frequency transmission equipment were extended by the definition of the transient intermodulation (TIM) that declares the real, dynamic operation of the amplifiers better. The article deals with the questions of the creation of TIM, the measuring methods of its determination and the comparison of the above as well.

Dr. Várkonyi, T.:

Preliminary for the Hungarian Introduction of the Surface-mounting Technology

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

The paper introduces the antecedents of the surface-mounting technology, and compares its most important characteristics with the mounting methods established earlier. Sphere of applicability of the mounting method is outlined by the presentation of the advantages and the problems. Finally, the Hungarian possibilities are discussed.

Varju, G.:

Relation between unbalance and induced interference on telecommunication lines

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 8.

A model suitable for the calculation of noise voltages induced by electricity networks on telecommunication lines is presented. The results of a series of computer calculations, based on a numerical method, are surveyed for typical values of line parameters, terminations and relative positions of the interfering networks. From the large number of performed calculations, the main interference characteristics, further the relation between the unbalance properties and the transverse/longitudinal conversion are outlined.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat, 1442 Budapest VII., Gáray u. 5. Telefon: 415-583, 215-440. Felelős kiadó: Faklen Pál igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—296 162 Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H-1839 Budapest, Postafiók 149.



Egyetemi Nyomda — 85.3814 Budapest, 1985. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375