

HÍRADÁS- TECHNIKA



XXVI. ÉVFOLYAM, 2. SZÁM, 33-

5. FEBRUÁR

2

HÍRADÁS- TECHNIKA

1975. február, XXVI. évfolyam 2. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

KÁDÁR ÁGOSTON: Adatátviteli hálózattal szemben támasztott funkcionális követelmények	33
DR. BOLGÁRFALVI KÁROLY: Irracionális távvezeték-hálózatok II. rész: Szintézis	44
KALMÁR GÁBOR—STEFÁNIAI VILMOS: Félvezető eszközök vizsgálata és hibaanalízise pásztázó (scanning) elektronmikroszkóppal	50
Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferencia	55
Egyesületi hírek	55, 63
Az 1975. évi külföldi rendezvények	56
Nádas Tibor	58
MÁTAY GÁBOR: Koaxiális teljesítményosztók terhelhetőségi kérdései	59
2. Quadrofónia Konferencia	63
Szemle	43, 49
Tartalmi összefoglalások	64
Обобщения	64
Zusammenfassungen	64
Summaries	64
Résumés	B/III.

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

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H-1389 Budapest. Postafiók 149 74.2941 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató.

Index: 25 375

KÁDÁR ÁGOSTON

Posta Kísérleti Intézet

Adatátviteli hálózattal szemben támasztott funkcionális követelmények

ETO 621.395.38:681.327.8

A Wals-függvények elméletével kimutatható, hogy a digitális és analóg áramkörök egyaránt alkalmazsak átviteltechnikai és kapcsolástechnikai feladatok ellátására. A távközlési hálózatokban szükséges irányítási és vezérlési funkciók ellátására digitális elektronikus számítógépet célszerű alkalmazni. E számítógép lehet univerzális (vagyis a beszerezhetőek közül a céljainknak megfelelő típusú), illetve a szükséges feladatok megoldására alkalmasan kialakított (külön e célra kifejlesztett) célszámítógép.

E cikkben meg kívánjuk határozni mindazon feladatokat és tevékenységeket, amelyeket az adatátviteli hálózatnak el kell látnia ahhoz, hogy a vele szemben támasztott követelményeknek eleget tudjon tenni.

Célkitűzéseink megvalósításához valamely már meglevő hálózat jellemzőiből is kiindulhatnánk, ez azonban különböző nehézségekkel járna, ezért a cikkben az adatátviteli hálózattal szemben támasztható igények alapján dolgozzuk ki az általános folyamatábrát.

1. Kiindulási alapok

A távközlés fejlődésének történetén végigtekintve, megállapíthatjuk, hogy a távközléssel kapcsolatban számos jól megalapozott, eredményesen alkalmazott és alkalmazható elmélet került kidolgozásra, egyes tématerületeken pedig ma is újabb elméletek kidolgozása folyik.

A távközlés ma már kezd világméretű hálózattá szerveződni, a különböző típusú (távíró-, távbeszélő-, adatátviteli) hálózatok egyetlen hálózatba való összeolvadása (integrálódása) is előre veti árnyékát,

annak ellenére, hogy a jelenlegi önálló hálózatok jelentős mértékben eltérnek egymástól.

A világméretű hálózat kialakulásának és az integrálódásnak a lehetőségét az a tény biztosítja, hogy a különböző célú, más-más technikai színvonalú, egymástól eltérő működésmódú távközlőhálózatoknak vannak közös feladataik és azonos eljárásaik. Ezek a közös jellemzők függetlenek attól, hogy milyen technikai színvonalon, milyen módszerekkel üzemelnek a távközlőhálózatok, illetve hogy milyen típusú információt kell továbbítani.

A technikai eszközök és az eljárási módok ma már olyan magas színvonalúak, hogy bármely tetszőleges távközlési igényt ki tudunk velük elégíteni. Természetesen e megoldások nem feltétlenül minden esetben gazdaságosak, ezért az igénybe vevőnek kell eldöntenie, hogy számára mi a kifizetődő.

Új hálózatok létesítésekor, de a meglevő hálózatok fejlesztésekor, illetve újabb szolgáltatások bevezetésekor is első kérdésként az merül fel, hogy milyen igényeket kell kielégíteni, s csak ezt követi a többi kérdés: mely eszközökkel, milyen módon, mennyire gazdaságosan oldható meg a feladat stb.

E gondolatokból az alábbi következtetések vonhatók le:

a távközlőhálózatok általános leírásának hálózatokkal szemben támasztható igényekből kell kiindulnia,

az általános leírásnak mindazon eljárásokkal és módszerekkel foglalkoznia kell, amelyek a technikai eszközöktől és megvalósítási lehetőségektől függetlenül lehetségesek, illetve szükségesek az igények kielégítéséhez,

az általános folyamatábrának olyan ideális hálózatot kell leírnia, amelyből a megvalósítható (vagy már megvalósított) hálózatok származtathatók. A származtatás során alkalmazható eljárások: *elhagyások* (a nem igényelt folyamatok figyelmen

kívül hagyása), *részletezések* (az alkalmazandó technikai eszközök jellemzőinek figyelembevételéhez szükséges elemi eljárásorozatok leírása), *sorrendcserek*.

2. Az adatátviteli hálózatokkal szemben

Valamely hálózat feladata, hogy az igénybe vevő kívánsága szerint: információt meghatározott körzeten belül, a kívánt időpontban, a szükséges időtartamig, a megjelölt egy vagy több címzett részére, illetve azoktól, hibamentesen, gyorsan, a válaszadás biztosításával vagy anélkül, kellő titoktartással, tarifa szerinti díjazásért vagy anélkül továbbítson.

A fenti meghatározás a hálózatokkal szemben támasztható rendkívül sokféle követelményt foglalja egybe, részletes kifejtésüket a következő pontokban végezzük el.

2.1. Igénybevevő, címzett

Az igénybevevő egy vagy több címmel kíván kapcsolatba lépni. A hálózatban megvalósítandó információátvitelhez biztosítani kell a csatlakozás lehetőségét. A csatlakozó berendezést (amely a továbbítandó információtól és a hálózat tulajdonságaitól függően rendkívül sokféle lehet) a továbbiakban egységesen állomásnak, (végállomásnak) fogjuk nevezni.

Az információátviteli igény általában időszakosan lép fel, ilyen esetekben a hálózatban létre kell hozni az igénybevevő és a címzett között a kapcsolatot. A továbbiakban az igénybevevő helyett a hívó (hívó végállomás), a címzett helyett a hívott (hívott végállomás) kifejezést használjuk majd. Ha a hívó vagy a hívást fogadó valóságos személy, akkor hívó, illetve hívott félről fogunk beszélni.

2.2. Információ

A távközlési hálózatokon továbbítandó információ lehet:

kép, típusai: vonalas vagy tónusos, fekete-fehér vagy színes, álló vagy mozgó, két- vagy háromdimenziós, illetve ezek valamely kombinációja, *hang*, típusai: beszéd, zene, zörej, egy-, két- vagy több csatornás (térhatású),

szöveg, megjelenhet írásban vagy beszéd formájában,

adat, elsősorban írásban vagy valamely kódban szokott megjelenni, de előfordulhat beszéd formájában is,

jel, jelzés, megjelenési formája valamely állapot, illetve valamely kód.

A továbbítandó információ a fentiek közül egyidejűleg több típusból is összetevődhet. Az információ származhat közvetlenül a forrásból, de lehet rögzítve valamilyen hordozón is. A beérkező információ azonnali felhasználásra, vagy pedig rögzítésre kerül.

A távközlőhálózatok időben változó elektromos jelek továbbítására alkalmasak, ezért az információt időben változó elektromos jellé kell átalakítani és abból visszalakítani, ezt a feladatot a hálózat szerves részét alkotó berendezéssel vagy esetenként csatlakoztatható berendezéssel lehet megoldani. Az át- és visszaalakító berendezéstől megkívánjuk, hogy az információt a hálózaton továbbításra alkalmas formában szolgáltatassa, illetve fogadja.

Az adatátviteli hálózat digitális jelek továbbítására alkalmas (kivétel pl. az akusztikus válaszadású paralel modem). A fentebb felsorolt információk mind megjeleníthetők digitális formában is, ezért a továbbiakban az „adat” kifejezést a szokásosnál tágabban értelmezzük, és a hálózat szempontjából minden digitális megjelenésű információt adatnak tekintünk.

Az információnak időegység alatt továbbítandó mennyisége az információforrástól, illetve a fogadó állomás jellemzőitől függ (e két berendezésnek együtt kell működni). Lényeges jellemző a csatorna-kapacitás-igény, amelyet analóg formában a szükséges sávzélesség, digitális formában a bit/s (kétállapotú rendszerben baud), valamint a szükséges minimális jel/zaj viszony jellemez.

2.3. Meghatározott körzet

Valamely hálózatban csak együttműködésre alkalmas állomások között jöhet létre információátvitel. Az együttműködésre képes állomásból csoportok képzése szükséges. Valamely állomás több csoportnak is lehet tagja. Ez utóbbi esetben — ha hívó állomás — jeleznie kell a hálózat felé, hogy mely információ típussal kívánja a kapcsolat létesítését, illetve — ha hívott állomás — a beérkező hívásnak megfelelő típusú információ kezelésére üzemkésznek kell lennie.

A hálózat az igénybe vevők körét földrajzi kiterjedésének határai szerint korlátozza. E korlátozás más hálózatokkal közös összeköttetések útján kiterjeszthető, és több hálózat összekapcsolásával nagyobb kiterjedésű hálózat képezhető.

Az igénybe vevő kívánsága szerint osztály- és csoportképzési lehetőség is biztosítandó. Az osztályok és csoportok lehetnek zártak, ha csak egymás közötti kapcsolatokat létesíthetnek, illetve hierarchikusak, ha pl. az állomások saját csoportjukon kívül a magasabb szintű állomáscsoportot érhetik el, a magasabb csoport állomásai viszont a saját csoporton kívül több alacsonyabb szintű csoporttal is kapcsolatba kerülhetnek.

A hálózat állomásai lehetnek:

hívók és hívhatók, vagyis teljes jogú állomások,
csak hívók, } korlátozott jogú állomások.
csak hívhatók }

Az állomások forgalmi korlátozása lehet állandó, időszakos, osztályra, csoportra vonatkozó, sőt esetenként a teljes üzemszünet biztosítására is szükség lehet.

Jellemző adatként szükséges ismerni az állomások csoport- és osztályképzésének rendszerét, az egyes

csoporthierarchia adta lehetőségek stb.) a jogosított ott-tartózkodása idejére az egyébként nem jogosított állomásra is kiterjeszthetők, ha egyéb műszaki feltételek ezt lehetővé teszik.

2.4. Kívánt időpont, szükséges időtartam

Az információtovábbítási igény általában bármikor felléphet. Ez állandó üzemkészséget tételez fel. Egyes állomásokra, csoportokra vagy osztályokra üzemi időszakok jelölhetők meg, illetve a hívások vagy a hívásfogadások időszakosan korlátozhatók.

A kapcsolat szükséges időtartamát általában az információcserében résztvevők határozzák meg, azonban az időtartam korlátozásának igénye is felmerülhet. Ugyancsak korlátozást jelenthet a hierarchia magasabb szintjéről érkező hívás (bontást vagy bontásra felszólító jelzést váltva ki). Az információcsere végét (a kapcsolat bontását) a hívó és a hívott, csak a hívó, csak a hívott vagy csak a bontásra jogosított (akár hívó, akár hívott) állomás kezdeményezheti.

A hálózat szempontjából jellemző adat a híváskezdeményezések, illetve a beérkező hívások várható száma és koncentráltasága (várható időbeli eloszlása), valamint a létrehozott kapcsolatok szükséges időtartama (várható foglaltsági idő). Természetesen minden adatot a csatornkapacitás-igénynek, valamint a különböző csoportoknak megfelelően bontva szükséges ismerni.

A kívánt időpontban létrehozandó kapcsolatot akár a hívó, akár a hívott állomás foglaltsága gátolhatja. A hívott foglaltsága esetén a hívás későbbi megismétlése szükséges, esetleg a hálózat regisztrálja a hívást, s a hívott felszabadulásakor létesíti a hívó és a hívott közötti kapcsolatot.

2.5. A megjelölt címzettek

A hívásra jogosult állomás része a hívómű, amelynek segítségével a kívánt kapcsolat létrehozásához szükséges adatok a hálózatba bevihetők. A hívóművet manuálisan vagy gépi úton lehet működtetni.

Az adatátviteli szándék mindig meghatározott helyen levő állomásra irányul, de mobil állomások alkalmazására is sor kerülhet. Az adatátviteli hálózatok terjedésével egyidejűleg várható, hogy személyre szóló hívások is fellépnek. Számítanunk kell arra is, hogy az adatfeldolgozási szolgáltatások igénybevételi jogosultsága szintén lehet személyhez kötött.

A személyre szóló hívások létrehozásának lehetősége több módon biztosítható, így pl.:

a hívott személy használatára kijelölt állomás kapcsolásával,

az utánirányítással, amikor a hívott állomáshoz kapcsolt információ tartalmazza a hívott személy elérését biztosító állomás adatait,

adott körzeten belül személyhívó alkalmazása, amelynek segítségével a hívott értesül a hívásról,

és így a legközelebbi állomáson bejelentkezve a hívást fogadni tudja, az arra jogosított személy az ott-tartózkodása kezdetén a helyhez kötött állomáson bejelentkezik, s a hálózat ezt követően az ő hívásait erre az állomásra irányítja.

Az előbbi példákban — de a többi lehetséges megoldásokban is — a személyhez kötött jogok (pl. a csoporthierarchia adta lehetőségek stb.) a jogosított ott-tartózkodása idejére az egyébként nem jogosított állomásra is kiterjeszthetők, ha egyéb műszaki feltételek ezt lehetővé teszik.

Valamely kívánt állomást hívni csak megfelelő jellemző adatok közlésével lehet, amelyek tetszőlegesek lehetnek, és nem kell szükségképpen egyezniük a hívott állomás hálózaton belüli azonosítójával. A jellemző adatokkal kapcsolatban szükséges, hogy a hívott állomásokat egyértelműen határozzák meg, de egy állomásnak lehet több különböző jellemzője is. Egyetlen hálózaton belüli különböző zárt állomáscsoportokban lehetnek azonos jellemzők is. Egyes hívóállomások használatában levő jellemzőknek nem kell feltétlenül különbözniük más állomások által használt jellemzőktől (pl. a rövidített hívószámok esetén).

A kapcsolatok különbözők lehetnek, mégpedig:

egy hívó, egy hívott (normál információcsere céljára),

egy hívó, több hívott (körözvényadás, információáramlás a hívótól a hívottak felé),

egy hívó, több hívott (konferenciahívás, információáramlás bármelyik résztvevőtől az összes többi felé),

több hívó, egy hívott (tájékoztatás, amikor a hívott információját egyidejűleg több hívó is megkaphatja, ilyen például a pontosidő-szolgálat).

A körözvényadás és konferenciahívás résztvevői előre kijelölt állomások lehetnek, vagy pedig esetenként kell jellemző adataikat megadni. Az előre kijelölt állomások csoportja a hívó állomás számára egyetlen jellemzővel is jelölhető. Egyetlen jellemzővel látható el két, egymással forgalmat bonyolító hálózatot összekapcsoló csatornanyaláb is, ha a hívott hálózatban a nyaláb bármely csatornájáról elérhetők a kívánt állomások (példa erre a távbeszélő-alközponti vonalcsoporthoz). Bizonyos esetekben az állomás jellemző adataira nincs szükség (például két-állomásos zárt csoportban a hívási szándék egyértelműen kijelöli a hívott állomást is).

2.6. Hibamentesség

Az adatátviteli hálózattól megkívánjuk, hogy valamely állomásán belépő információ lehetőleg hibamentesen érkezzék meg a kívánt másik állomásra. A teljes hibamentesség gyakorlatilag nem biztosítható, az átvitel minőségét a hibaarányjal jellemezhetjük.

2.7. Gyorsaság

Adott mennyiségű információ továbbítása — abban az esetben, ha a továbbítandó anyag tárolón helyezkedik el — a csatornkapacitás kellő megvá-

lasztása esetén a kívánt időtartamon belül lebonyolítható. Természetesen ehhez az állomásokon megfelelő berendezések szükségesek.

Az információ átviteli sebessége (eltekintve az úrtávközlési megoldásoktól) gyakorlatilag kielégítő. Abban az esetben, ha az információ a hálózaton belül — továbbítás közben — tárolásra kerül, szükséges előírni a megengedett továbbítási időt.

Külön meg kell említenünk a hívási szándék jelzésétől az információcsere megindulásáig szükséges időtartamot, amely két szakaszra bontható: a várakozási időre, amely a hívási szándék jelzésétől a kapcsolat létesítéséhez szükséges adatok fogadási készségének jelzéséig tart és a kapcsolat létesítési idejére, amely magában foglalja az adatok közlési idejét és a kapcsolat létrehozásához szükséges időt is. Ezen adatok megengedhető értékeinek ismerete is szükséges.

2.8. Válaszadás

A távközlőhálózatok alapvetően kölcsönös információcserét tesznek lehetővé az egymással kapcsolatba került állomások között. A kapcsolat létrehozása során azonban először a hálózattal kerül érintkezésbe a hívó, majd a hívott is. A hívó hívási szándékát jelzi a hálózatnak, erre válaszként a hívott jellemzőinek fogadására való készségről érkezik jelzés. A hívó ekkor a hívómű segítségével közli az összeköttetéssel és a hívottal kapcsolatos jellemzőket. Az összeköttetés létesíthetőségéről vagy létesíthetetlenségéről tájékoztat a válaszjelzés. Ha a hívott fogadja a hívást, erről a hívó ismét jelzést kap, ekkor megindulhat az információtovábbítás. A hívó igényelheti a hívott fél azonosítását is. Ez megoldható a hívott által közölt azonosítással (pl. a hívott állomás hívójelének bemondásával), de automatikus azonosítási igény is felmerülhet, ezt az állomás berendezéseinek megfelelő kialakításával lehet megvalósítani. A hívott állomás részéről is felmerülhet a hívó azonosítása, esetleg még a hívás elfogadása előtt vagy közvetlenül az információcsere megkezdésekor, pl. rosszakaratú hívás esetén.

A létrejött kapcsolatban az információtovábbításnak több módja lehetséges:

egyirányú információátvitel (szimplex üzem),
váltakozva kétirányú átvitel (félduplex üzem),
egyidejűleg kétirányú átvitel (teljes duplex vagy duplex üzem).

A fenti üzemmódokban az információátvitellel egyidejűleg az ellenkező átviteli irányban felügyeleti jelzések továbbítási igénye is lehetséges.

Ha a hálózatban az információ továbbítás közben tárolásra is kerül, és a hívó már nincs kapcsolatban a hálózattal, amikor a hívotthoz az információ megérkezik, a hívó az üzenetének megérkezéséről válasz-üzenetet igényelhet.

2.9 Kellő titoktartás

A távközlési titok megsértése elleni védekezésül a hálózatban továbbított információról tudomást a hívón és a hívotton (hívottakon) kívül más nem

szerezhet. Ennek biztosítására a hálózatot technikailag megfelelően kell kialakítani (téves kapcsolat és idegen bekapcsolása elleni védetség, az áthallási csillapítás kielégítő értéken tartása stb.).

A távközlési hálózat igénybe vevői a fentiekén túlmenően igényelhetik kilétük, elérhetőségük, nevük, címük, jellemző adataik, valamint hívóik, hívottjaik körének titokban tartását is.

A titoktartási igények azonban nem terjedhetnek ki a hálózat üzemeltetése során szükséges adatokra, pl. az állomás jellemző adataira az azonosítás során.

2.10. Díjazás

A távközlőhálózat tulajdonosa és igénybe vevője közötti jogviszony mérvadó a hálózat igénybevételeért járó díjazás tekintetében. A saját célra fenntartott hálózatban általában nincs díjkötelezettség, a postai nyilvános, illetve bérelt hálózatok igénybevétele pedig díjköteles. A díjtételeket jogszabályok határozzák meg.

A díjazás rendszerint az igénybevételi időtartam és az áthidalt távolságot jellemző távolsági kategóriák szerint történik. A kapcsolat díja általában a hívót terheli, de bizonyos állomások vállalhatják a díj megfizetését akkor is, ha őket hívják. Egyes állomások hívása esetén szintén nincs díjkötelezettség.

A díj számlálása történhet a kapcsolat fennállása alatt vagy annak befejezésekor. A hívó igényelheti, hogy befejezett kapcsolatát követően azonnal tájékoztatást kapjon a térítendő díjról (ez pl. a szállodák esetén jelentős).

2.11. Továbbítás

A hálózat állomásai között átviteli útvonalakat kell kialakítani. Az egyes állomások között esetenként a hívásoknak megfelelően kell a kapcsolatoknak létrejönnie, ehhez a hálózatnak kapcsolóeszközt kell tartalmaznia, szokásos elnevezésével kapcsolóközpontot. A központ és az állomások közti kapcsolatot áramkörök hozzák létre, ezek rendszerint vezeték, egyes esetekben (pl. mobil állomásoknál) rádiós kapcsolatok.

Az állomások száma és földrajzi elhelyezkedése — figyelembe véve az átviteli áramkörök és a központ közös gazdasági optimumát — az irányítási és kapcsolási feladatot ellátó központ tagolását, vagyis több központos hálózat kialakítását indokolhatja.

Az állomások és a központ közötti áramköröket helyi hálózatnak, a központok közötti áramköröket trónkhálózatnak (átkérő áramköröknek) nevezzük. Az eddig kialakult gyakorlat szerint szokás még körzethálózatról és távhálózatról beszélni attól függően, hogy mekkora területre terjednek ki, illetve mily távolságokat hidálnak át. Működési szempontból jelentős különbséget csak az állomások és a központ, illetve a központok közötti hálózatok között találunk.

A helyi hálózat áramköreinek feladata, hogy az állomás csatornkapacitás-igényét a központig biztosítsa, ezért általában a legnagyobb kapacitásigény

kielégítésére kell az áramköröket létesíteni. A helyi hálózatban az állomásigényeknek megfelelően különböző kapacitású vonalak lehetnek.

A központok közötti trónkhálózatnak a központok közötti információforgalmat kell lehetővé tennie, ehhez sok, különböző csatornkapacitású áramkörre lehet szükség. Lehetséges nagy kapacitású áramkörön egyidejűleg több, kisebb kapacitásigényű átvitelt is megvalósítani.

Attól függően, hogy az állomásoknak milyen jellegű csatlakozásaik vannak, beszélhetünk analóg, digitális és vegyes hálózatról. Ez az osztályozás nem zárja ki a hálózatban belüli, más típusú átviteli módot.

2.12. A hálózat üzemvitelével kapcsolatos igények

A hívó állomás igényelheti a tájékoztatást, ha a hívása valamely ok miatt nem teljesíthető. Ily okok lehetnek:

- a hívott állomás foglalt,
- a hívott állomás üzemideiglenesen szünetel,
- a hívott állomás végleg megszűnt,
- a hívott állomás jellemző adata megváltozott,
- a kapcsolat üzemzavar következtében nem hozható létre.

A hálózat terjedelmét a forgalmi igények határozzák meg, ezek azonban az idő folyamán jelentősen változhatnak. Az igénybe vevők, de az üzemeltető is, tájékoztatást igényelhetnek arról, hogy az állomásaik felé irányuló információtovábbítási igényeket a hálózat, illetve az állomásaik kellően ki tudják-e szolgálni. Ezért szükség lehet annak ismeretére, hogy egyes állomások (illetve a hálózat egyes áramköri részei) foglaltságuk idején mily mértékű további igényeket nem képesek kielégíteni.

A foglalt állomások (áramkörök) ismételt igénybevételi szándékát, vagyis a többlethívást, rendszeresen vagy csak kívánságra regisztrálni kell. A regisztrálás a hívás pusztán tényén túlmenően a hívó adataira, az időpontra stb. is kiterjedhet.

2.13. A hálózat felhasználásával kielégíthető igények

A hálózat üzemvitelével kapcsolatos igények közül a tudakozó szolgálat, a hibabejelentő, valamint az állomásokon elhelyezett berendezések üzemképességének megállapításához szükséges vizsgálójelek biztosítása a hálózat felhasználásával elégíthető ki. A hálózatban létesíteni kell olyan minden állomás által elérhető állomásokat, amelyek közül egyeseknek a tudakozó szolgálat ellátása, másoknak a hibabejelentések kezelése, illetve meghatározott vizsgálójeleknek a hívó állomásra küldése (esetleg a hívótól érkező jelsorozat értékelése, és az eredményeknek a hívó állomással való közlése) a feladata.

2.14. Az üzemeltetők igényei

Az eddig áttekintett igények elsősorban az igénybe vevőkre vonatkoztak. Ezen igények kielégítésén, valamint a támasztható műszaki követelményeken

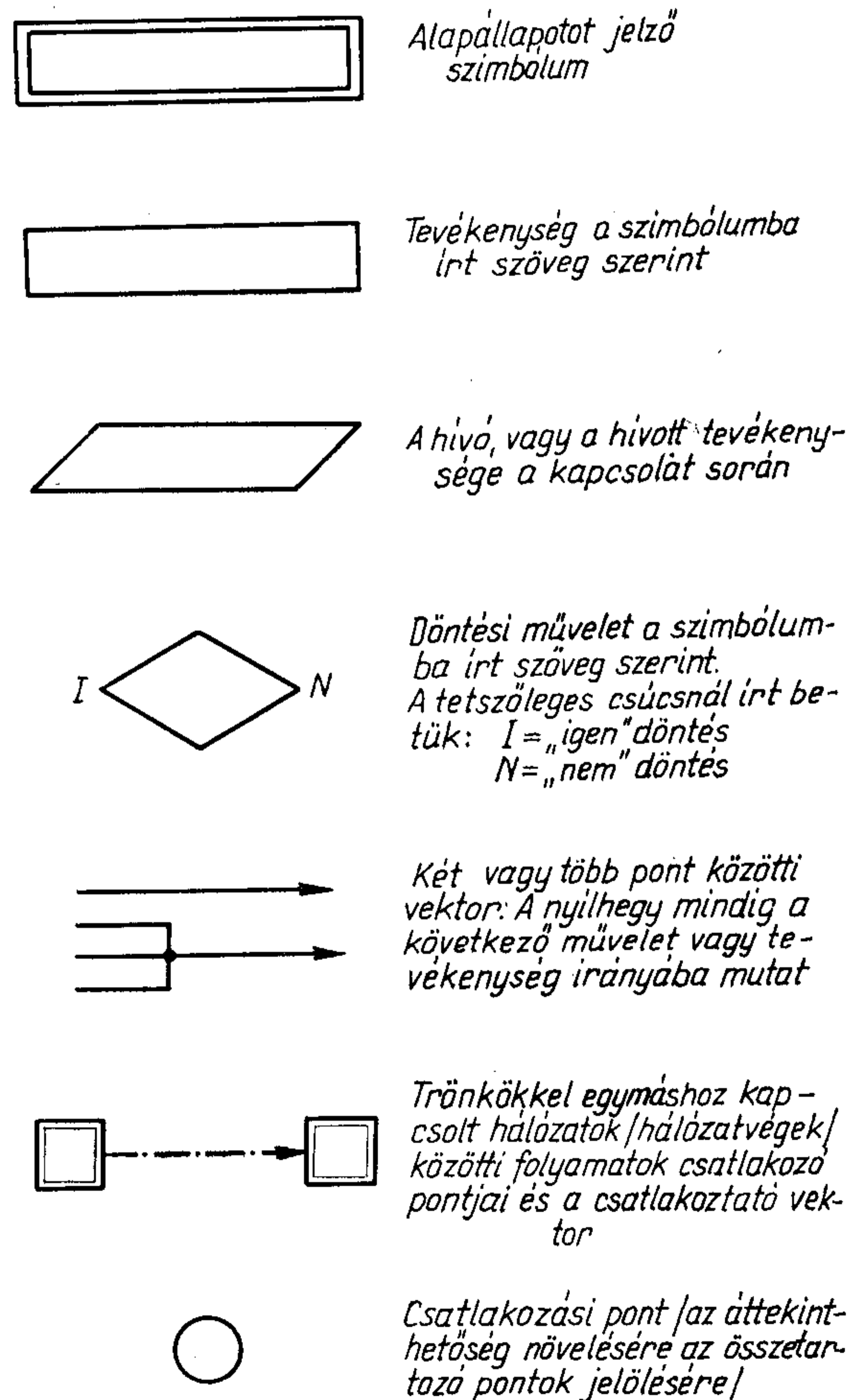
túlmenően ki kell hangsúlyoznunk az üzemeltetők alapvető követelményét, nevezetesen a nagyfokú megbízhatóságot és az ezzel járó minimális karbantartást.

3. Folyamatok leírási módja

Meghatározott alaphelyzetből kiinduló, szabályok által irányított, végül valamely lehetséges helyzetet elérő eseménysorozatot folyamatnak nevezhetünk. A folyamatok leírásánál meg kell határozni a lehetséges vagy megengedett kiinduló helyzetek összességét (értelmezési tartományt), az elérendő vagy megengedett véghelyzetek összességét (értékészlet tartományát), végül pedig a két tartomány közötti összefüggést leíró szabályok összességét. A szabályok egymással rögzített kapcsolatban álló matematikai műveletek, logikai műveletek és egyéb tevékenységek.

A folyamatok leírhatók szöveges megfogalmazással is, azonban ennél lényegesen áttekinthetőbb a számítástechnikai alkalmazások következtében egyre inkább elterjedő folyamatábrás leírás mód, amikor is:

- a műveleteket és a tevékenységeket szimbólumokkal ábrázoljuk,



H285-KA1

1. ábra. Folyamatábra-szimbólumok

a műveletek változóit és a tevékenységeket a szimbólumokba írt utalásokkal határozzuk meg, a műveletek és a tevékenységek egymással való kapcsolatát (egymásra következését) a szimbólumok közé húzott, irányított vonalakkal jelöljük.

A továbbiakban alkalmazandó szimbólumokat az 1. ábrán mutatjuk be.

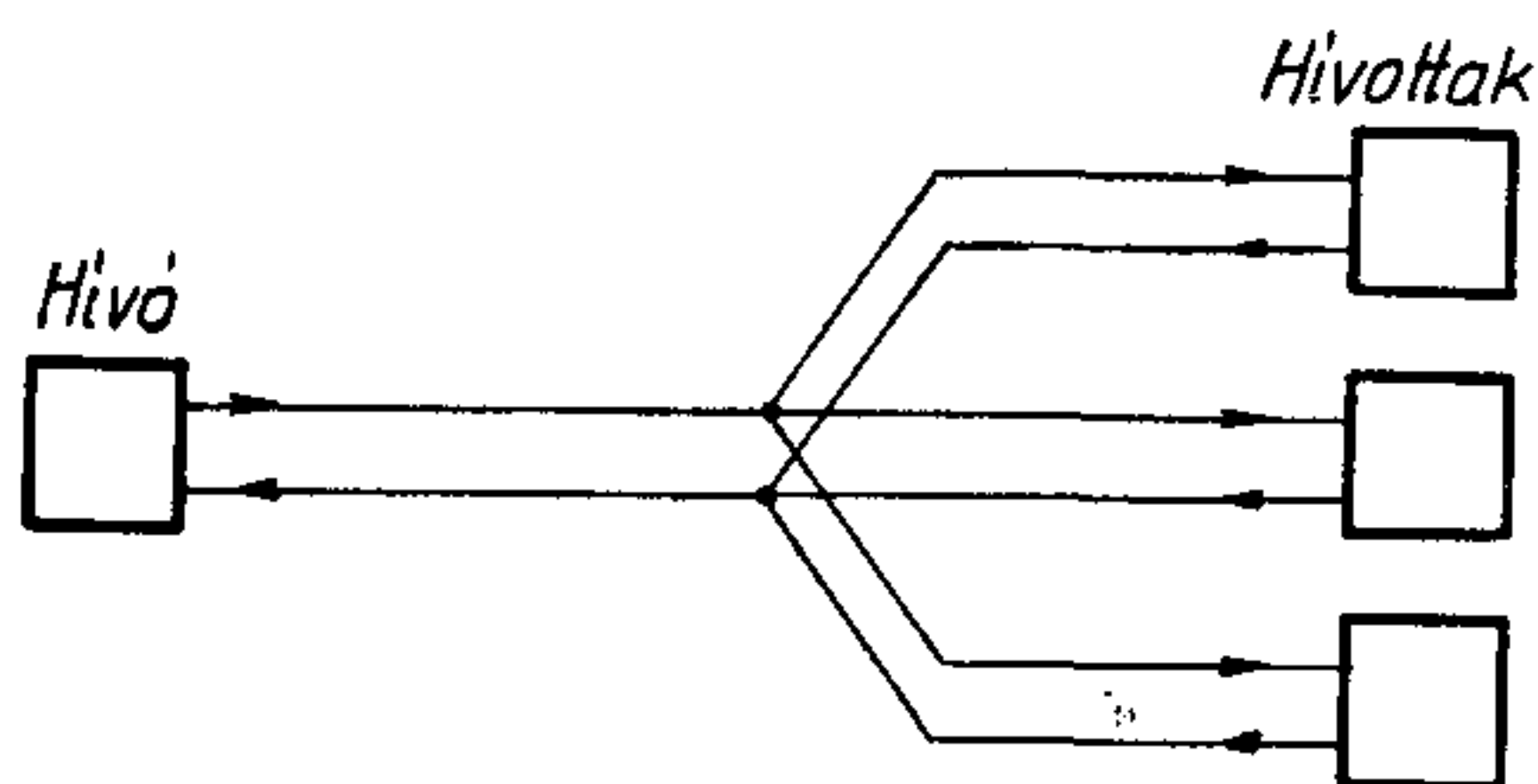
4. Kapcsolási folyamat

A kapcsolási folyamat a távközlőhálózatok minősítő jellemzője és alapvető tevékenységi formája.

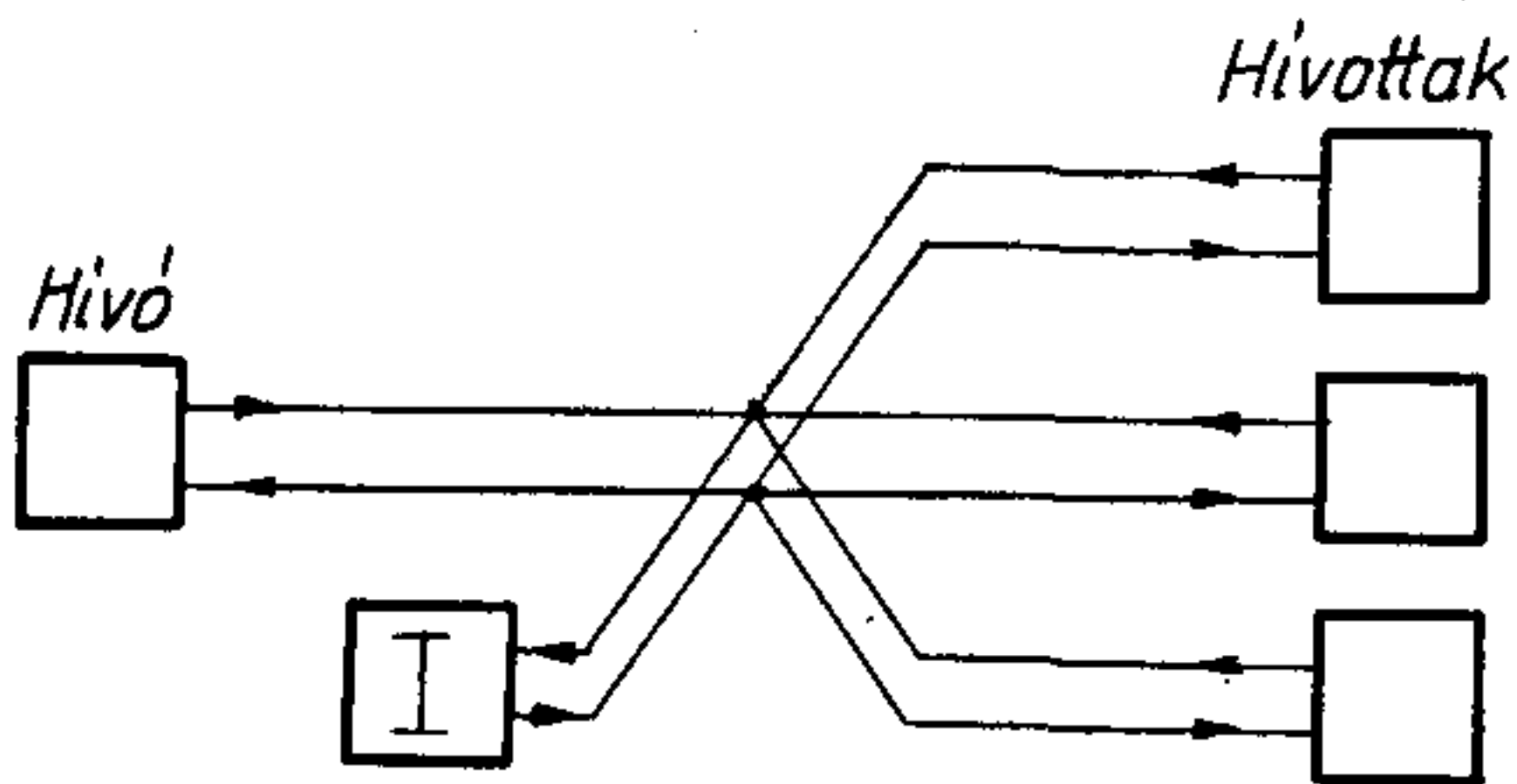
A távközlőhálózatokkal kapcsolatos követelményeket a 2. fejezetben részletesen áttekintettük, ezek döntő többsége a kapcsolási folyamathoz tartozik, illetve a kapcsolási folyamat kialakítását jelentősen befolyásolja. Ez utóbbira példa a csatornakapacitás-igény, amelynek kielégítése az átviteltechnika feladata ugyan, de a kapcsolási folyamatban is figyelembe kell venni.

Célkitűzésünknek megfelelően az általános kapcsolási folyamatot dolgoztuk ki, azonban (nem az általánosság rovására!) néhány megszorítást kényszerültünk tenni. Ezek:

ábrázolási okokból soros működést tételeztünk fel, így pl. a körözvény- és konferenciahívásoknál a részt vevő állomások behívását egymás után ábrázoltuk annak ellenére, hogy egyidejűleg több hívás kezdeményezésével e folyamatok időben egyszerre is megvalósíthatók, a díjelszámolást a kapcsolat bontási folyamat-szakasza elé helyeztük és néhány tevékenységgé koncentráltuk, nem véve figyelembe a kapcsolat fennállása alatti folyamatos díjazás lehetőségét (díjazás többszörös számlálással). Ez utóbbi az 1. fejezet végén leírt átalakítási elvek segítségével a folyamatábra tartalmi változása nélkül kialakítható.



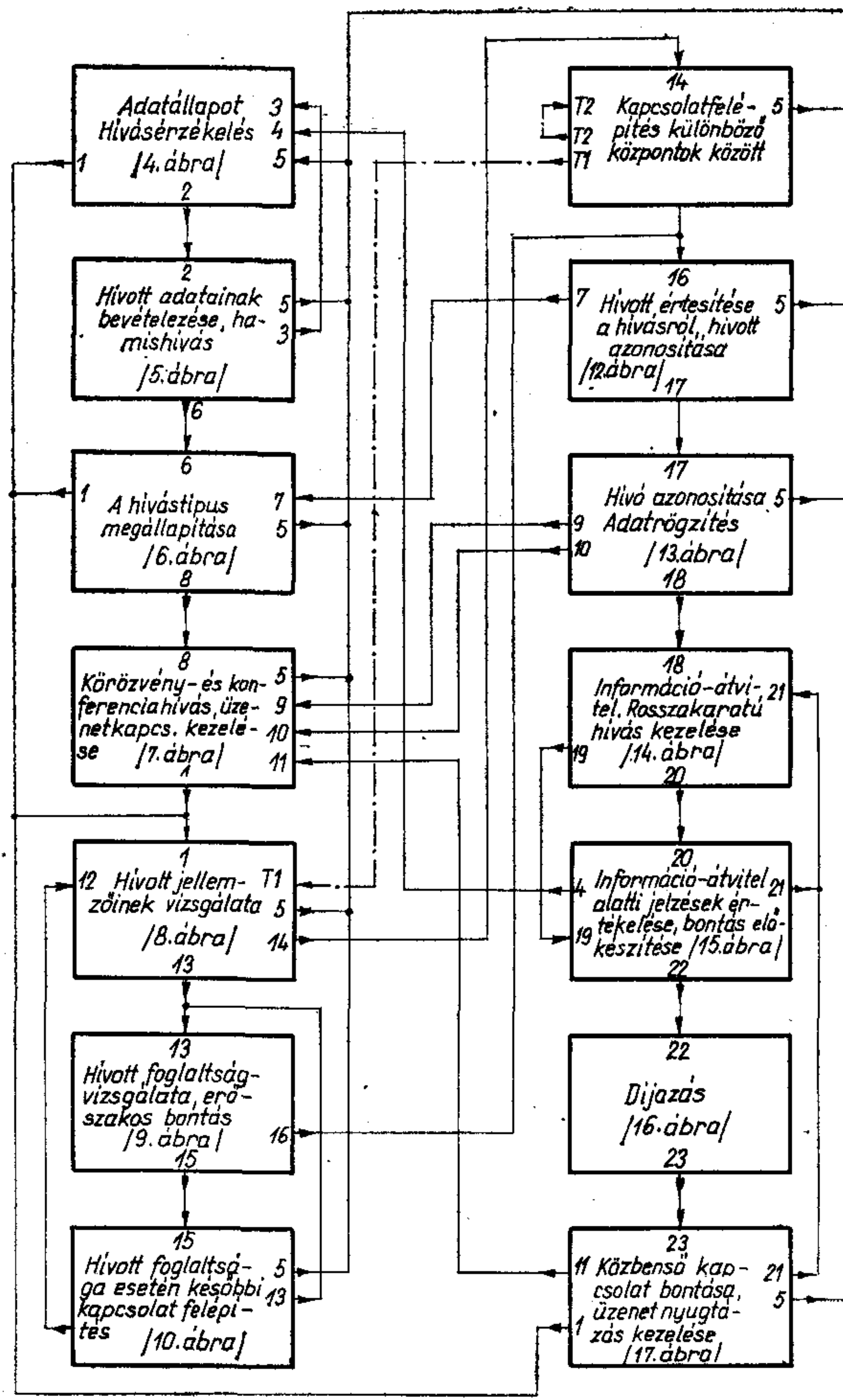
Körözvényhívás információ-átvitel



Konferenciahívás információ-átvitel

H 285-KA 2

2. ábra. Körözvény- és konferenciahívás



H 285-KA 3

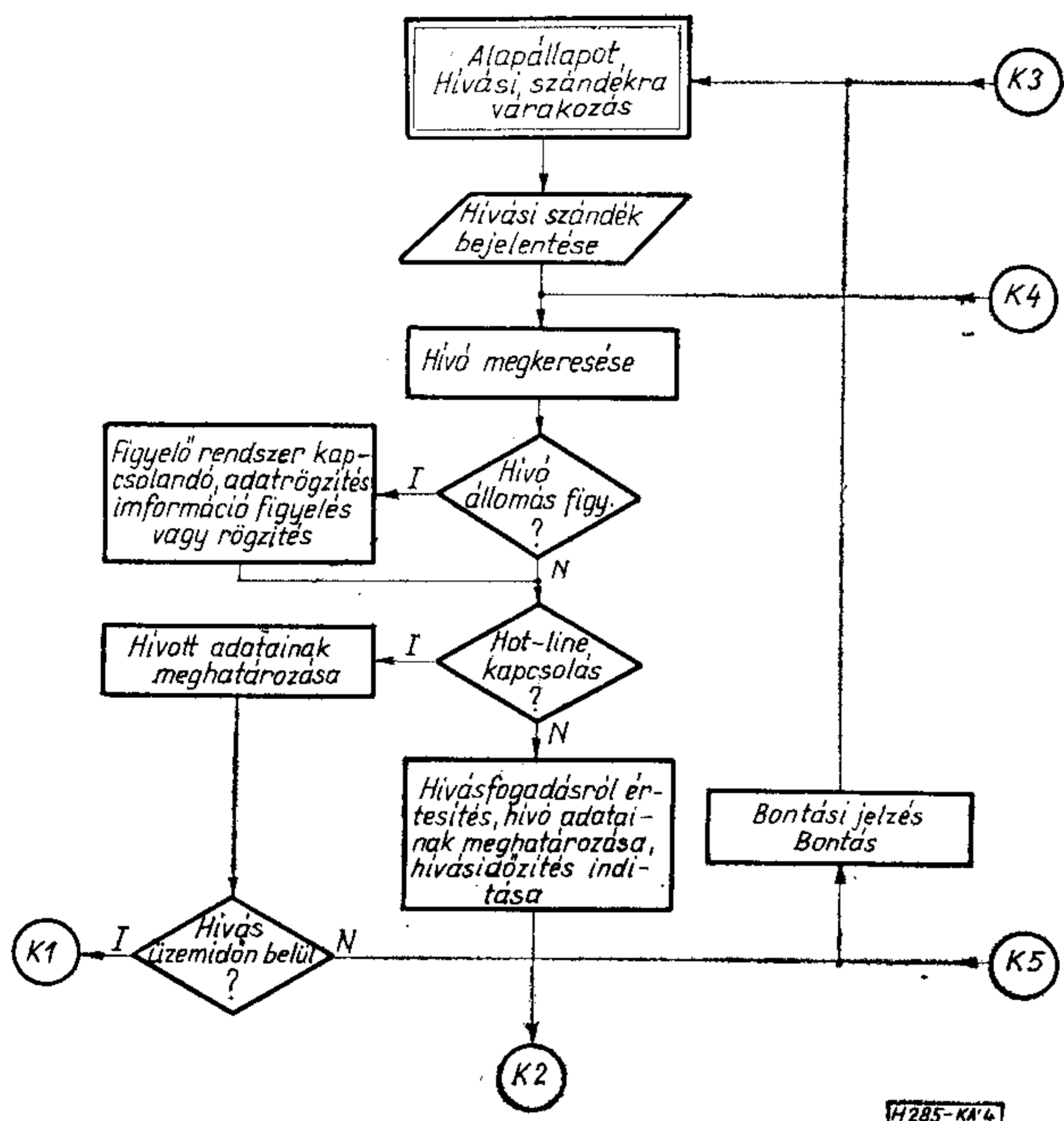
3. ábra. A részfolyamatábrák összefüggései

Fel kell hívnunk a figyelmet a konferencia- és a körözvényhívás kapcsolása közötti különbségre. A két hívástípus közötti különbség lényege az, hogy körözvényhívásnál a hívó és a hívottak között kell kapcsolatot létesíteni (a hívottak egymás közötti információcseréjére nincs szükség), körözvényhíváskor viszont az információt bármely résztvevőtől az összes többi résztvevőhöz továbbítani kell (lásd a 2. ábrát).

A kapcsolási folyamat minden egyes híváskezdeményezéskor elindul, és a hívó szándékától, valamint a hálózat pillanatnyi állapotától függően végig zajlik, míg az alapállapotba ismét eljut. Mivel a távközlőhálózatokban egyidejűleg számos kapcsolat létesítési igénye léphet fel, illetve egyidejűleg számos létrehozott kapcsolaton folyhat információ-továbbítás, ezért a kapcsolási folyamat bármely két állapota egyidejűleg fennállhat a hálózatban. Számítógépes gyakorlattal hasonlítva multiprogramos, illetve multiprocesszoros eljárásról beszélhetünk.

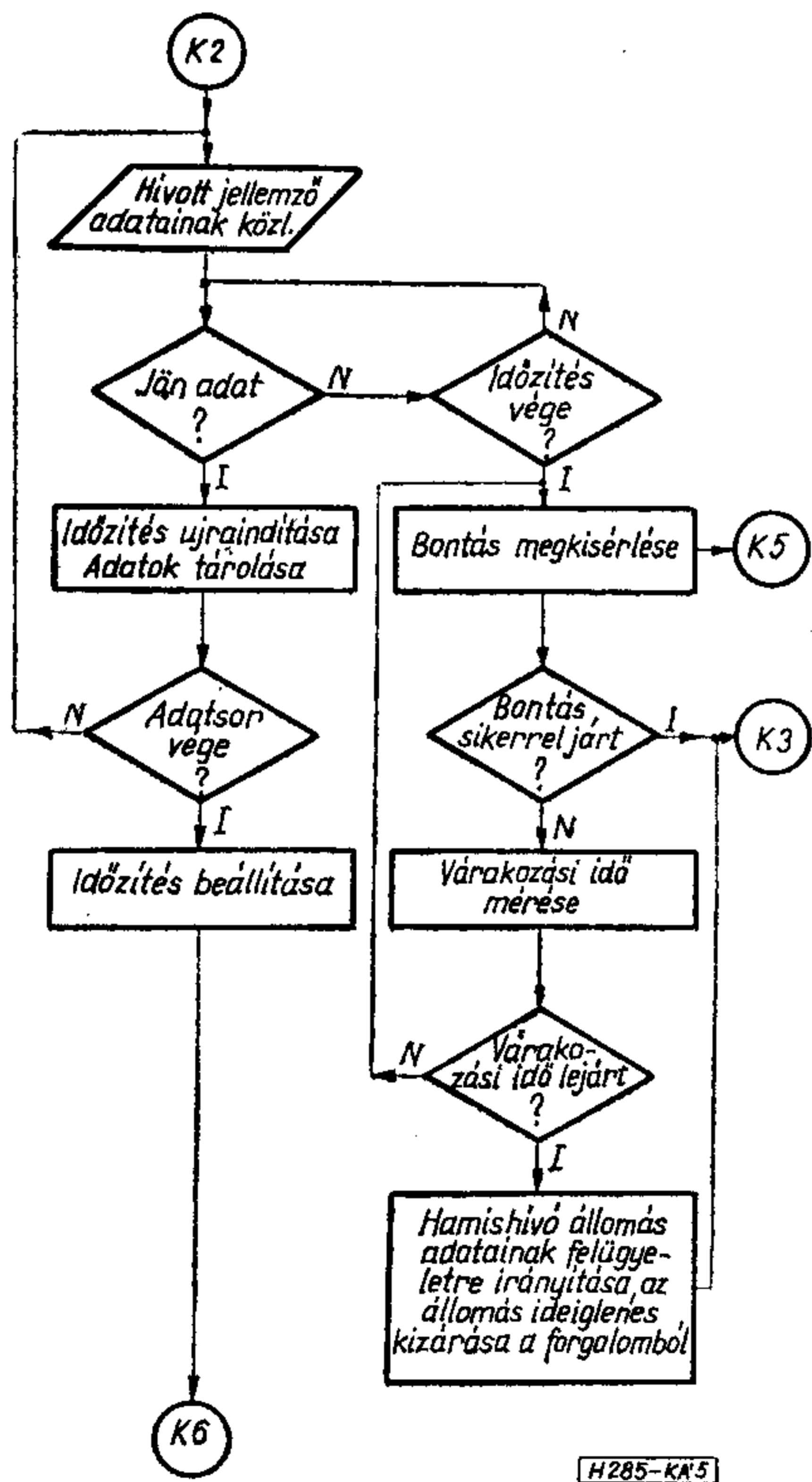
Egyetlen kapcsolási folyamat — a hívó és a hívott elhelyezkedésétől függően — a hálózat tetszőleges részére terjedhet ki, az egyes műveletek, illetve tevékenységek végrehajtási pontjai csak a hálózat pontos felépítésének ismeretében határozhatók meg.

A következőkben bemutatásra kerülő kapcsolási folyamatábrát vonalkapcsoló hálózat feltételezésével dolgoztuk ki, ez azonban nem megy az által-



4. ábra. Adatállapot, hívásérzékelés

nosság rovására, mert a hálózattal — és így a kapcsolási folyamattal — szemben támasztott követelmények függetlenek a megvalósítás technikai eszközeitől. Az alkalmazott eszközök és eljárások legfeljebb a követelmények kielégíthető körének nagyságát befolyásolják. Folyamatábránk más elrendezésben, de ugyanazon funkciókat tartalmazná akkor is, ha üzenetkapcsolást, időmultiplexet vagy állapotváltást továbbító kapcsolási eljárást alkalmaznánk.

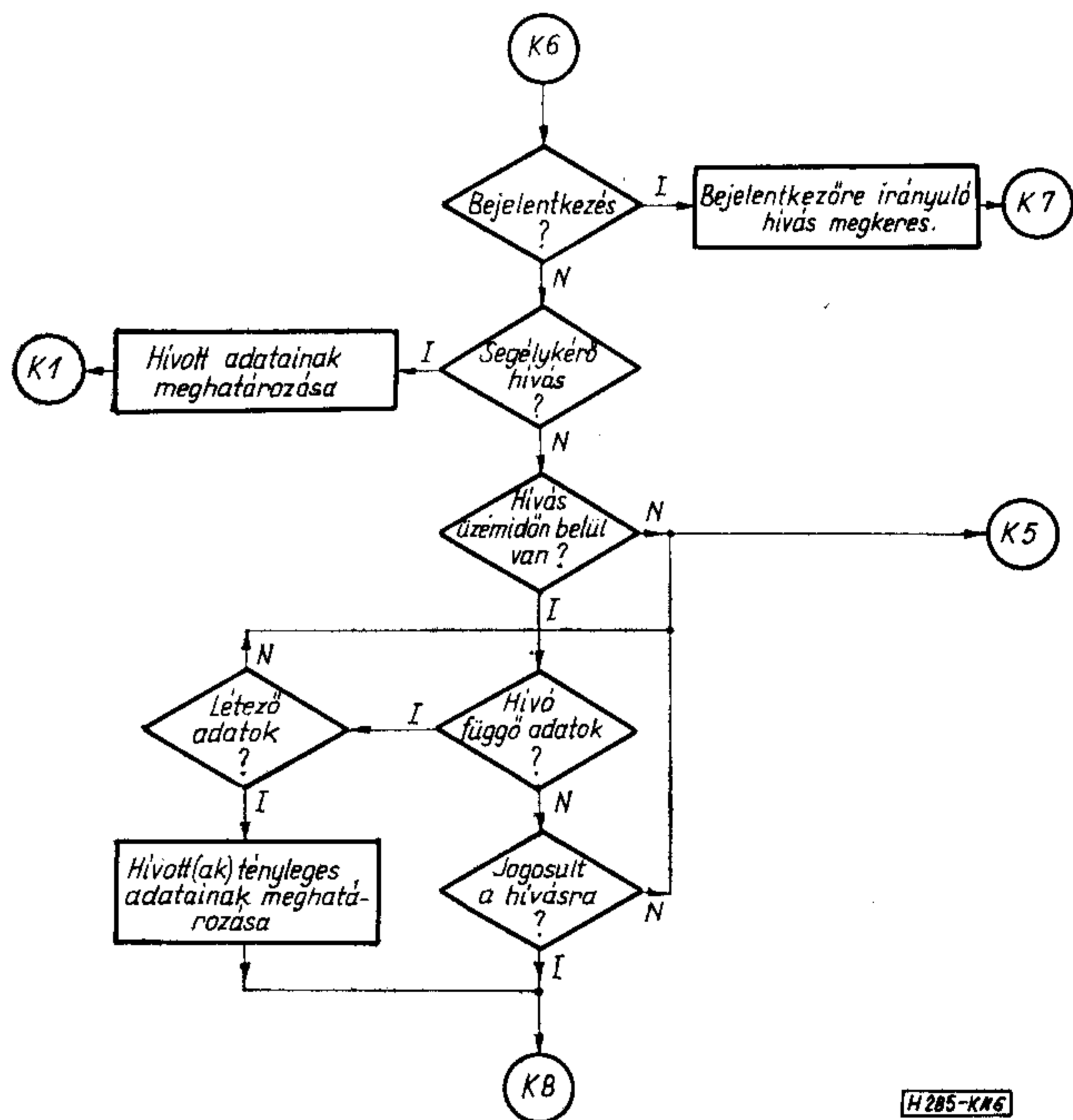


5. ábra. A hívott adatainak bevételezése, hamis hívás

Folyamatábránkban néhány olyan megoldást is feltüntettünk, amelyek az adatátvitel szempontjából nem feltétlenül szükségesek, de más központokban már megvalósításra kerültek (pl. a távbeszélő-alközpontokban hívás kezdeményezhető fennálló beszélgetés alatt is). Az ilyen általánosítás következtében folyamatábránk nemcsak az adatátviteli igények kielégítésére alkalmas, hanem leírja bármely hálózat kapcsolását.

A kapcsolási folyamat ábrája egyetlen lapon legalább két méter hosszúságú lenne, ezért kénytelenek voltunk viszonylag homogén részfolyamatokra bontva ábrázolni. Az egyes részek közötti kapcsolatokról a 3. ábra nyújt tájékoztatást. A következőkben röviden áttekintjük az egyes részfolyamatokat, megemlítve a jellemző tevékenységeket.

Alapállapot, hívásérzékelés (4. ábra). A folyamat nyugalmi állapota, illetve a hívási szándék érzékelése s a szükséges előkészítés került ábrázolásra.

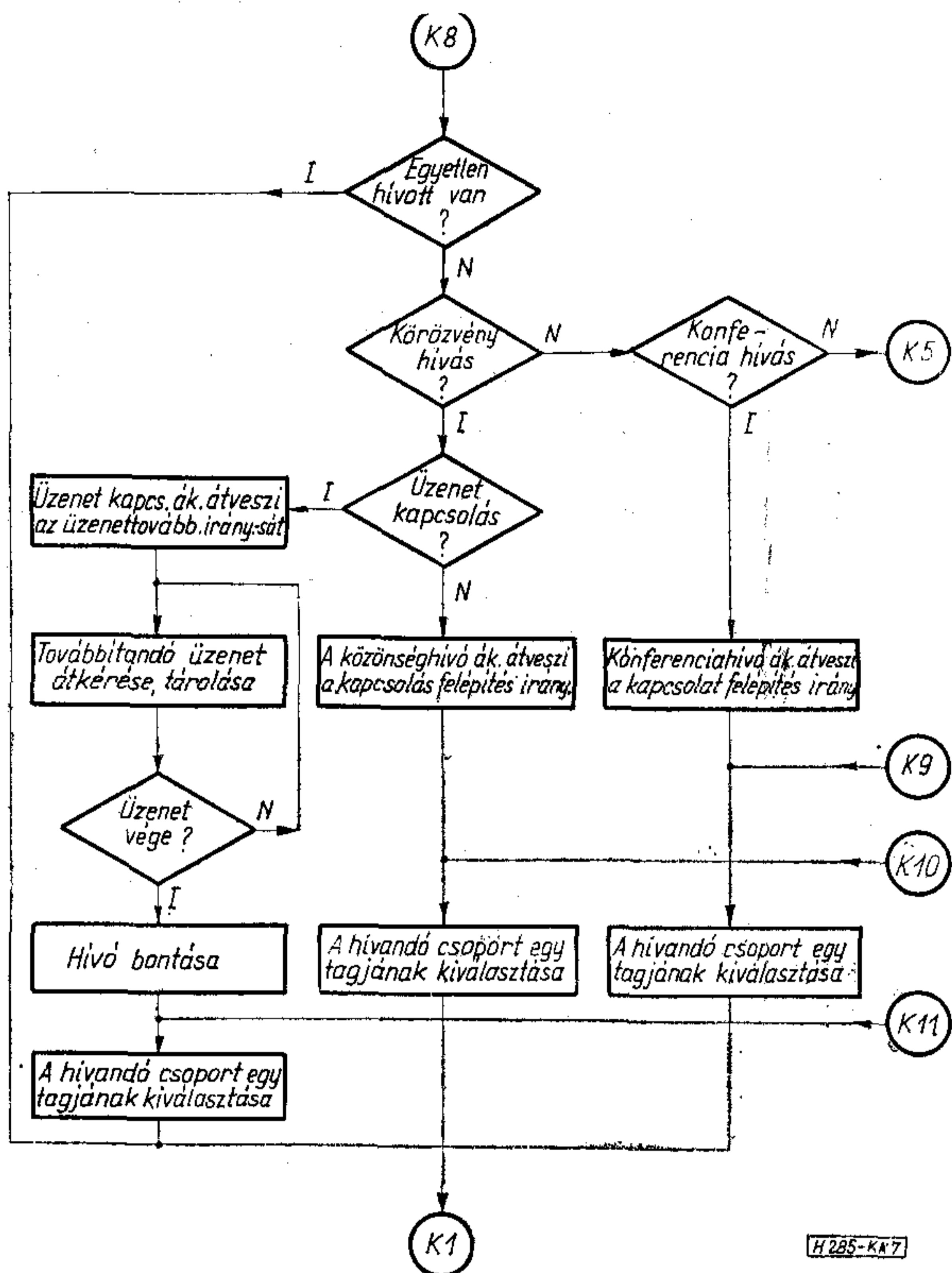


6. ábra. A hívástípus megállapítása

Hívott adatainak bevételezése, hamis hívás (5. ábra). A hívó közli a hívott jellemző adatait, illetve hamis hívás esetén a zavaró hatás kiküszöbölésére irányul a folyamat.

Hívástípus megállapítása (6. ábra). A hívó fél a kapott értesítésre jelentkezik. Vagy segélykérő szándéka van, vagy normális közvetítési szándéka. Az utóbbi esetben jogosultsága, valamint az általa közölt adatok helyes értelmezése szükséges (hívófüggő adat például a rövidített hívószám).

Körözvény- és konferenciahívás, üzenetkapcsolás kezelése (7. ábra). A körözvény-, illetve konferenciahívást különböző módon kell kezelni és kapcsolni. Az üzenetkapcsolás a körözvényhívásnak egy lehetséges megoldása: a hívó leadja a továbbítandó információt, meghatározza a hívottakat, az üzenet továbbításáról a hálózat automatikusan gondoskodik. A szükséges irányító funkciók kerültek itt feltüntetésre.



7. ábra. Körözvény- és konferenciahívás, üzenetkapcsolás kezelése

Hívott jellemzőinek vizsgálata (8. ábra). A kapcsolat létesítése számos feltételtől függ, ezek vizsgálata szükséges.

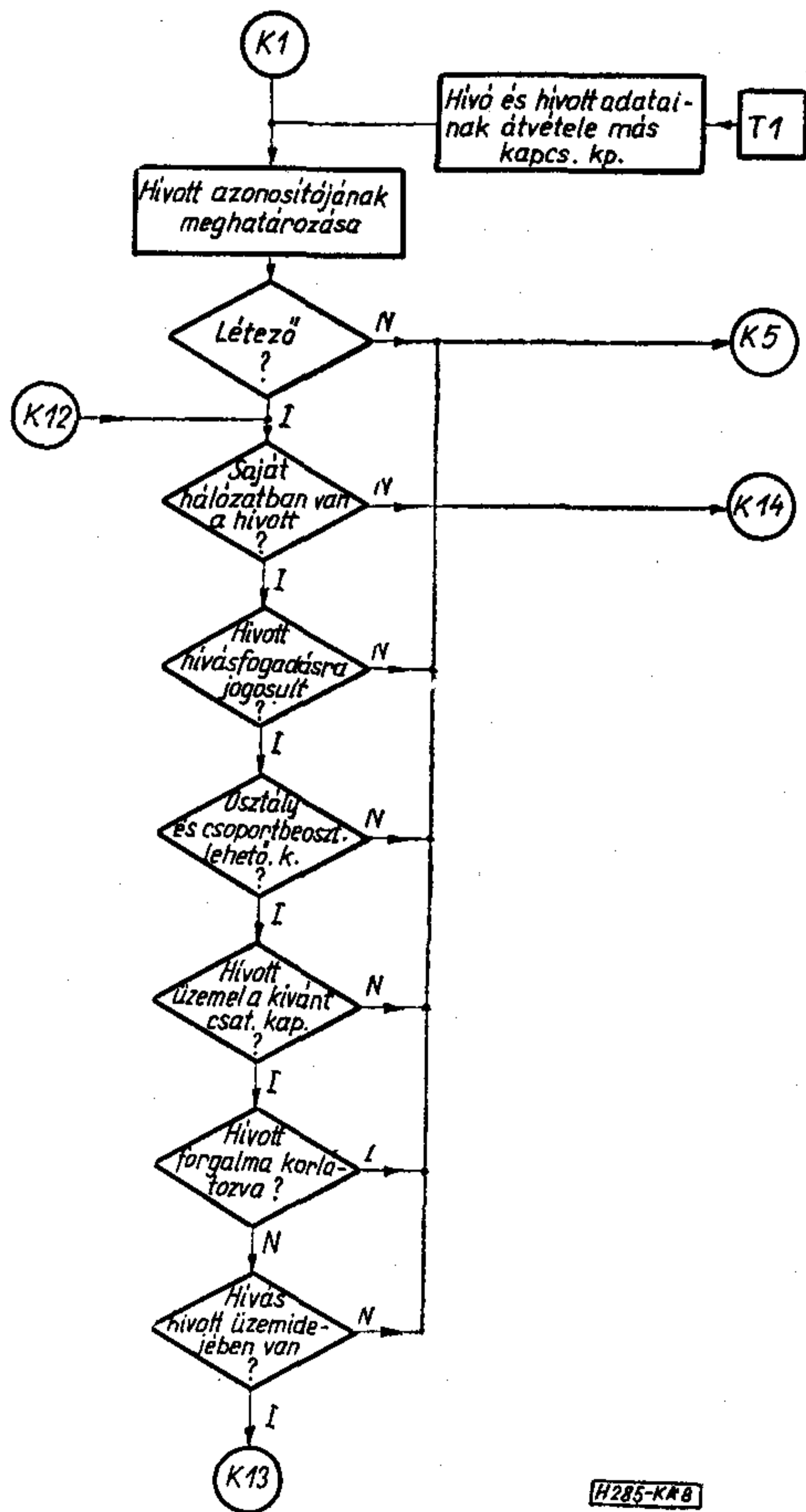
Hívott foglaltságvizsgálata, erőszakos bontás (9. ábra). Ha a kapcsolat létesíthető ugyan, de a hívott foglalt, megvizsgálandó, hogy mit lehet tenni. Bizonyos esetekben sor kerülhet az erőszakos bontásra is.

Hívott foglaltsága esetén későbbi kapcsolatfelépítés (10. ábra). Ha a kapcsolat nem hozható létre, a hívott felszabadulásakor vagy későbbi időpontban – újabb híváskezdeményezés nélkül – létrehozható az összeköttetés.

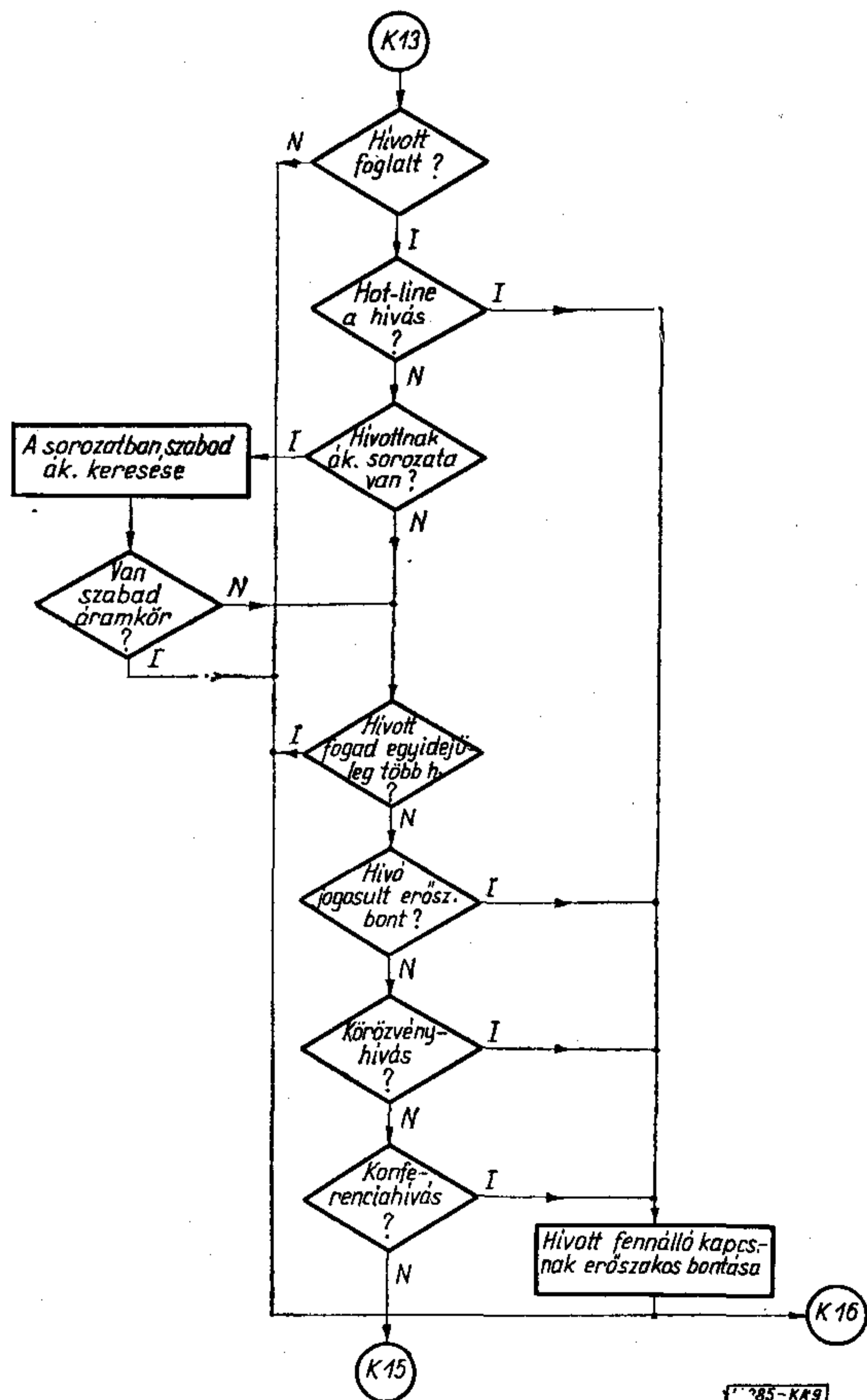
Kapcsolatfelépítés különböző kapcsolóközpontok között (11. ábra). Ha a hívott nem a hívó központjában van, a központok közötti trónkőkön kell a kapcsolatot létesíteni, ehhez trónkirány választása, foglaltság esetén kerülőirány igénybevétele szükséges.

Hívott értesítése a hívásról, hívott azonosítása (12. ábra). A hívott állomás szükség esetén azonosítandó a hívónál. Mobil állomások esetén, távbeszélőnél pl. a hívott személy általános felhívással értesítendő a hívásról, ezt a hívott bejelentkezése követi. Az összeköttetés létrehozása csak ezután kerülhet sorra.

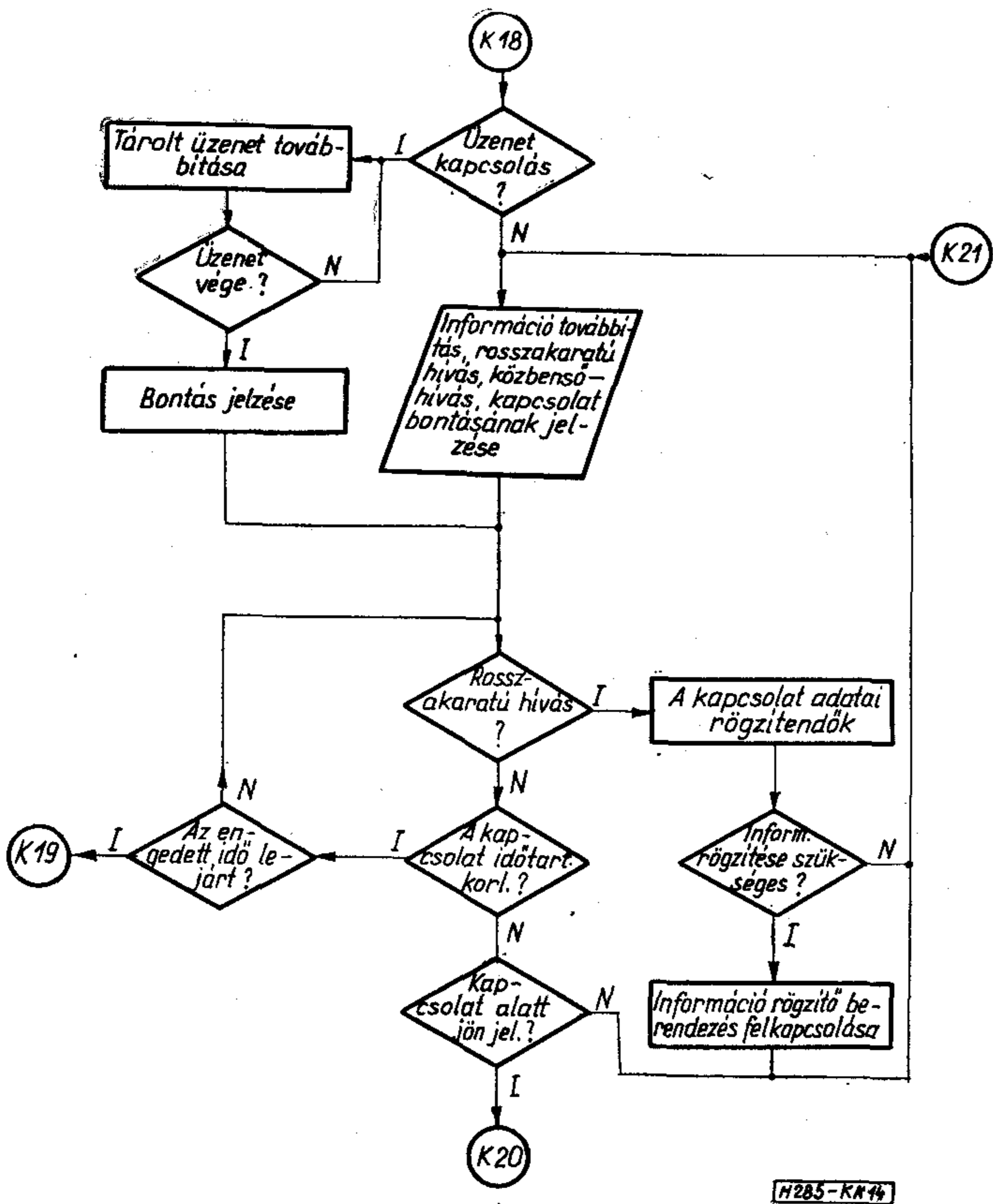
Hívó azonosítása, adatrögzítés (13. ábra). A hívott is igényelheti a hívó azonosítását. Konferencia-, illetve körözvényhívás esetén az információátvitel előtt ellenőrizni kell, hogy az összes hívott állomás kapcsolása megtörtént-e. A forgalomról esetleg statisztikai adatokat is rögzíteni kell.



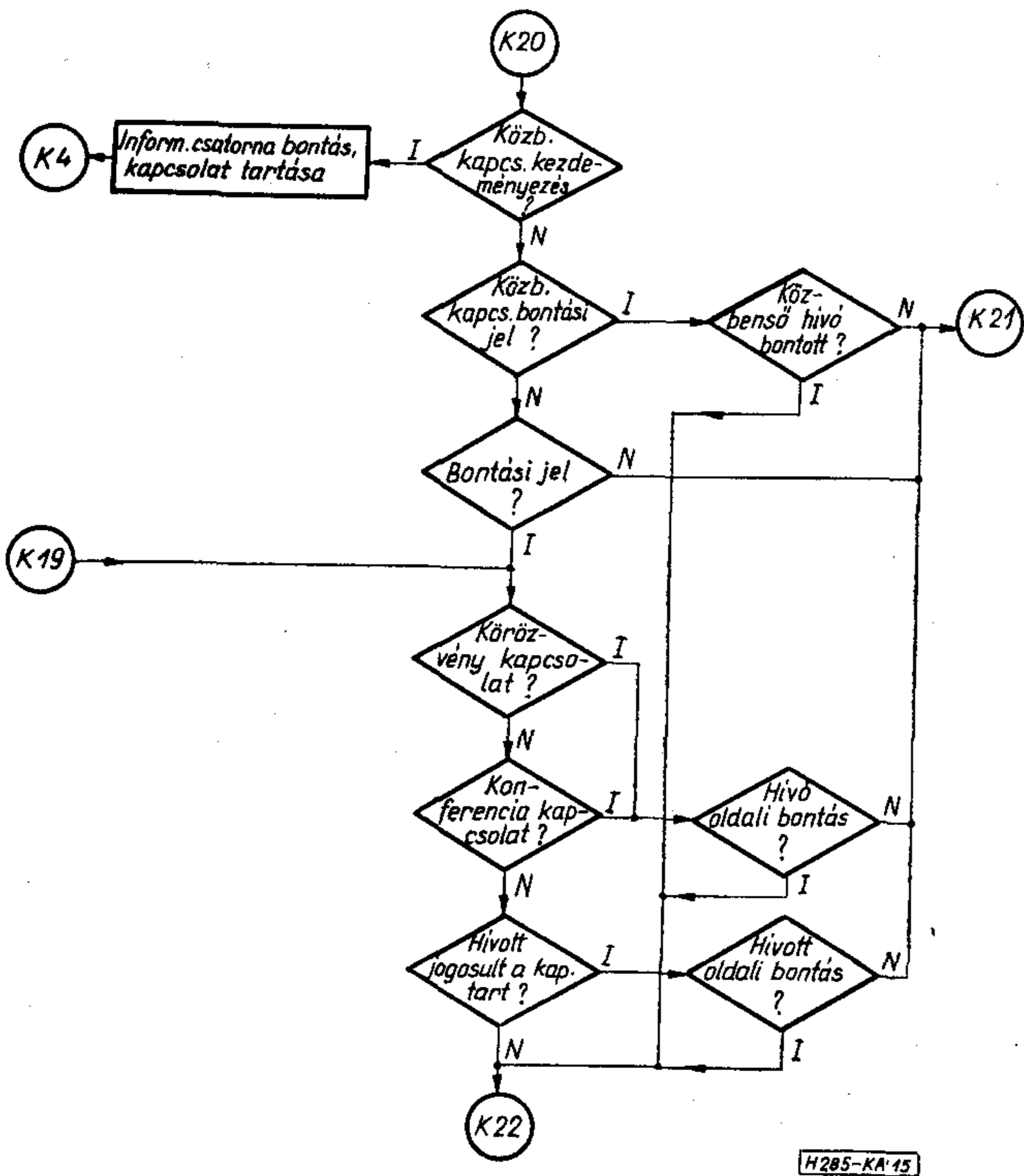
8. ábra. A hívott jellemzőinek vizsgálata



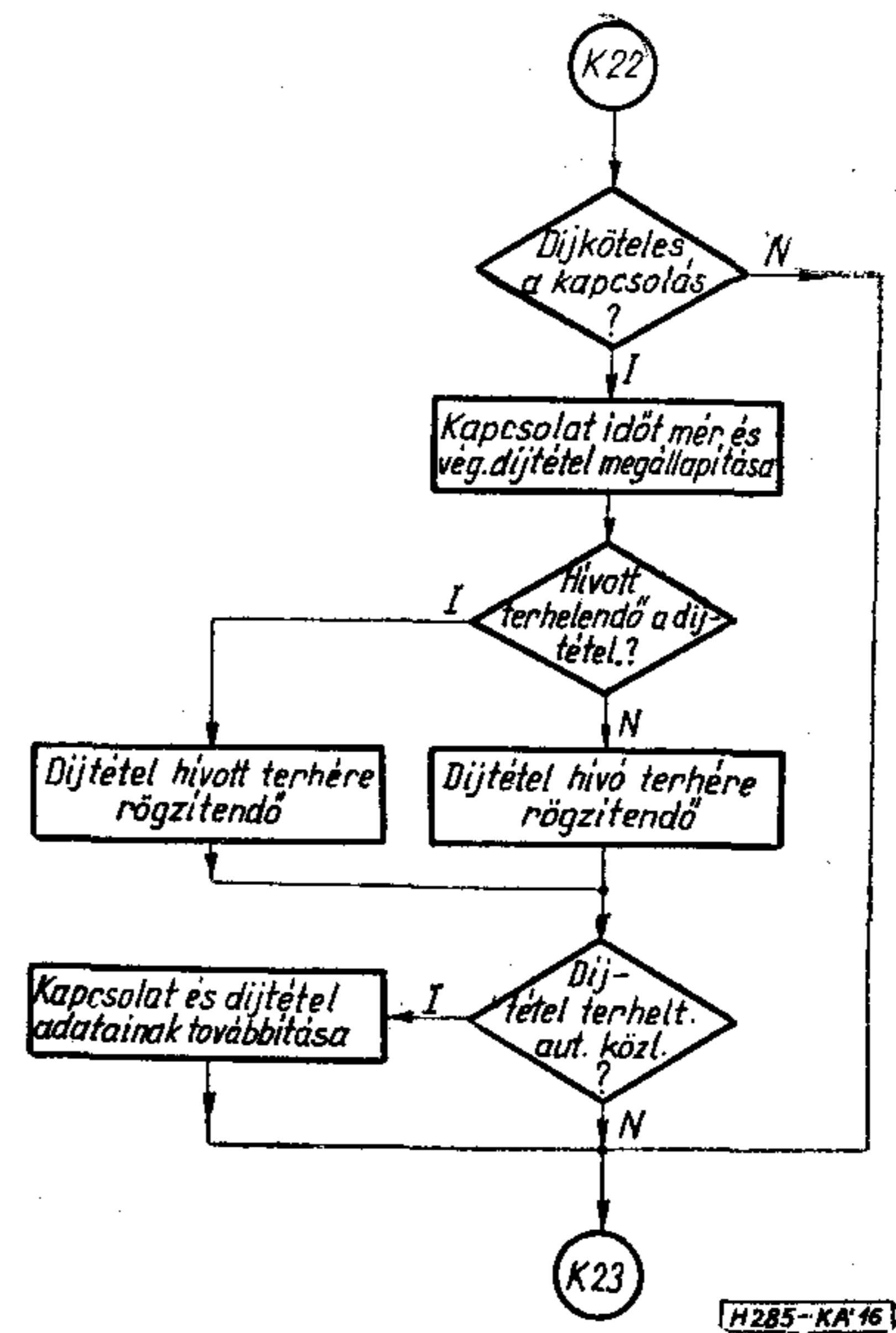
9. ábra. Hívott foglaltságvizsgálata, erőszakos bontás



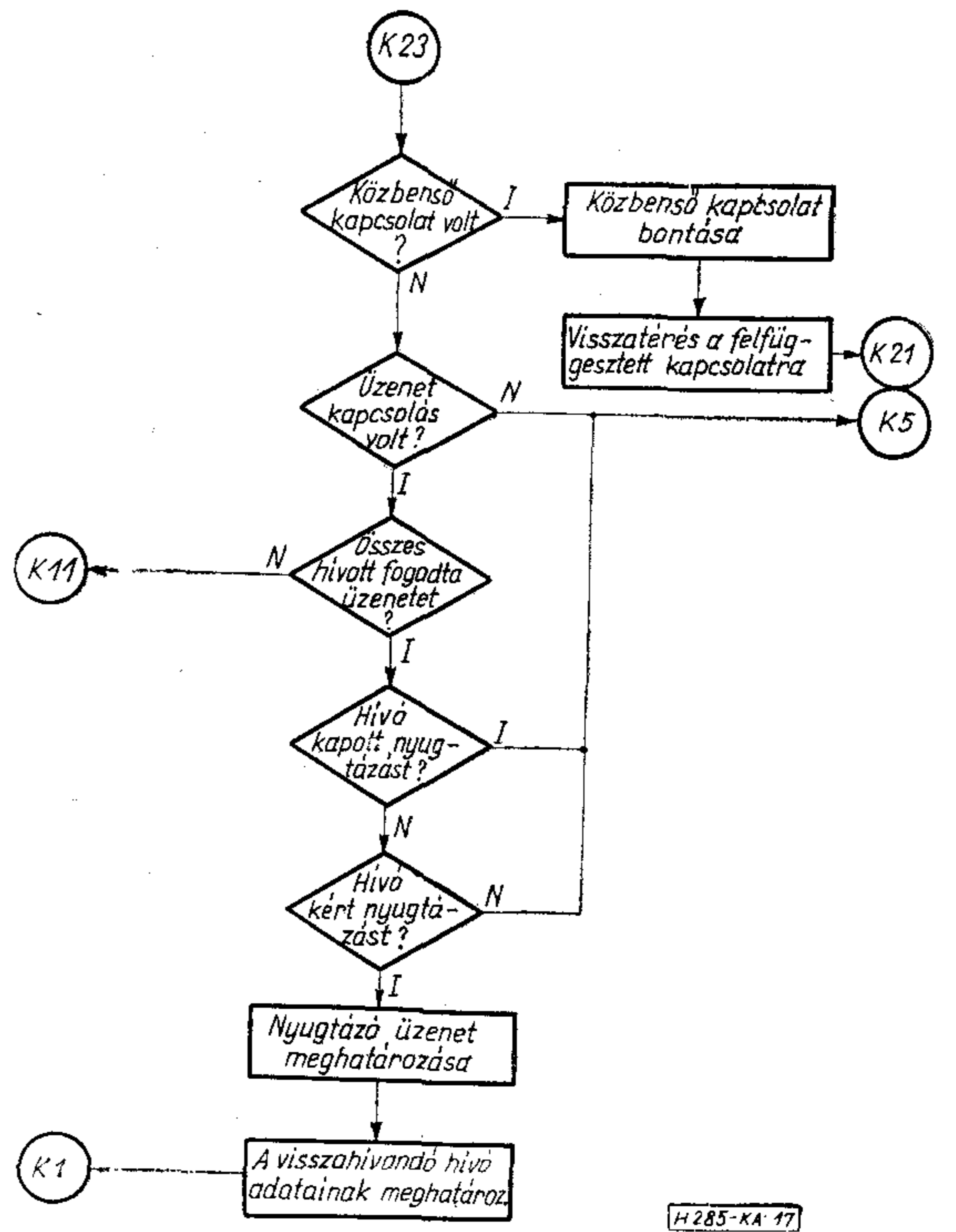
14. ábra. Információ-átvitel, rosszakaratú hívás kezelése



15. ábra. Információ-átvitel alatti jelzések értékelése, bontás előkészítése



16. ábra. Díjazás



17. ábra. Közbenső kapcsolat bontása, üzenetnyugtázás kezelése

Információátvitel alatti jelzések értékelése, bontás- előkészítés (15. ábra). Az információ átvitele alatt vagy azt követően jelzések érkehetnek. Ezeket értékelve, a kívánt folyamatokat biztosítani kell. Bontási jel esetén a jogosultság is megvizsgálandó.

Díjazás (16. ábra). A létesített kapcsolat lehet díjmentes vagy díjazott. A díjat a hívó, esetleg a hívott téríti. A díjtétel is meghatározandó. Szükség esetén a díj azonnal közlendő.

Közbenső kapcsolat bontása, üzenetnyugtázás keze- lése (17. ábra). Fennálló kapcsolat közben kezde-

ményezett újabb kapcsolatot szintén díjazni kell, ezt követően lehet bontani. Üzenetkapcsolás esetén a hívó kérheti körözvényének továbbításáról a visszaigazolást.

5. Forgalmellenőrzési folyamat

A tetszőleges időpontban, bármilyen követelménnyel fellépő információtovábbítási igények a túlméretezett hálózatban könnyedén kielégíthetők, azonban az ilyen hálózat önmagában gazdaságtalan. Az optimális hálózat — gépészeti hasonlaltal élve — egyenszilárdságú, vagyis a hálózat minden része egyformán bírja elviselni a rájutó terhelést, és az igénybevétel aránya is mindenhol közel azonos.

Az információtovábbítási igények általában növekednek, és az áramlási irányok is változóak, ezért a mindenkor optimális, illetve az azt megközelítő hálózat forgalmi jellemzőit állandóan figyelemmel kell kísérni, és a felismert változási tendenciák okainak kiderítését követően a várható igényváltozások kielégítésére kellő időben fel kell készülni. Röviden: szükség van a forgalmellenőrzési folyamatra.

A forgalmellenőrzési folyamat két, egymástól jól elkülöníthető részre tagolható:

- a forgalmi adatok felvétele,
- a forgalmi adatok feldolgozása.

A forgalmi adatok szintén két jelentős csoportra oszthatók: a teljesített forgalom jellemzőire és a foglaltság vagy túlterhelés miatt nem teljesített forgalmi igényekre.

A túlterhelt hálózatra elsősorban a nem teljesített forgalmi igények mérőszámai a jellemzők, mert ezek mutatják meg, hogy elsősorban mely hálózatrészek bővítése szükséges (a kapcsolási folyamatábrában néhány ilyen adatgyűjtési tevékenységet feltüntetünk).

A teljesített forgalom mérése a legkülönfélébb módon történhet, például

- a hívó és hívott adatainak, a kapcsolat időpontjának és időtartamának regisztrálásával, majd a hálózati struktúra figyelembevételével végzett statisztikai feldolgozással,
- egy-egy állomások, trónkok, trónkcsoportok, berendezések, berendezéscsoportok igénybevételi számának vagy igénybevételi idejének regisztrálásával, és ezen adatok statisztikai feldolgozásával,
- bármilyen más, az előzőekhez hasonló adatfelvétellel és adatfeldolgozással.

A fentiekből érzékelhető, hogy a forgalmellenőrzési folyamatra a kapcsolási folyamatábrához hasonló ábrázolás nem adható, mert a forgalmi jellemzők és a regisztrálandó események nagymértékben a hálózat tényleges struktúrájától, de nem kevésbé a műszaki megoldásból adódó szűk keresztmetszetektől függően választandók meg. Hasonló a helyzet az adatfeldolgozás módszerére vonatkozóan is.

Ki kell azonban hangsúlyoznunk, hogy a célszerűen kialakított adatgyűjtés a kapcsolási folyamatok szerves részét képezi. A forgalmellenőrzés helyes kialakításához ismerni kell az adott központ folyamatábráját, majd a forgalmi adatok rögzítéséhez szükséges funkciókat ezen folyamatábrába, illetve magába a folyamatba célszerű beilleszteni, beépíteni.

6. Összefoglalás

Az igénybe vevők által támasztott vagy támasztható követelmények összefoglalásával mód nyílt az adatátviteli (és kevés kiegészítéssel az egyéb távközlési) hálózatok kapcsolási folyamatának általános tárgyalására.

Az alkalmazott szemléletmód már eddig is jelentős ellenzést váltott ki elsősorban a távbeszélőkapcsolástechnikusok körében. Ennek ellenére ez a módszer lehetővé teszi, hogy a meglévő vagy tervezett központok kapcsolási folyamata azonos módon legyen szemlélhető. Ennek előnye elsősorban akkor jelentkezik, ha a meglévő hálózatba új, az eddigiektől eltérő működésű központok telepítése válik szükségessé, s az együttműködés kérdéseit kell vizsgálni. Természetesen új rendszerek tervezéséhez vagy tanulmányozásához is használható.

I R O D A L O M

- [1] *Koperniczky K.*: Távbeszélőközpont-technika általánosítása. Híradástechnika, 1973. február, XXIV. évf. 2. szám
- [2] *Mazgon S.*: Adatfeldolgozó hálózatok (Datex tanulmány). Posta Kísérleti Intézet, intézeti tanulmány, 1971.
- [3] *Mazgon S.—Kádár Á.*: Adathálózati koncepciótervezet. Posta Kísérleti Intézet, intézeti tanulmány, 1972.
- [4] Rendszerelmélet. Válogatott tanulmányok. Szerk.: *dr. Kindler J.—dr. Kiss I.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1969.
- [5] Rendszerkutatás. Válogatott tanulmányok. Szerk.: *dr. Kindler J.—dr. Kiss I.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1973.
- [6] *Szini I.*: Folyamatábra szimbólumok. Számítástechikai Oktató Központ, Budapest, 1971.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

Spanyolországban 1969 óta még nem döntötték el, hogy a PAL- vagy a SECAM-rendszert választják-e, holott jelenleg televízió-vevőkészülékkel való telítettsége már 52%.

1968–71 között évente mintegy 670..680 ezer darab fekete-fehér televízió-vevőkészüléket gyártottak. 1973-ban mintegy 900 000 készüléket gyártottak le. A tervek szerint már 1975-ben 103 000 színes televíziókészüléket állítanak elő. A spanyol ipar — érthetően — érdekelt a színes televízió-

adások megkezdésében és sürgeti a gyors döntést. Ipari körökben általában egyhangúan a PAL-rendszer mellett vannak, s már évek óta ilyen rendszerű kísérleti adások is folynak Spanyolországban, ennek ellenére még mindig nem született meg a végleges döntés. (*Radiomentor Electronic*, 1973. 29. k. 10. sz. [48])

(Folytatása a 49. oldalon)

Irracionális távvezeték-hálózatok

II. rész: Szintézis

ETO 621.372.5

Most rátérünk az irracionális hálózatok szintézisének problémájára. Mindenekelőtt meg kell említenünk azt, hogy a racionális távvezeték-hálózatok analízise és szintézise megoldottnak tekinthető, ellenben irracionális hálózatok esetén a szintézis-eljárás általános alakban nincs kifejlesztve. Csak néhány egyszerűbb speciális hálózat esetén tudjuk elvégezni a szintézis-eljárást.

A következőkben először is ismertetjük az irracionális hálózatokra vonatkozó realizálhatósági feltételeket. Ezután két problémát tárgyalunk: 1. hogyan lehet racionális hálózatmátrixot irracionális elemek segítségével szintetizálni és 2. az irracionális hálózatmátrix hogyan szintetizálható. Az utóbbi probléma megoldása általában természetesen nem ismeretes, csak néhány egyszerűbb speciális esetet tárgyalunk.

1. Az irracionális hálózatokra vonatkozó realizálhatósági megfontolások

A korábbi tárgyalásokból kitűnik, hogy a távvezeték-hálózatok mátrixai (egykapu esetén hálózatfüggvényei) a λ -nak lehetnek racionális és $(1-\lambda^2)^{1/2}$ irracionális tényezőt tartalmazó irracionális függvényei.

Racionális hálózat immittanciamátrixa racionális. Ebben az esetben, mint ismeretes, a realizálhatóság feltétele az, hogy az immittanciamátrix pozitív reális legyen. Ha a hálózat ezenkívül veszteségmentes, akkor ideális konnektorral és reaktanciákkal realizálható. Ebben az esetben definiálható a hálózat bonyolultsági foka, mint az előállításához szükséges reaktanciák minimális száma. Továbbá a minimális számú reaktanciát tartalmazó hálózatot elemszámra nézve kanonikusnak nevezhetjük.

Irracionális hálózat esetén a realizálhatóság feltételét nem olyan egyszerű meghatározni. Így a következőkben csak speciális hálózatostályokra adjuk meg a realizálhatósági feltételeket. Ezekből kitűnik, hogy a realizálhatóság feltétele az immittanciamátrix „pozitív” volta.

1.1. Irracionális veszteségmentes passzív egykapu realizálhatósági feltételei

Az irracionális veszteségmentes egykapu immittanciájának a következő feltételeket kell kielégítenie [1]:

- 1 Az immittancia olyan páratlan függvény, mely a λ képzetes tengelyén képzetes értéket vesz fel.

2. A λ jobb oldali félsíkján pozitív valós résszel rendelkezik.
3. A λ -sík képzetes tengelyén pozitív deriválttal rendelkezik.
4. Nincs sem zérushelye, sem pólusa a λ jobb oldali félsíkában, kivéve a $\lambda=1$ értéket.
5. A λ -sík képzetes tengelyén levő pólusok és zérushelyek egyszerűek és a pólusok pozitív reziduummal rendelkeznek.

Az ezen feltételeket kielégítő immittanciákat „pozitívnak” fogjuk nevezni.

Tehát látható, hogy amíg a racionális egykapu immittanciája pozitív reális függvény, addig az irracionális egykapu immittanciája csak „pozitív” függvény. Az irracionális egykapu immittanciája a pozitív valós tengelyen nem lesz valós, hanem valós részű komplex értéket is felvehet. Meg kell említeni még az irracionális immittanciák azon speciális tulajdonságát, hogy értékük a λ -val nem egyértelmű, hanem függ a $\gamma\lambda$ értékétől.

1.2. Normál kétkapuk realizálhatósági feltételei

Normál kétkapunak nevezzük azon hálózatokat, melyek transzfer immittanciája $W_{12}(\lambda) = (1-\lambda^2)^{\nu/2} f(\lambda) / g(\lambda)$ alakú, ahol ν pozitív egész vagy zérus és $f(\lambda)$ és $g(\lambda)$ valós együtthatójú (ún. reális) polinom. Könnyű belátni, hogy a normál kétkapuk páratlan ν esetén irracionális hálózatok lesznek.

Könnyű azt is kimutatni, hogy nagyon sok gyakorlatilag fontos kétkapu tartozik a normál kétkapuk sorába. Például a láncba kapcsolt racionális kétkapukat és egységelemeket tartalmazó hálózat normál kétkapu lesz.

Meghatározzuk a normál kétkapu immittanciamátrixának fizikai realizálhatóságára vonatkozó szükséges feltételeket. E célból definiáljuk az immittanciamátrixból a valós x és y változókkal képzett kvadratikus alakot:

$$Q(x_1, y) = x^2 W_{11} + 2xy W_{12} + y^2 W_{22} \quad (1)$$

A kauzalitásból következik, hogy Q analitikus, a passzivitásból pedig következik, hogy $\text{Re}(Q) \geq 0$ a p sík jobb oldali félsíkján.

Ismeretes, hogy a λ jobb oldali félsíkja összeesik a p jobb oldali félsíkjával, kivéve a $\lambda=1$ értéket. Tehát innen következik:

1. Q analitikus a $\text{Re}(\lambda) > 0$ esetén, kivéve a $\lambda=1$ értéket;
2. $\text{Re}(Q) \geq 0$, ha $\text{Re}(\lambda) > 0$.

Az 1. feltételből következik, hogy az immittanciamátrix analitikus a λ -sík jobb oldali félsíkában,

kivéve a $\lambda=1$ értéket, a 2. feltétel ekvivalens az immittanciamátrix pozitív voltával. Tehát a fizikai realizálhatóság feltételei:

1. $W_{ij}(\lambda)$ analitikus a λ jobb oldali félsíkban;
2. $\text{Re}(W_{11}) \geq 0$; $\text{Re}(W_{22}) \geq 0$ és
 $\text{Re}(W_{11})\text{Re}(W_{22}) - [\text{Re}(W_{12})]^2 \geq 0$ ha $\text{Re}(\lambda) > 0$.

Az ezen feltételeknek eleget tevő mátrixokat pozitívnak nevezzük. Kimutatható, hogy a pozitív függvények inverze szintén pozitív függvény.

Mivel W_{11} és W_{22} a λ pozitív függvénye kell, hogy legyen, ezért a W_{12} -nek nem lehet pólusa a λ jobb oldali félsíkban (kivéve a $\lambda=1$ értéket). Innen következik, hogy W_{12} -nek analitikusnak kell lennie a λ jobb oldali félsíkban, kivéve a $\lambda=1$ értéket, ahol elágazási pontja lehet.

A W_{ij} függvények pozitív voltából következik, hogy a W_{ij} függvényeknek a képzetes tengelyen fekvő pólusai egyszerűek és a reziduumaik valósak és kielégítik a $k_{11}k_{22} - k_{12}^2 \geq 0$ feltételt.

1.3. Normál veszteségmentes kétkapuk realizálhatósági feltételei

A normál veszteségmentes kétkapuk esetén az (1) kvadratikus alak valós része eltűnik a képzetes tengelyen, vagyis írható:

$$\text{Re } Q(j\Omega) = 0, \quad \text{ha } \lambda = j\Omega. \quad (2)$$

Innen következik, hogy $W_{ij}(\lambda)$ függvény páratlan függvény kell, hogy legyen, melynek pólusai mind a képzetes tengelyen fekszenek.

Tehát annak szükséges feltétele, hogy egy adott $[W]$ -mátrix normál veszteségmentes kétkapu immittanciamátrixa legyen, a következő:

1. W_{11} és W_{22} a λ racionális reaktancia függvénye kell, hogy legyen;
2. $W_{12} = (1 - \lambda^2)^{1/2} W$, ahol W a λ páratlan, valós együtthatójú racionális függvénye;
3. A W_{12} pólusai a λ képzetes tengelyén fekszenek és egyszerűek;
- 4) A reziduummátrix elemei kielégítik a

$$k_{11}^{(i)}k_{22}^{(i)} - k_{12}^{(i)2} \geq 0$$

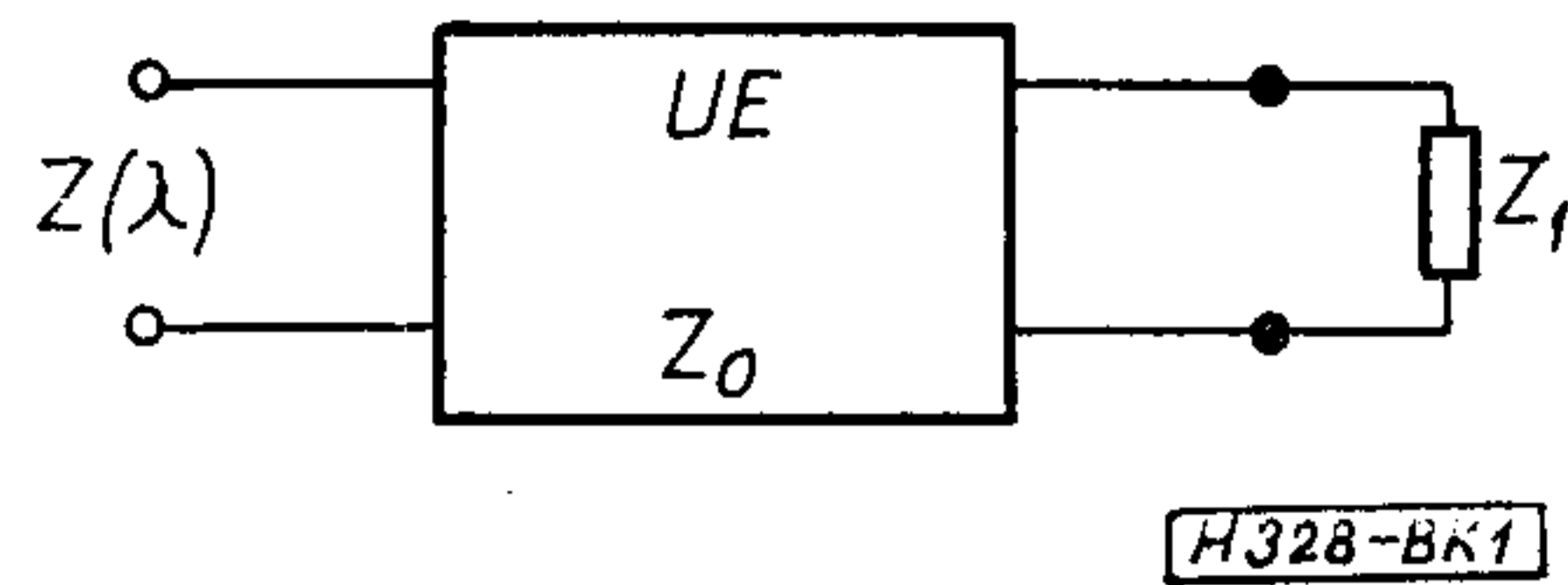
feltételt valamennyi i pólusnál.

Megjegyezzük még, hogy a normál veszteségmentes kétkapu W_{12} függvénye nem szükségszerűen 0 vagy ∞ , ha $\lambda \rightarrow \infty$.

2. Racionális hálózatmátrixok realizálása irracionális hálózatelemekkel

2.1. Az egykapukra vonatkozó Richards-tétel

A Richards-tétel tulajdonképpen azt mondja ki, hogy bármely pozitív reális $Z(\lambda)$ függvény fizikailag realizálható egy $Z_1(\lambda)$ ellenállással lezárt egység-elemmel, ahol $Z_1(\lambda)$ szintén pozitív reális függvény, melynek foka a $Z(\lambda)$ fokánál nem nagyobb (ld. 1. ábra).



1. ábra. A Richards-tétel ábrázolása

A $Z_1(\lambda)$ függvényre a Richards-tétel alapján írható:

$$Z_1(\lambda) = Z(1)[Z(\lambda) - \lambda Z(1)] / [Z(1) - \lambda Z(\lambda)] \quad (3)$$

Bevezetve a $Z(1) = Z_0$ jelölést, kapjuk

$$Z_1(\lambda) = Z_0[Z(\lambda) - \lambda Z_0] / [Z_0 - \lambda Z(\lambda)] \quad (4)$$

Természetesen ugyanaz az eredmény igaz az admittanciára is. Ezért a Richards-tételt az immittanciára fogalmazzuk meg.

Richards-tétel: Adva van a $W(\lambda)$ pozitív reális immittanciafüggvény, akkor a

$$W_1(\lambda) = W(1)[W(\lambda) - \lambda W(1)] / [W(1) - \lambda W(\lambda)] \quad (5)$$

immittanciafüggvény pozitív reális és ugyanolyan fokú, mint $W(\lambda)$, kivéve a $W(1) + W(-1) = 0$ esetet, amikor is a $W_1(\lambda)$ egy fokkal alacsonyabb a $W(\lambda)$ -nál.

Következmény: Bármely n -edfokú reaktancia n számú egységelemből álló láncsal realizálható, melynek vége rövidre van zárva vagy szakadással van lezárva.

A Richards-tétel bizonyítása, vagyis annak bizonyítása, hogy $W_1(\lambda)$ szintén pozitív reális függvény, számos tankönyvben megtalálható, ezért itt nem vezetjük le.

2.2. A Richards-mátrix tétel

Az n kapu áramkörök szintézisének igen hasznos a Richards-mátrix tétel, mely a következőképpen hangzik:

Richards-mátrix tétel: Ha egy nem szinguláris szimmetrikus $[Y(\lambda)]$ mátrix pozitív reális és $\sigma_0[Y(\sigma_0)] - \lambda[Y(\lambda)]$ bármely pozitív reális σ_0 szám esetén nem szinguláris, akkor

$$[Y_R(\lambda)] = \lambda[Y(\sigma_0)]\{\sigma_0[Y(\sigma_0)] - \lambda[Y(\lambda)]\}^{-1}\{\sigma_0[Y(\lambda)] - \lambda[Y(\sigma_0)]\} \quad (6)$$

szintén pozitív reális.

A Richards-tétel ezen általánosítását Bayard [2] bizonyította először. A bizonyítást a 2×2 -es mátrixok esetére átnézte Saito [3].

Most a Richards-mátrix tételének két következményét ismertetjük:

1. Következmény: A (6) egyenletbeli $[Y_R(\lambda)]$ foka egyenlő vagy kisebb, mint az $[Y(\lambda)]$ foka. Ha

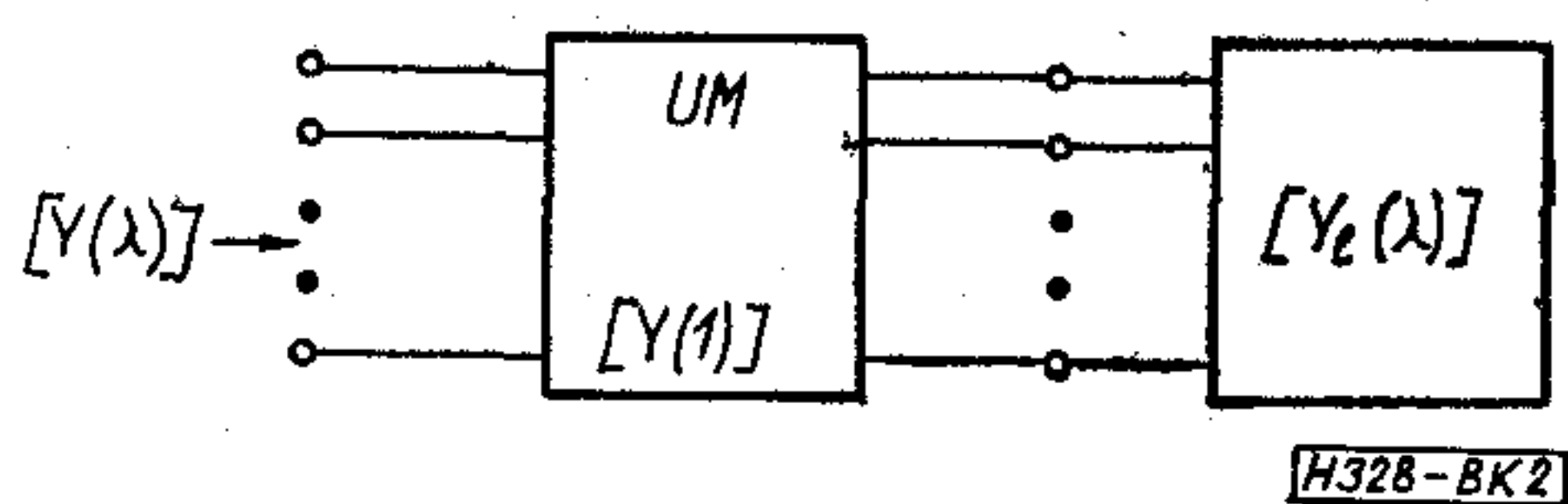
$$[Y(\sigma_0)] + [Y(-\sigma_0)] = [O_n] \quad (7)$$

akkor az $[Y_R(\lambda)]$ foka kisebb, mint az $[Y(\lambda)]$ foka.

2. Következmény: Ha $[Y(\lambda)]$ Foster-féle mátrix, akkor $[Y_R(\lambda)]$ is az és a foka n -nel kisebb, mint $[Y(\lambda)]$ foka.

2.3. A Richards-mátrix tételének alkalmazása

Most kimutatjuk, hogy ha adva van egy nem szinguláris, pozitív reális és szimmetrikus $[Y(\lambda)]$ $n \times n$ mátrix és a vele kapcsolatos $[Y(1)]$ mátrix nem szinguláris és hiperdomináns, akkor egy $[Y(1)]$ karakterisztikus admittanciamátrixú UM n vezetékes tápvonalszakasz emelhető ki láncon egy $[Y_i(\lambda)]$ mátrixú hálózattal, ahol az $[Y_i(\lambda)]$ mátrix garantáltan pozitív reális és szimmetrikus a Richards-mátrix tétele értelmében (ld. 2. ábra).



2. ábra. UM több vezetékes tápvonal kiemelése Richards-mátrix tételével

Valóban az $[Y_0] = [Y(\sigma_0)]$; $\sigma_0 = 1$ jelölést bevezetve, a (6) egyenlet lesz

$$[Y_i(\lambda)] = [Y_0] \{ [Y_0] - \lambda [Y(\lambda)] \}^{-1} \{ [Y(\lambda)] - [Y_0] \lambda \} \quad (8)$$

Az $[Y_i(\lambda)]$ mátrix fokára vonatkozólag a mátrix-tétel után található következmények adnak felvilágosítást.

Ha a szintézist teljesen a Richards-mátrix tétele segítségével óhajtjuk végrehajtani, akkor nehézség merül fel, ha $[Y(\lambda)]$ vagy ha $\sigma_0 [Y_0] - [Y(\lambda)]$ szinguláris. Ugyanis akkor $[Y_i(\lambda)]$ nem létezik. Azonban Oono [4] szerint létezik egy olyan $n \times n$ valós állandó nem szinguláris $[B]$ mátrix, hogy a pozitív reális r normál rangú $[W]$ mátrixra írhatjuk:

$$[W] = [B'] \text{diag}([W], [0_{n-r}])[B] \quad (9)$$

ahol $[W]$ egy nem szinguláris, pozitív reális $r \times r$ mátrix és $[0_{n-r}]$ pedig egy $n-r$ -ed rendű zérus mátrix. Alkalmazva ezt a tételt az r normál rangú $[Y(\lambda)]$ mátrixra, az $[Y(\lambda)]$ mátrixot olyan pozitív reális $[y(\lambda)]$ mátrixba tudjuk transzformálni, melyre a Richards-mátrix tétel már alkalmazható. Mivel $[B]$ nem szinguláris, valós és állandó, ezért interpretálható egy olyan konnectorral, melynek $n-r$ kimeneti kapuja szakadással van lezárva és a többi kimeneti kapu az $[y(\lambda)]$ hálózathoz vezet.

Sokkal komplikáltabb a helyzet, ha $\sigma_0 [Y_0] - [Y(\lambda)]$ szinguláris. Egy általánosan alkalmazható szintézis-eljárást fogunk adni erre az esetre. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy $[Y(\lambda)]$ nem szinguláris, pozitív reális és szimmetrikus. Először is az $[Y(\lambda)]$ origójában levő pólust kiemeljük. Ebben az esetben

$$[\hat{Y}(\lambda)] = [Y(\lambda)] - \frac{1}{\lambda} [A_0] \quad (10)$$

pozitív reális, szimmetrikus és nincs pólusa az origóban. Itt $[A_0]$ az origónál levő nem negatív, definit residuummátrix, mely szintén szimmetrikus. Tehát, ha $\sigma_0 [Y_0] - \lambda [Y(\lambda)]$ szinguláris, akkor

$$\sigma_0 [\hat{Y}(\sigma_0)] - \lambda [\hat{Y}(\lambda)] = \sigma_0 [Y_0] - \lambda [Y(\lambda)] \quad (11)$$

ugyancsak szinguláris. A további megfontolásból következik (ld. Newcomb [5]), hogy $[\hat{Y}(\lambda)]$ szinguláris, ha $\sigma_0 [Y_0] - \lambda [Y(\lambda)]$ is szinguláris és megfordítva, $\sigma_0 [Y_0] - \lambda [Y(\lambda)]$ nem szinguláris, ha $[\hat{Y}(\lambda)]$ nem szinguláris, mivel $[\hat{Y}(\lambda)]$ az origóban analitikus.

A szinguláris pozitív, reális $[\hat{Y}(\lambda)]$ mátrix egy nem szinguláris pozitív reális $[\hat{Y}(\lambda)]$ mátrixra vezethető a (9) lineáris transzformáció segítségével. Mivel $\sigma_0 [\hat{y}(\sigma_0)] - \lambda [\hat{y}(\lambda)]$ nem szinguláris, ezért az $[\hat{y}(\lambda)]$ mátrixra a Richards-eljárás alkalmazható.

Az UM r vezetékes tápvonalszakasz kiemelésekor egy másik korlátozás is jelentkezik, éspedig az, hogy az $[Y(1)] = [Y_0]$ mátrixnak nem szinguláris hiperdominánsnak kell lennie. A (9) lineáris transzformáció ugyancsak felhasználható arra, hogy nem szinguláris hiperdomináns $[Y_0]$ mátrixot vezessünk le a pozitív reális, konstans szimmetrikus mátrixból (ld. [6], illetve a következő pontot).

 2.4. A racionális veszteségmentes n -kapu szintézise több vezetékes tápvonalszakasz lánckiemelésével

Legyen az n -kapu hálózatmátrixa felírva

$$[a]_1 [V]_1 = [b]_1 [Y]_1 \quad (12)$$

alakban, mely nem más, mint egy lineáris összefüggés a feszültségek és az áramok között [5]. Itt $[a]_1$ és $[b]_1$ egy $n \times n$ mátrix $[V]_1$ és $[I]_1$ pedig olyan oszlopvektorok, melyeknek n komponense van.

Először is meg kell vizsgálni, hogy $\det [a]_1$ és $\det [b]_1$ eltűnik-e vagy sem. Ha egyik sem tűnik el, akkor a következő lépés nem szükséges és át lehet térni az 1b lépésre.

A kívánt hálózat specifikálható $[Z]$ vagy $[Y]$ mátrixszal is, mely olyan speciális esetnek tekinthető, ahol $[a]_1$ vagy $[b]_1$ egységmátrix.

1a lépés. A redundancia megszüntetése. Ha a $\det [a]_1$ vagy $\det [b]_1$ közül az egyik vagy mind a kettő eltűnik, akkor az adott n kapu redundáns (vagyis függés van a kapocspári feszültségek, vagy áramok, vagy mindkettő között). Ekkor a hálózat előállítható egy ideális konnectorral és egy n_1 kapus hálózattal, ahol $n_1 < n$, vagyis n -nél kevesebb kapuval rendelkezik. Az ideális konnector kiemelése után az eredeti hálózat feszültség- és áramvektora lesz

$$[I]_{1a} = [Y(\lambda)]_{1a} [V]_{1a}, \quad [V]_{1a} = [Z(\lambda)]_{1a} [I]_{1a} \quad (13)$$

Az $[Y(\lambda)]_{1a}$ és $[Z(\lambda)]_{1a}$ mátrix dimenziója $n_1 \times n_1$.

Ha az $[Y(1)]_{1a} = [Y_0]_{1a}$ hiperdomináns, akkor a következő lépés elhagyható és át lehet térni a 2. lépésre.

1b lépés. A karakterisztikus admittanciamátrix hiperdomináns tétele. Ha $[Y(1)]_{1a} = [Y_0]_{1a}$ nem hiperdomináns, akkor található olyan nem szinguláris $[K_1]$ mátrix, hogy

$$[K_1][Y_0]_{1a}[K_1'] = [Y_0]_{1b}$$

mátrix hiperdomináns lesz. Ezen transzformációnál $[V]_{1a}$ és $[I]_{1a}$ is transzformálódni fog:

$$[V]_{1b} = [K_1^{-1}][V]_{1a}, \quad [I]_{1b} = [K_1][I]_{1a} \quad (14)$$

és a transzformáció után lesz:

$$[I]_{1b} = [Y(\lambda)]_{1b} [V]_{1b} \quad (15)$$

ahol $[Y(\lambda)]_{1b} = [K_1][Y(\lambda)]_{1a}[K_1']$. Az $[Y(\lambda)]_{1b}$ dimenziója $n_1 \times n_1$.

2. lépés. A több vezetékes tápvonalszakasz kiemelése. Az $[Y(\lambda)]_{1b}$ -ből most egy n_1 vezetékes tápvonalszakasz emelhető ki, mivel $[Y(\lambda)]_{1b}$ hiperdomináns $\lambda=1$ esetén. Ha $[V]_{1b}$ és $[I]_{1b}$ -vel jelöljük az n_1 vezetékes tápvonalszakasz kiemelése előtti feszültség- és áramvektort, akkor a kiemelés után lesz $[V]_2$ és $[I]_2$ és ezek így függnek össze egymással:

$$\left. \begin{aligned} [V]_2 &= \text{ch } \gamma l [V]_{1b} - \text{sh } \gamma l [Z_0]_{1b} [I]_{1b} \\ [I]_2 &= \text{ch } \gamma l [I]_{1b} - \text{sh } \gamma l [Y_0]_{1b} [V]_{1b} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

ahol $[Z_0]_{1b}$ az $[Y_0]_{1b}$ inverze. Az $[Y]_{1b}$ eliminálásával a fenti összefüggésből kapjuk

$$[V]_2 = [a]_2 [V]_{1b}, \quad [I]_2 = [b]_2 [V]_{1b} \quad (17)$$

ahol

$$\left. \begin{aligned} [a]_2 &= \text{ch } \gamma l [1_{n_1}] - \text{sh } \gamma l [Z_0]_{1b} [Y]_{1b} \\ [b]_2 &= \text{ch } \gamma l [Y]_{1b} - \text{sh } \gamma l [Y_0]_{1b} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

$[1_n]$ egy $n \times n$ idemmátrix. Az n_1 vezetékes tápvonalszakasz kiemelése után egy n_1 kapus áramkör marad vissza, mely a Richards-mátrix tétele értelmében pozitív valós és veszteségmentes. Tehát az előzőekben ismertetett szintézislépések, és pedig

- (i) a redundancia megszüntetése;
- (ii) a karakterisztikus admittanciamátrix hiperdomináns tétele;

(iii) a több vezetékes tápvonalszakasz kiemelése; ismételhetők. Minden egyes redundancia megszüntetése esetén a kapuk száma csökken és így ezen eljárás többszöri ismétlésével a teljes realizáció elérhető.

3. Normál veszteségmentes kétkapu szintézise

A normál kétkapu fogalmát és realizálhatósági feltételét az 1.2. pontban ismertettük. Innen következik, hogy egy normál kétkapu láncmátrixa ilyen alakú:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \frac{1}{(1-\lambda^2)^{\nu/2} f(\lambda)} \begin{bmatrix} a(\lambda) & b(\lambda) \\ c(\lambda) & d(\lambda) \end{bmatrix} \quad (19)$$

ahol ν természetes egész szám és $f(\lambda)$, $a(\lambda)$, $b(\lambda)$, $c(\lambda)$, $d(\lambda)$ a λ -nak valós polinomjai. A lánckötésből következik, hogy

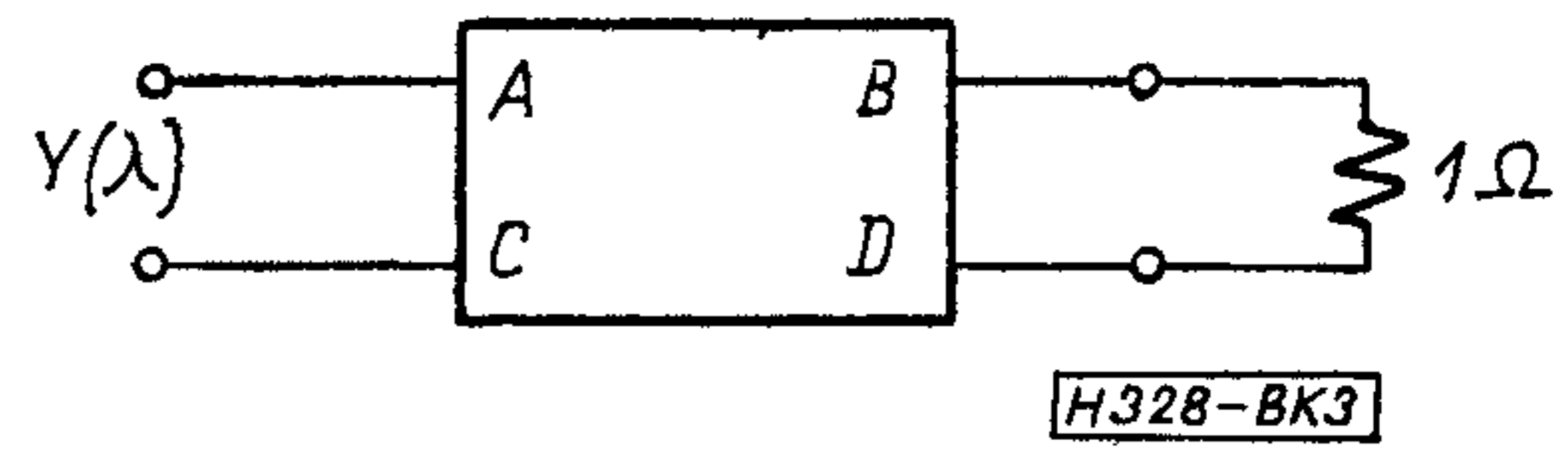
$$a(\lambda)d(\lambda) - b(\lambda)c(\lambda) = (1-\lambda^2)^{\nu} f^2(\lambda) \quad (20)$$

Az immittanciamátrix elemei lesznek:

$$\left. \begin{aligned} Z_{11} &= \frac{a(\lambda)}{c(\lambda)} & Z_{22} &= \frac{d(\lambda)}{c(\lambda)} & Z_{12} &= (1-\lambda^2)^{\nu/2} \frac{f(\lambda)}{c(\lambda)} \\ y_{11} &= \frac{d(\lambda)}{b(\lambda)} & y_{12} &= \frac{a(\lambda)}{b(\lambda)} & y_{12} &= (1-\lambda^2)^{\nu/2} \frac{f(\lambda)}{b(\lambda)} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Tehát látható, hogy páratlan ν esetén a kétkapu irracionális lesz.

A normál veszteségmentes kétkapu realizálhatósági feltétele az 1.3. pontban található. A (19)



3. ábra. Ellenállással lezárt normál veszteségmentes kétkapu

egyenletből következik, hogy az 1Ω ellenállással lezárt kétkapu bemeneti admittanciája (ld. 3. ábra):

$$Y(\lambda) = \frac{c(\lambda) + d(\lambda)}{a(\lambda) + b(\lambda)} \quad (22)$$

mely a λ -nak pozitív reális függvénye. Tehát látható, hogy ha az irracionális kétkaput 1Ω ellenállással lezárjuk, akkor racionális egykapura jutunk. Ily módon meg tudjuk kerülni az irracionális hálózat közvetlen szintézisének problémáját. Cserében új probléma merül fel: meg kell határozni egy adott bemeneti admittanciából egy kétkapumátrixot, mely kielégíti a normál veszteségmentes kétkapu realizálhatósági feltételeit.

3.1. A normál veszteségmentes kétkapumátrix $Y(\lambda)$ -ből való meghatározása

Legyen adva az

$$Y(\lambda) = \frac{u_2 + \lambda v_2}{u_1 + \lambda v_1} \quad (23)$$

pozitív reális admittancia, ahol u_1 , u_2 , v_1 és v_2 a λ -nak páros polinomjai. Ebben az esetben a kétkapumátrix meghatározási módszere ugyanaz, mint a koncentrált paraméterű hálózatok esetén, kivéve, hogy a $P(\lambda) = u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2$ polinom $\lambda = \pm 1$ -nél levő zérushelyei minden kiegészítés nélkül realizálhatók még abban az esetben is, ha páratlan multiplicitásúak. Más páratlan multiplicitású zérushelyet párossá kell kiegészíteni.

A kiegészítés a következőképpen történik. Tegyük fel, hogy a $P(\lambda)$ -nak zérushelye van $\lambda = \lambda_0$ -nál. Felírjuk a $H(\lambda) = (\lambda + \lambda_0) \cdot (\lambda + \bar{\lambda}_0)$ Hurwitz-polinomot $H(\lambda) = u(\lambda) + \lambda v(\lambda)$ páros és páratlan rész alakjában és megszorozzuk vele az $Y(\lambda)$ számlálóját és nevezőjét. Ekkor kapjuk:

$$Y'(\lambda) = \frac{u_2 u + \lambda^2 v_2 v + \lambda(v_2 u + u_2 v)}{u_1 u + \lambda^2 v_1 v + \lambda(v_1 u + u_1 v)} = \frac{u'_2 + \lambda v'_2}{u'_1 + \lambda v'_1} \quad (24)$$

$$p'(\lambda) = u'_1 u'_2 - \lambda^2 v'_1 v'_2 = H(\lambda) H(\lambda) H(-\lambda) P(\lambda) \quad (25)$$

ahol u'_1 , u'_2 , v'_1 , v'_2 páros polinomok. A $P'(\lambda)$ polinom $\lambda = \pm \bar{\lambda}_0$ és $\lambda = \pm \lambda_0$ -nál levő zérushelyeinek multiplicitása eggyel nagyobb, mint a $P(\lambda)$ ugyanezen helyen levő zérushelyeinek multiplicitása.

Tegyük fel, hogy $Y(\lambda)$ úgy van kiegészítve, hogy $P(\lambda)$ -nak a zérushelyei páros multiplicitásúak, kivéve a $\lambda = \pm 1$ helyet. A Miyata [7] tétel szerint a Hurwitz-polinommal így kiegészített $Y(\lambda)$ pozitív reális függvény marad. Mivel a veszteségmentes normál kétkapu immittancia mátrixa a λ páratlan függvénye kell, hogy legyen, tehát:

- I. a, d páros függvény; b, c páratlan függvény, ha f páros függvény,
 II. a, d páratlan függvény, b, c páros függvény, ha f páratlan függvény.

Ha tehát $Y(\lambda) = (u_2 + \lambda v_2)/(u_1 + \lambda v_1)$ admittanciát a 3. ábra szerint óhajtjuk realizálni, akkor a következő választást tehetjük:

$$u_1 = a, \quad u_2 = d, \quad v_1 = b, \quad v_2 = c, \quad \text{ha } f \text{ páros függvény,} \quad (26)$$

$$u_1 = b, \quad u_2 = c, \quad v_1 = a, \quad v_2 = d, \quad \text{ha } f \text{ páratlan függvény.} \quad (27)$$

Behelyettesítve ezen kifejezéseket a (23) egyenletbe, lesz

$$P(\lambda) = u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2 = (1 - \lambda^2)^{\nu} f^2,$$

ha f páros függvény (28)

$$-P(\lambda) = \lambda^2 v_1 v_2 - u_1 u_2 = (1 - \lambda^2)^{\nu} f^2,$$

ha f páratlan függvény. (29)

Mivel feltételeztük, hogy a $P(\lambda)$ összes zérushelye — kivéve a $\lambda = \pm 1$ -nél levőket — páros multiplicitású, tehát f páros vagy páratlan voltának követelménye teljesül. Az $[Y]$ mátrix elemei a következőképpen határozhatók meg:

$$\left. \begin{aligned} y_{11} &= \frac{u_2}{\lambda v_1} & y_{22} &= \frac{u_1}{\lambda v_1} \\ y_{12} &= -\frac{(u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2)^{1/2}}{\lambda v_1} \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

ha f páros függvény; és

$$\left. \begin{aligned} y_{11} &= \frac{\lambda v_2}{u_1} & y_{22} &= \frac{\lambda v_1}{u_1} \\ y_{12} &= -\frac{(\lambda^2 v_1 v_2 - u_1 u_2)^{1/2}}{u_1} \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

ha f páratlan függvény.

Eddig a normál veszteségmentes kétkapú realizálhatósági feltételei közül az 1., 2., 3. feltételt kielégítettük. A (30) és (31) egyenletből nyerhető, hogy

$$\left. \begin{aligned} y_{11} y_{22} - y_{12}^2 &= v_2 / v_1, \\ y_{11} y_{22} - y_{12}^2 &= u_2 / u_1, \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

ha f páratlan függvény.

Mivel az u_1 és v_1 zérushelyei a képzetes tengelyen fekszenek és legalább duplák, tehát Y_{12}^2 pólusai a képzetes tengelyen fekszenek és legalább duplák. Tehát Y_{12} pólusai egyszerűek és a képzetes tengelyen fekszenek. Ezért írhatjuk:

$$k_{11} k_{22} - k_{12}^2 = (\lambda - j\Omega i)^2 (y_{11} y_{22} - y_{12}^2) \Big|_{\lambda = j\Omega i} \quad (33)$$

ahol k_{j1} a képzetes tengelyen a $j\Omega i$ helyen fekvő pólushoz tartozó reziduum. Ha f páros, akkor lesz

$$\begin{aligned} & (\lambda - j\Omega i)^2 \frac{v_1}{v_2} \Big|_{\lambda = j\Omega i} = \\ & = (\lambda - j\Omega i) \frac{\lambda v_2}{v_1} \Big|_{\lambda = j\Omega i} \cdot (\lambda - j\Omega i) \frac{u_1}{\lambda v_1} \Big|_{\lambda = j\Omega i} \geq 0 \quad (34) \end{aligned}$$

mivel $\lambda v_2 / u_1$ és $u_1 / \lambda v_1$ reaktanciafüggvények a Miyata-tétel [7] értelmében. A páratlan f esete hasonlóan tárgyalható. Tehát végeredményben kimutatható, hogy a (30), illetve a (31) egyenlet által meghatározott admittanciamátrix kielégíti a normál veszteségmentes kétkapú admittancia mátrixára vonatkozó 1.3. pontbeli összes követelményeket.

Befejezésül megjegyezzük, hogy az adott Y bemeneti admittanciát minden esetben ki lehet egészíteni $(1 + \lambda)^k H^2(\lambda)$ -val, ahol k egy pozitív egész szám vagy zérus és $H(\lambda)$ valamilyen Hurwitz-polinom. Az $(1 + \lambda)^k$ -val való kiegészítés egységelem bevezetésével ekvivalens. Tehát belátható, hogy a kétkapumátrixot nem lehet $Y(\lambda)$ -ből egyértelműen meghatározni. Ellenben, ha $Y(\lambda)$ -val együtt $u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2$ is specifikálva van, akkor a kétkapumátrix egyértelműen meghatározható (kivéve Y_{12} előjelét).

3.2. Normál veszteségmentes kétkapú szintézise

Legyen adva az

$$Y(\lambda) = (u_2 + \lambda v_2)(u_1 + \lambda v_1) \quad (35)$$

$$u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2 = (1 - \lambda^2)^{\nu} f^2 \geq 1 \quad (36)$$

függvény, melyből az előző pont alapján meghatározható egy normál veszteségmentes kétkapú admittanciamátrixa.

A (35) egyenlettel meghatározott $Y(\lambda)$ admittanciából kiemelünk egy egységelemet a Richards-tétel alapján:

$$Y_1(\lambda) = Y_0 \frac{(u_2 - Y_0 \lambda^2 v_1) + \lambda(v_1 - Y_0 u_1)}{(Y_0 u_1 - \lambda^2 v_1) + \lambda(Y_0 v_1 - u_2)} \quad (37)$$

A jobb oldalon a zárójelben levő tagok mindegyikének egyszerű zérushelye van $\lambda = \pm 1$ -nél, mivel páros függvények és

$$\frac{v_2(1)}{u_1(1)} = \frac{u_2(1)}{v_1(1)} = Y(1) = Y_0 \quad (38)$$

Ezenkívül más közös zérushelyük nincs. Tehát írható

$$\left. \begin{aligned} Y_1(\lambda) &= [U_1'(\lambda) + \lambda v_2'(\lambda)] / [u_1'(\lambda) + \lambda v_1'(\lambda)] \\ u_1' u_2' - \lambda^2 v_1' v_2' &= (u_1 u_2 - \lambda^2 v_1 v_2) / (1 - \lambda^2) \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

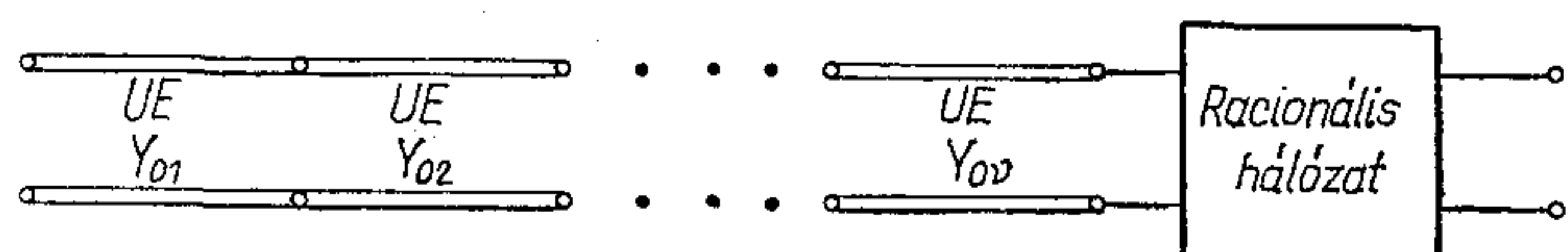
Ez azt jelenti, hogy a Richards-tétel alkalmazásával a (36) egyenletbeli függvény $(1 - \lambda^2)$ tényezőjének multiplicitása eggyel csökkenthető.

Az $(1 - \lambda^2)$ tényező multiplicitásának csökkenése kimutatható a láncmátrix alapján is. Ugyanis a Richards-tétel alkalmazása egyenértékű a láncmátrixnak balról

$$[L_U^{-1}] = (1 - \lambda^2)^{-1/2} \begin{bmatrix} 1 & -2\lambda \\ -Y_0 \lambda & 1 \end{bmatrix} \quad Z_0 = \frac{1}{Y_0} \quad (40)$$

mátrixszal való megszorzásával.

Tehát, ha $Y(\lambda)$ és $(1 - \lambda^2)^{\nu} f^2(\lambda)$ adva van, akkor a Richards-tétel ν -szöri alkalmazásával $(1 - \lambda^2 - f^2(\lambda))$ -át



H328-BK4

4. ábra. A normál veszteségmentes kétkapú kánonikus alakja

$f^2(\lambda)$ -ra lehet redukálni. A maradék hálózatot pedig egy racionális kétkapuvál lehet realizálni. Tehát az egész hálózat a 4. ábra szerinti kanonikus alakban realizálható. Ha $f(\lambda)$ zérushelyekkel rendelkezik a képzetes tengelyen, akkor a racionális kétkapú létrakapcsolásként realizálható és az egységelemeket el lehet osztani a racionális létrakapcsolás elemei között.

IRODALOM

[1] Nagai, N. and Matsumoto, A.: Fundamental Properties of Irrational Networks, Bul. Res. Inst. Appl. Elec. Hokkaido Univ. Sapporo, 17, No. 3, 121—137 (1965).

- [2] Bayard, M.: Theorie des réseaux de Kirchhoff. Editions de la Revue d'Optique, Paris, 1954.
 [3] Saito, N.: Richards' theorem expanded into two-terminal-pair networks, The Journ. of the Inst. of Elec. Commun. Engr. of Japan, vol. 44, No. 7, pp. 1033—1036 July 1961.
 [4] Oono, Y.: Synthesis of a finite $2n$ -terminal network of the extension of Brune's two-terminal network theory, J. Inst. Elec. Commun. Engr. (Japan) vol. 31, 163—181 (1948).
 [5] Newcomb, R. W.: "Linear Multiport Synthesis" p. 137 Mc Graw-Hill N. Y. 1966.
 [6] Matsumoto, A. and Nagai, N.: Synthesis of multiports with multiwire line sections; Monograph Ser. Res. Inst. Appl. Elec. Hokkaido Univ. Sapporo, Japan. No. 12, 1964.
 [7] Miyata, F.: "Network Synthesis" Kyoritsu Publ. Tokyo, 1954.

SZEMLE

(Folytatás a 43. oldalról)

Az Elektroniska Industrija (Nis, Jugoszlávia) 1958—59-ben kezdte meg a televízió-vevőkészülékek gyártását, Philips-licenc alapján. Ezután a cég a japán Toshiba céggel kötött licenc-felhasználási és kooperációs szerződést. A szerződés értelmében 1967 óta a japán cég tapasztalatainak felhasználásával gyártanak teljesen tranzistoros, hordozható, telespes televízió-vevőkészülékeket.

Az Elektroniska Industrija 1969 májusában a Kuba Imperial GmbH wolfenbütteli nyugatnémet céggel, öt évre szóló kooperációs egyezményt kötött, s ennek keretében már PAL-rendszerű színes televízió-vevőkészülékeket is gyárthattak. Az Elektroniska Industrija egyébként 1962 óta növekvő ütemben termel exportra. 1972-ben a televízió-vevőkészülék export elérte az 50 000 darabot és fő iránya a Német Szövetségi Köztársaság volt. A televízió-vevőkészülékek egy részét kompletten, más részüket viszont képeső nélkül szállították a nyugatnémet megrendelőknek, akik ezután saját képesővel hozták forgalomba azokat.

1973-ban 230 000 fekete-fehér és 12 000 színes televízió-vevőkészüléket állítottak elő, s ebből 60 000 db tv-készüléket exportáltak. (Elinformationen der Aussenwirtschaft, 1973. 19. k. 142. [47])

*

A jelenlegi ötéves tervben (1971—75) a Szovjetunióban 2700 automatizált irányítási rendszert (ASZU) helyeznek üzembe a népgazdasági tervezés megjavítása és a termelés növelése céljából. A szakemberek már a második generáción dolgoznak, 1975-től már az úgynevezett ASZU-Pribor II. kerül alkalmazásra.

A Szovjetunióban előirányozták a tárolókapacitás és a programozási sebesség növelését, mindenekelőtt az ESZ 1030 (100 000 műv/s), és az ESZ 1040 (300 000 műv/s), továbbá számos ESZR periféria segítségével. A berendezések döntő többségét már sorozatban gyártják, döntő fontosságú feladatként most a szükséges programok kidolgozása jelentkezik.

Az ASZU-rendszer tíz alrendszerrel rendelkezik, ehhez tartozik pl.: az „operatív irányítás”, mely az adatok gyors feldolgozásával az iparág valamennyi üzemének problémájára időben megadja a választ és ezáltal megkönnyíti a rövid távú döntéseket. A második generációs ASZU-rendszer további 6 vállalatot foglal még magában. Az új rendszer 600 feladat megoldására képes, s a vállalatvezetést nem csak az ügyvitelben, hanem a folyamatok optimalizálására és a prognózisok megalapozottságára vonatkozó döntéseiben is segíti.

Jelentős probléma a programok fejlesztése, sok millió adat hibamentes tárolása és feldolgozása. Egy adott iparág számítóközpontjában évente ma már több mint 200 millió jelet tárolnak. 5000 mágnesszalagos memória átlag egymilliárd decimális számjegyet tartalmaz, mégis kisebb az adattovábbítás költsége és a papírtömeg is áttekinthető.

A szabványok szigorú feltételei szükségessé tették, hogy 1200-ról 300-ra csökkentsék a formanyomtatványok számát.

Egyedül 1971-ben az ASZU-eszközök alkalmazása eredményeként a termelés 50 millió rubellel, a nyereség pedig 22 millióval nőtt. Az egy évvel későbbi adatok: 82, illetve 36 millió rubel.

Az amortizációs időt 1 évnél valamivel hosszabb időszakra becsülik.

Szovjet szakemberek a második ASZU-generáció bevezetéséből adódó várható közgazdasági hasznot 1976-ban 20 millió rubelre becsülik. (Die Computer Zeitung, 1974. máj. 29. [49])

*

A GTE Sylvania készítette el a Skylab 3-hoz szükséges fénycsöveket és lámpákat. A világítást a NASA előírásainak megfelelően egyenárammal kellett megoldani.

Az egyes fényforrásokat egyenként és központilag is be-, ill. kikapcsolhatóan kellett bekötni; további követelmény volt, hogy a fényforrások ne zavarják az űrlaboratórium rádió- és egyéb más elektronikus berendezéseit. (Lichttechnik, 1974. 5. sz. [58])

*

Az AEG Telefunken Super Telecon márkanévű tv-kamerasöve ezerszer érzékenyebb elődeinél, még 0,0001 lux megvilágítási erősség esetén is jó tv-képet állít elő. Ez azt jelenti, hogy pl. holdfényben is működik. Az új cső emellett elviseli a napfény vagy a villanófény okozta túlterheléseket is. (Electronic Product News, 1974. 3. k. 6. sz. [59])

*

A kijelzési, megjelenítési célokat szolgáló fényforrások területén különösen nagy szükség van manapság olyan eszközre, amelyek a félvezetőkhöz hasonlóan nagy megbízhatósággal és kis fogyasztással rendelkeznek.

A fényemittáló dióda (LED) félvezető pn-átmenetet tartalmaz, ennek megfelelően megbízhatósága rendkívülien nagy. A galliumfoszfid-kijelzők hasznos élettartama meghaladja a 100 000 órát. Tekintve, hogy a fénykibocsátás nem függvénye a hőfejlődésnek, a dióda gyakorlatilag a bekapcsolás pillanatában üzemkész (a bekapcsolást követő 10^{-6} — 10^{-7} s-on belül). Ez azt jelenti, hogy a LED-eszközöket időosztásos alapon lehet működtetni. Fényességmoduláció is elérhető, tekintve, hogy a kibocsátott fény intenzitása arányos a nyitóáram nagyságával.

A kibocsátott fény keskeny sáv szélessége következtében a LED-eszközöket monokromatikus fényforrásokként lehet felhasználni szűrők nélkül. A LED-eszközök gyártása során jelenleg a következő vegyületeket használják: galliumfoszfid (GaP), galliumarzenid (GaS), ill. gallium-arzén-foszfor (GaAsP) és gallium-alumínium-arzén (GaAlAs) hármaskristályok. E vegyületek közül a gallium-arzén-összetételűek emittálnak infravörös sugarakat. (Electronic Equipment News, 1974. március [60])

Félvezető eszközök vizsgálata és hibaanalízise pásztázó (scanning) elektronmikroszkóppal

ETO 621.385.833.621.382.004.64

A modern félvezető eszközök egyre csökkenő mérete megkövetelte a mikroméretű eszközök gyártására és vizsgálatára alkalmas különleges berendezések és műszerek kifejlesztését. Napjainkban a pásztázó elektronmikroszkóp (az angolszász irodalomban Scanning Electron Microscope, röviden a SEM) az ipar széles területein kiszorítja a hagyományos optikai mikroszkópokat, de igazán sokoldalú és hatékony alkalmazására a félvezetőiparban került sor.

A pásztázó elektronsugaras eszközök működésére egyaránt jellemző a minta felületét folyamatos mozgással pásztázó elektronnyaláb. A nyaláb kölcsönhatásba lép a minta anyagával, ebből a kölcsönhatásból származó jelet detektáljuk, erősítjük, majd a kijelző katódsugárcső vezérlő elektródájára kapcsoljuk. A kijelző cső sugara szinkronban mozog a letapogató nyalábbal. Az eredmény: a detektált jel természetétől függő kép, amely a minta felületének egy adott tulajdonságát tükrözi. A kép nagyítása a letapogató terület és a kijelző cső ernyőjének méretarányától függ és széles határok között szabályozható.

Tekintettel arra, hogy a hazai irodalomban a pásztázó elektronmikroszkóp fő üzemmódjairól és alkalmazási területeiről átfogó tanulmányt olvashatunk [1], itt csak röviden felsoroljuk a félvezetőipar-kutatás szempontjából lényeges képalkotási módokat.

A pásztázó elektronnyaláb:

- a) mint „fény” feltárja a minta felületének domborzatát,
- b) mint „elektronnyaláb” a minta felületének feszültségtereit érzékeli,
- c) mint „vezeték” töltéshordozókat juttat a kívánt pontba, így feltérképezhetők a minta felületéhez közeli p-n átmenetek,
- d) mint „energianyaláb” gyártási folyamatokban nyújt segítséget vagy mikrotérfogatok röntgenspektrális analizisére nyújt módot.

A fenti lehetőségek közül dolgozatunkban csak az a) pontnak megfelelő domborzati üzemmóddal foglalkozunk, vagyis a műszepter ún. szekunder elektron üzemmódban használjuk.

Az eredményes félvezetőeszköz-gyártás elképzelhetetlen megfelelő hibaanalízis nélkül. A hibaanalízis

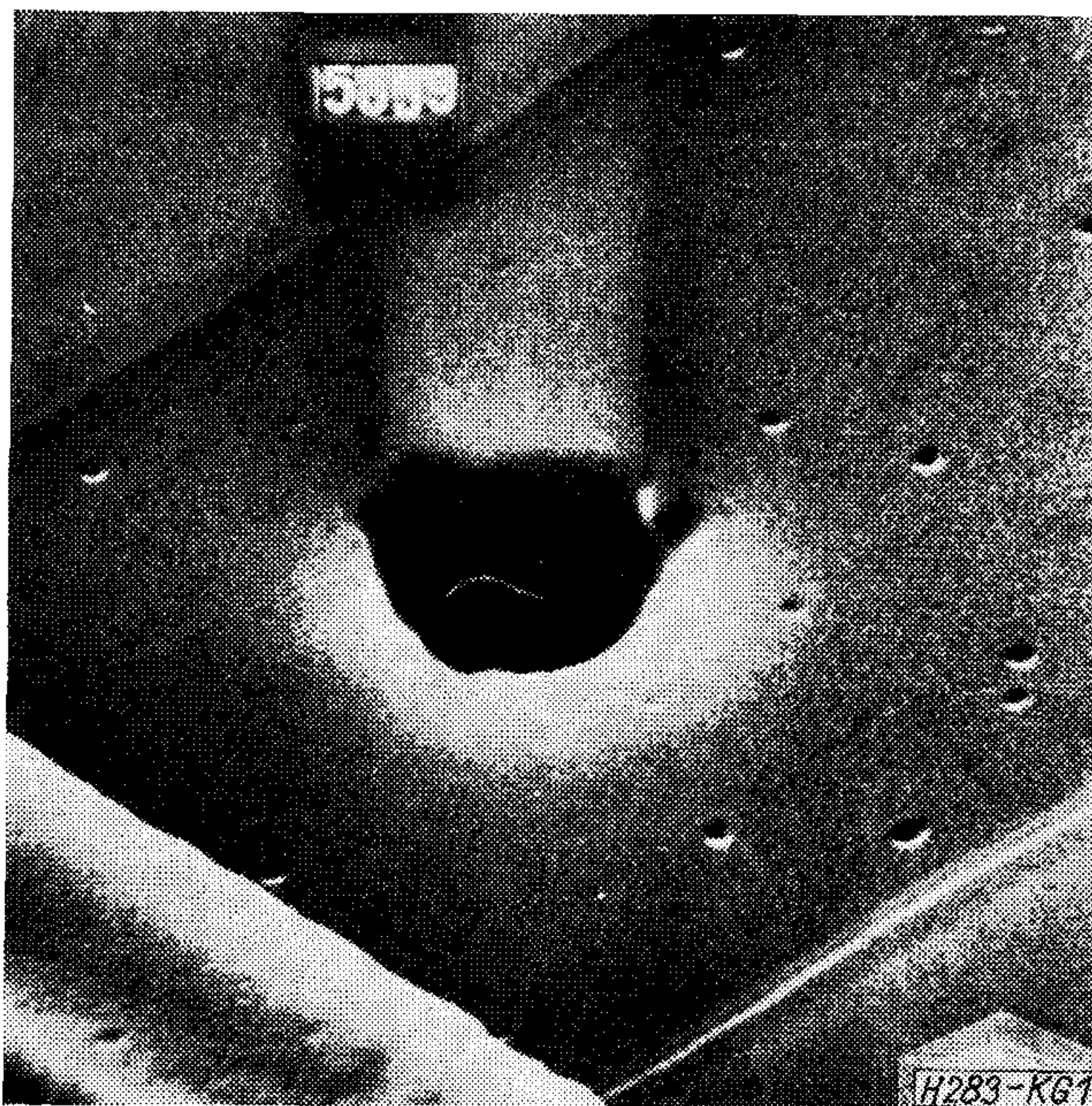
lehetséges útjai közül ebben a dolgozatban mi a legrégibb, de az emberi megfigyelés számára a legközvetlenebbet, a szemrevételezés útját jártuk, természetesen egy megfelelő „nagyító készülék” — a pásztázó elektronmikroszkóp — közbeiktatásával.

A hibás vagy annak tartott eszköztől kellően nagyított felvételeket készítettünk, majd a felvétel birtokában megállapításokat tettünk; vagy a megfigyelést egyéb (pl. elektronsugaras mikroanalizátoros vagy röntgendiffrakciós topográfias) vizsgálatokkal kiegészítve analizáltuk a hibát és az ezeket előidéző legvalószínűbb okokat.

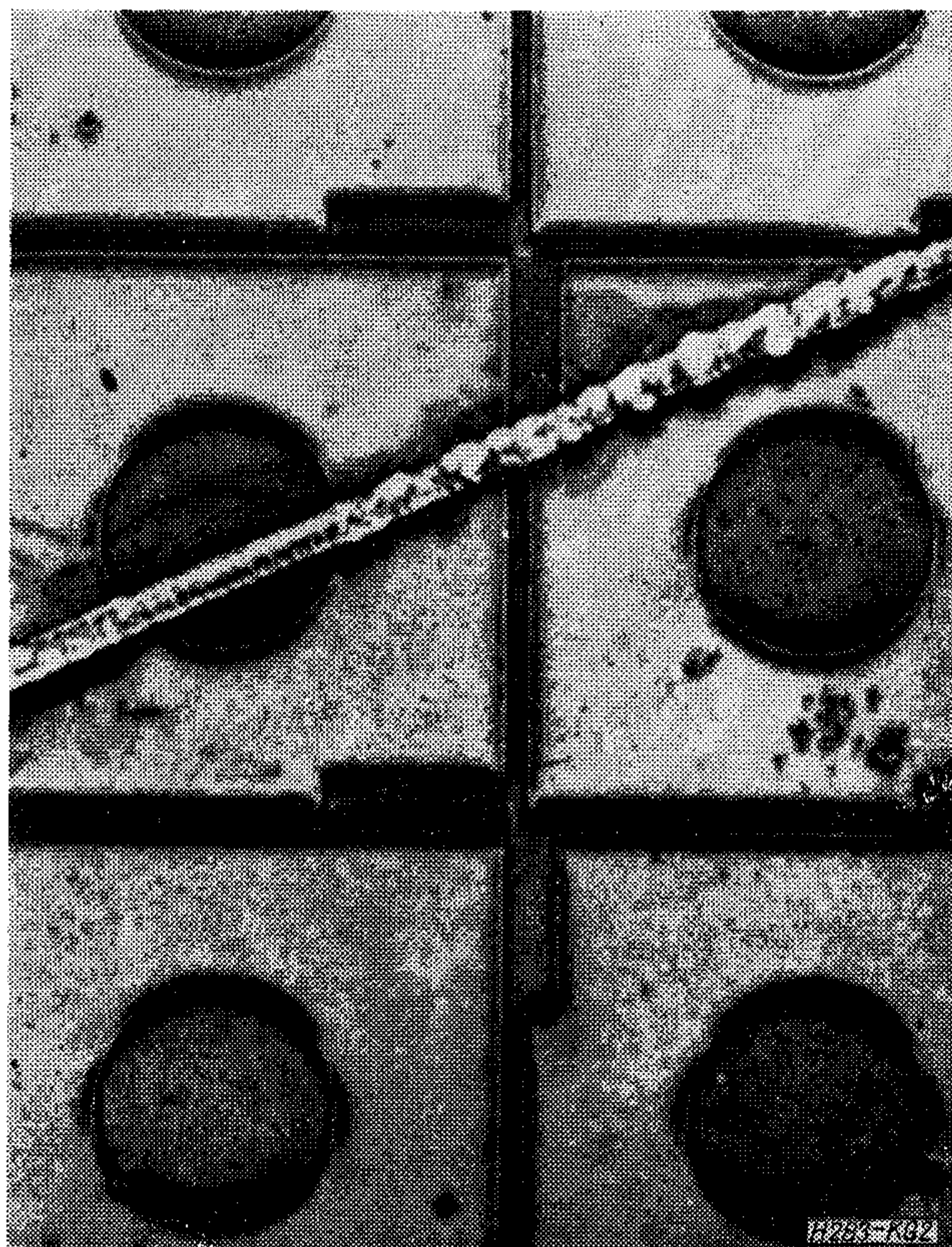
A felvételek a Fémipari Kutató Intézet JEOL—JSM—U—3 típusú pásztázó elektronmikroszkópjával készültek, az EIVRT és FÉMKUT közötti szerződéses munka keretében. A közölt felvételek nagyítása 10×10 cm-es képméretre vonatkozik.

Jellegzetes meghibásodások

Dolgozatunk a hibaanalízissel foglalkozó előző munkához kapcsolódik [2], célja az ott bemutatott hibamechanizmusok illusztrálása hazai és külföldi selejtes példányokon.



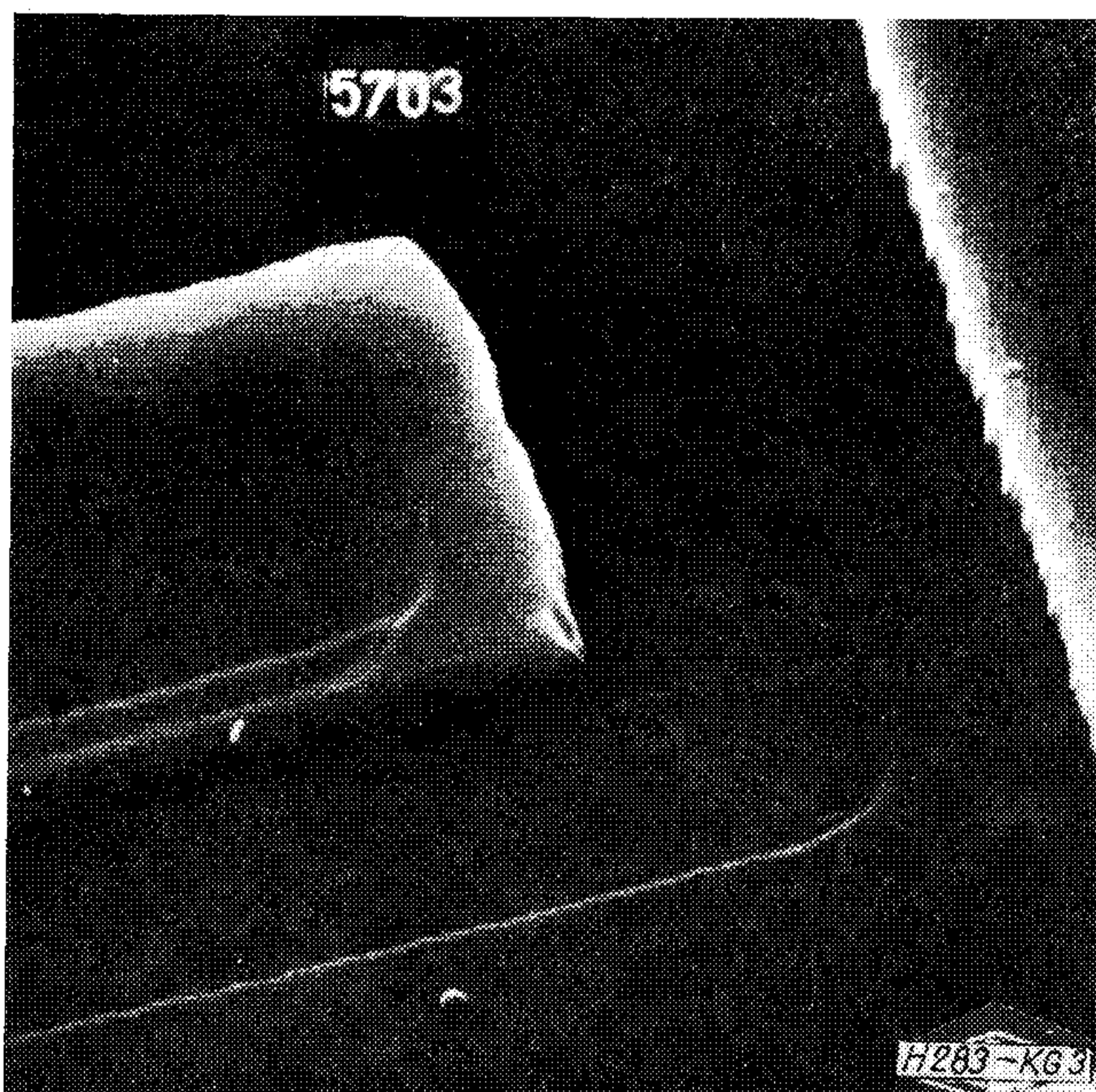
1. ábra. Integrált áramkörti szeletrészlet oxidhibákkal (PEM $3000 \times$)



2. ábra. Röntgendiffrakciós-topográfias felvétel egy tranzisztorszeletről. Si {511} reflexió, Cu K_{α} sugárzás

Oxidhibák

Az 1. ábrán Si planár eszközre került porszemcse okozta hiba és az alakkristály hibahelyeiből származó pontszerű oxidhibák láthatók. A porszemcse okozta oxidlyuk kritikussá válhat, mivel a diffúzió folyamán hamis átmenetet okoz. A 2. ábra egy

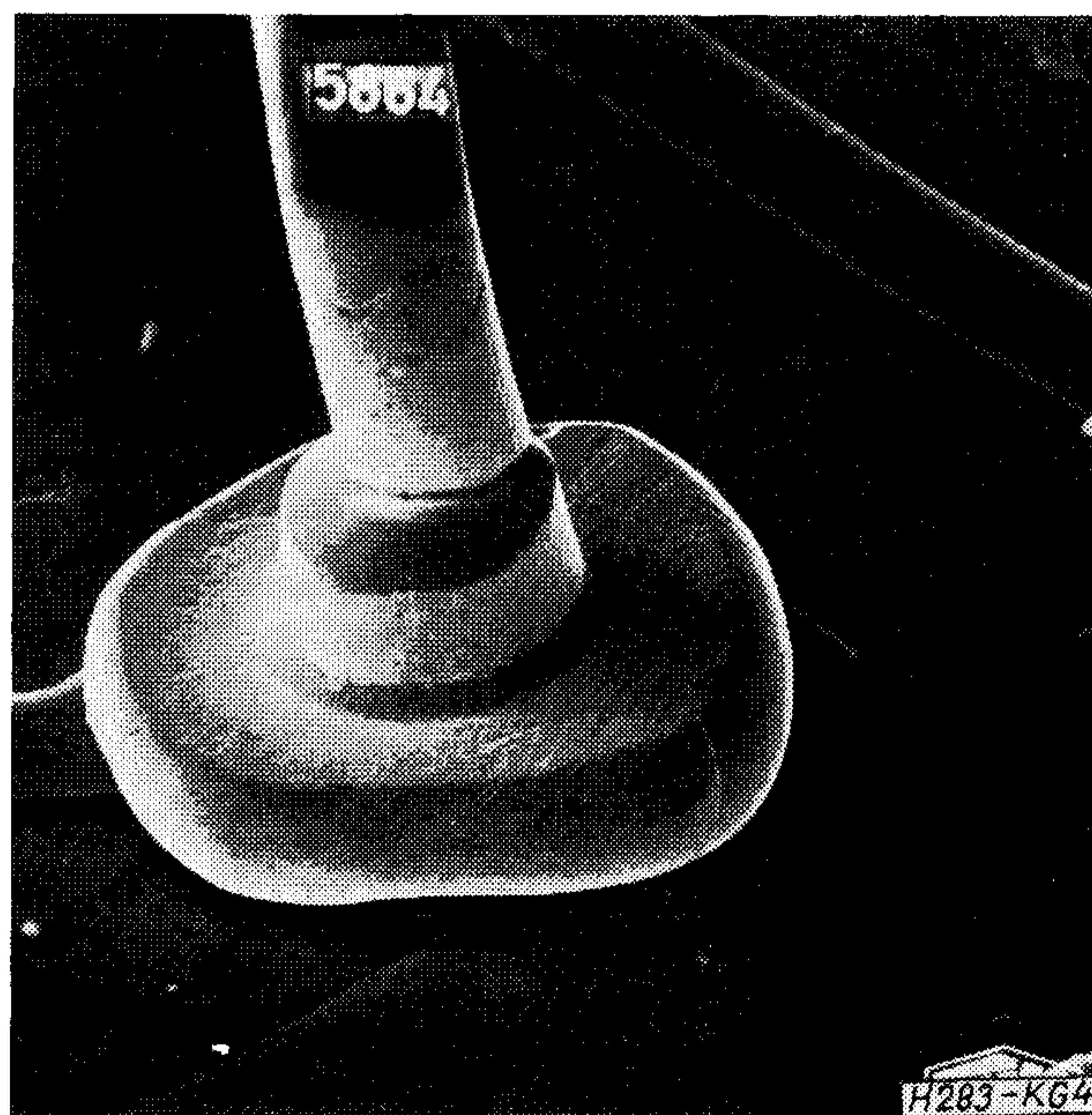


3. ábra. Passzívált felületű integrált áramköri részlet (PEM 3000 \times)

hasonló hibákat tartalmazó eszköztől, az emitter-diffúzió után készült röntgendiffrakciós-topográfias felvételt mutat. Az 1. ábrán látható oxidlyukassági hibák itt is megfigyelhetők (hamis diffúziós túlyukak). A kontrasztot itt a szeletet mechanikailag feszítő oxidréteg feszültséggradiense okozza, mely a lyuk környezetében lép fel és deformálja a reflektáló síkokat [3]. A felvételen ezenkívül egy átlós irányú karcolás, ill. az onnan kilépő diszlokációk is láthatók. Az alakkristály hibáinak átnövéséből származó hibahelyeket a felületi passzivációs védőréteg — amit a tömeggyártási termékeinken alkalmazunk — „elkeni”, kevésbé éles kontúrokkal rajzolja ki. A 3. ábra egy TUNGSRAM gyártmányú, passzívált felületű integrált áramkör egy részletéről készült. Jól érzékelhető a fémezés éles, egyenletes határfelülete, mely jóminőségű fotorezisztre és hibátlan gyártástechnológiára utal.

Kötési hibák

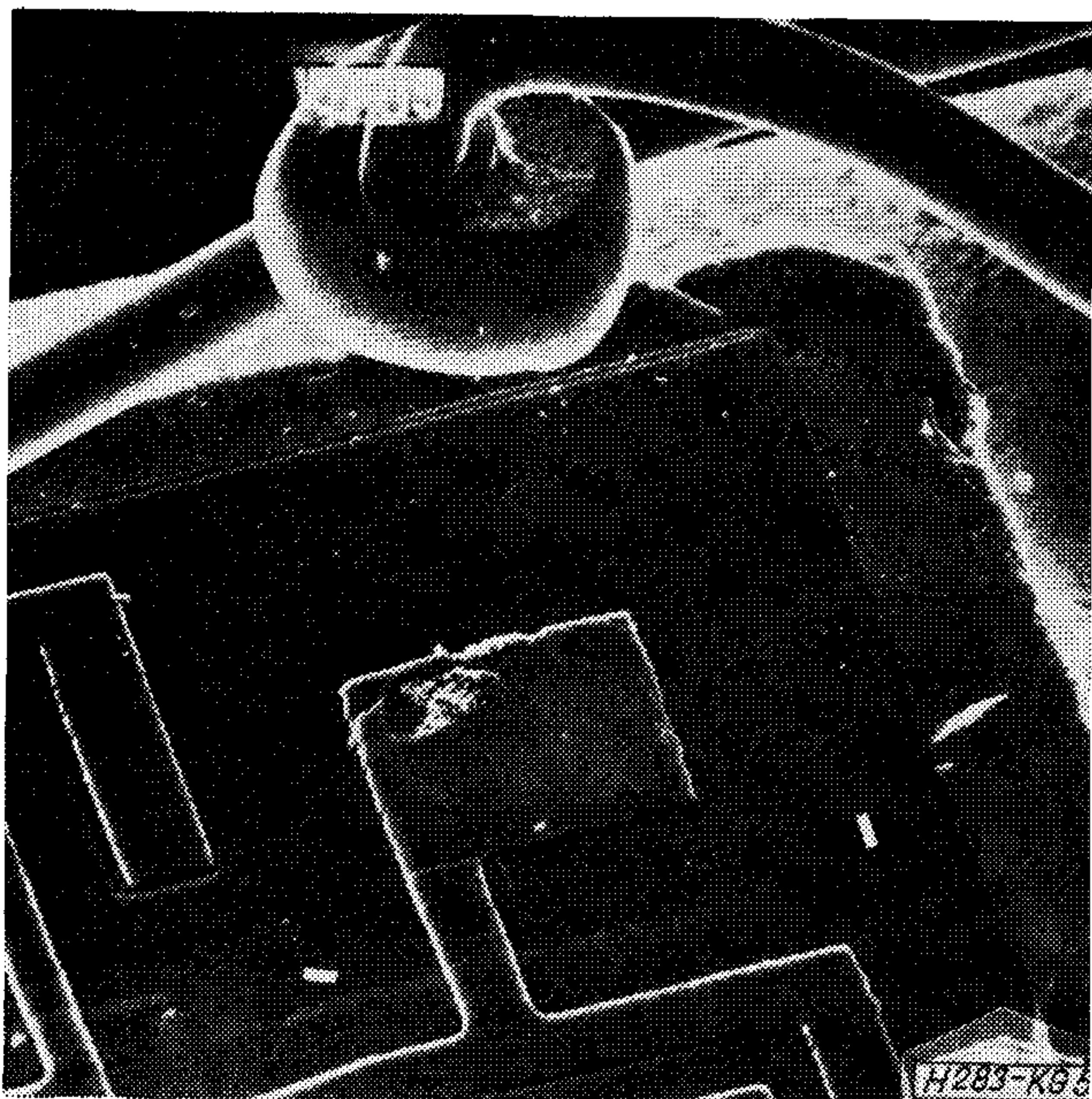
Tekintettel arra, hogy a planár technológia az elemek felületi és térfogati hibáit az előző technológiákhoz képest a minimálisra csökkentette, a megbízhatóság kérdésköre javarészt az elektromos kötések megbízhatóságára szűkül.



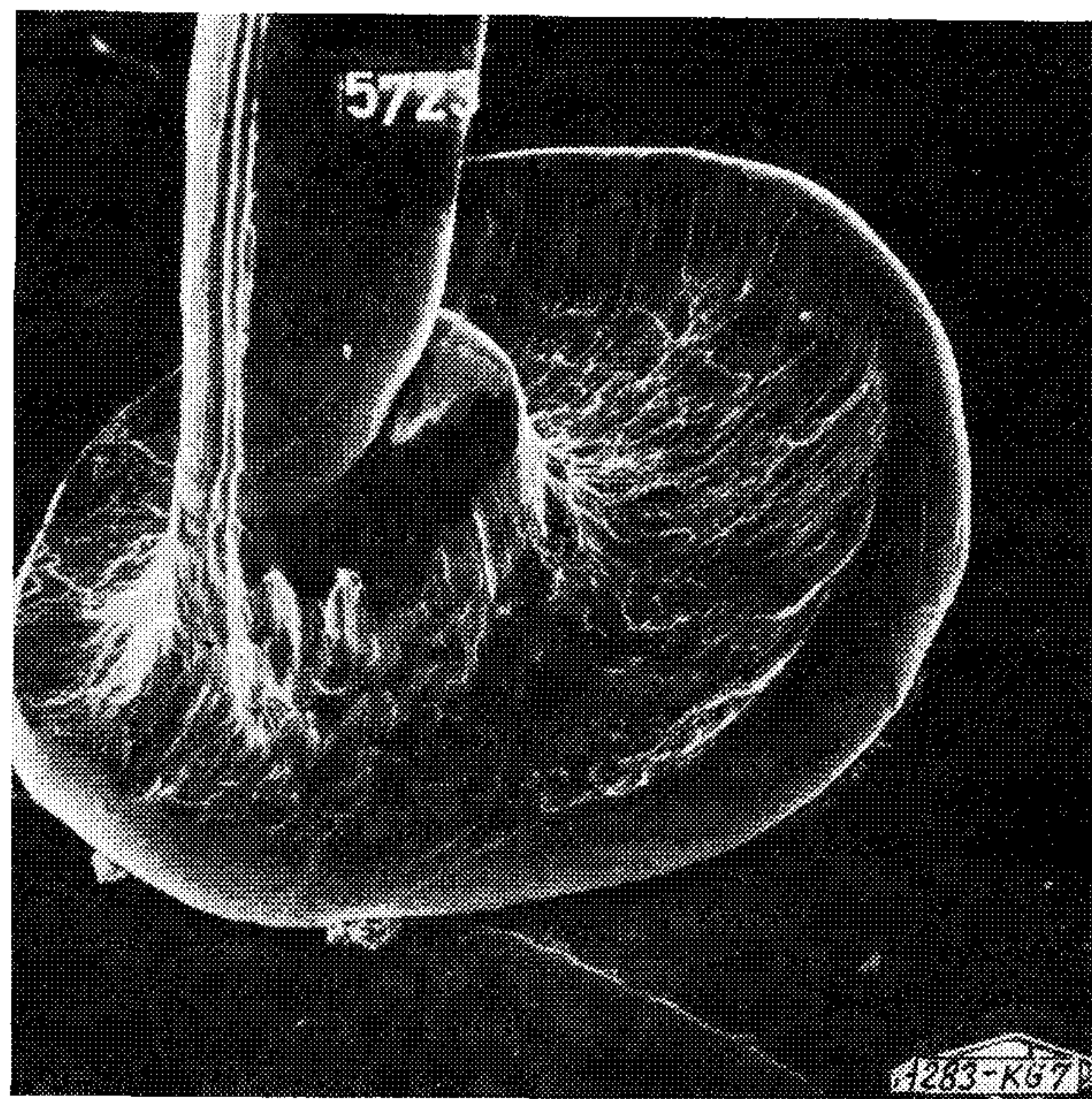
4. ábra. Jó minőségű termokompressziós kötés (PEM 600 \times)

Továbbiakban az Au-Al, termokompressziós kötési technológiával készített eszközök hibaanalízisével foglalkozunk.

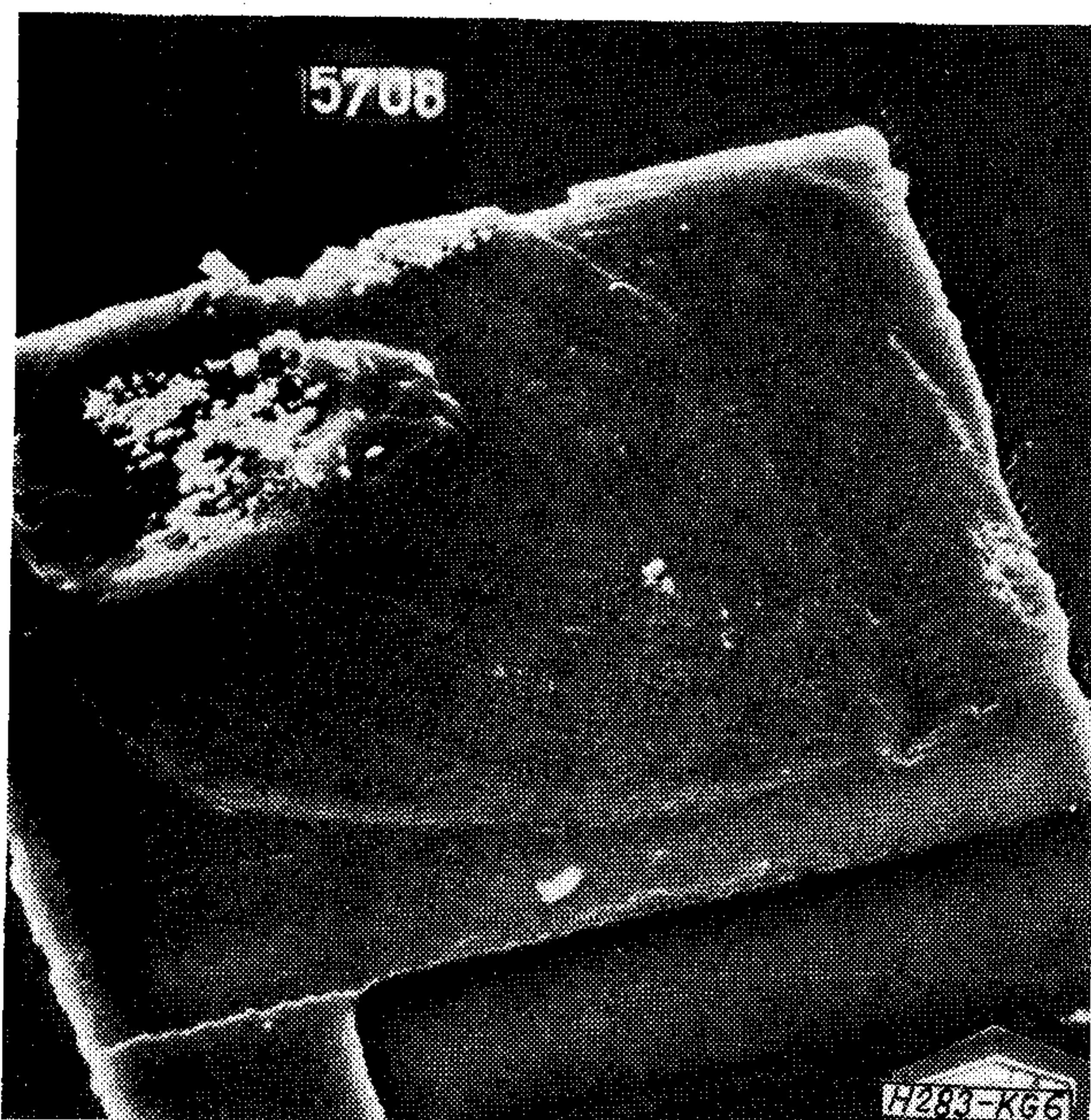
A 4. ábra egy integrált áramkör jóminőségű termokompressziós kötését mutatja. A gömb alakváltozása egyenletes, az Au-szál a gömb közepéből, túlfeszítettség nélkül, roncsolásmentesen folytatódik. A megnyomott rész felülete sima, a termokompressziós kapilláris minősége jó. A lapított rész palástján egyébként láthatók az erőhatás következtében fellépő csúszási vonalak. A termokompressziós kötés a kötési terület közepén helyezkedik el.



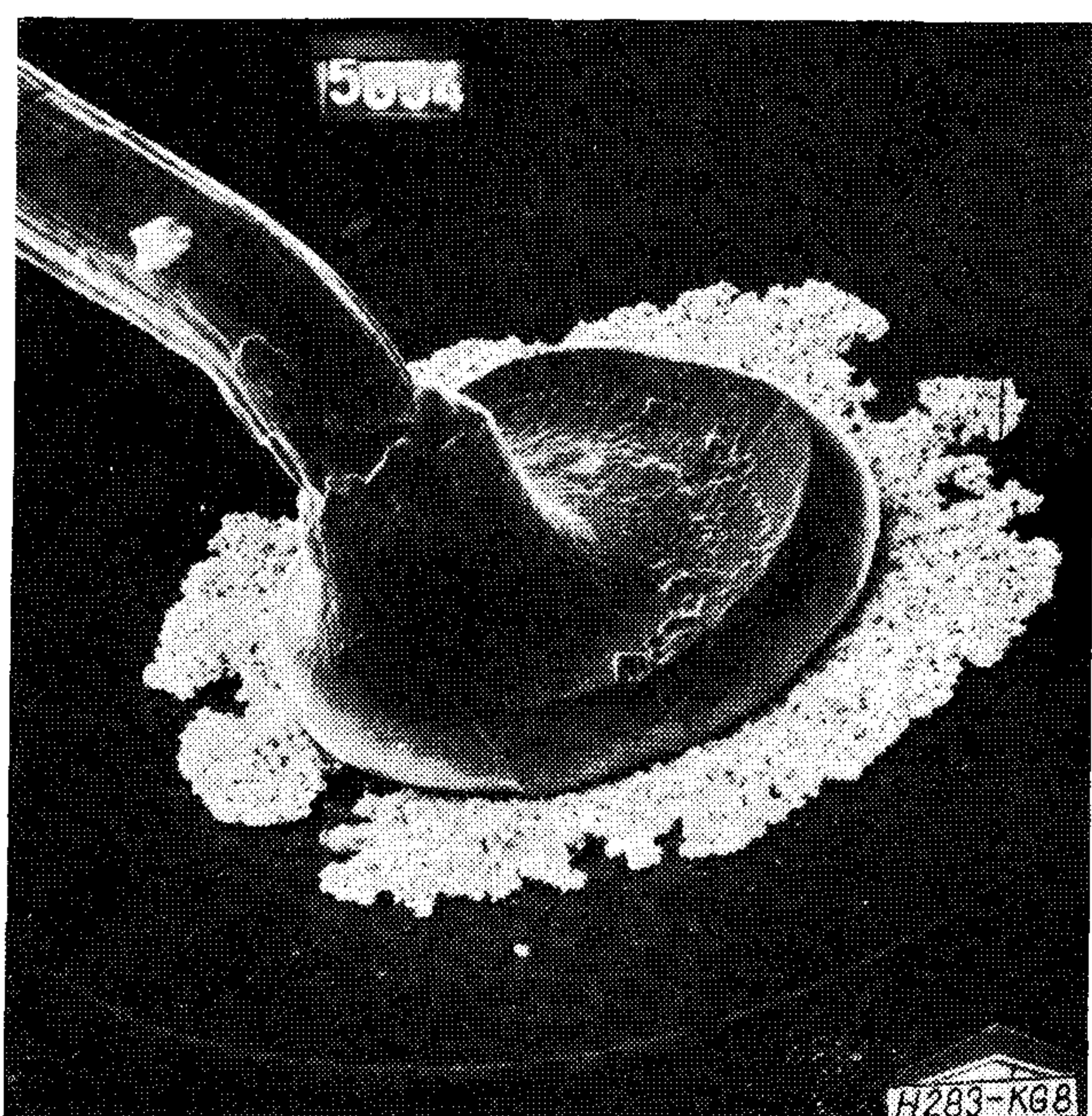
5. ábra. Selejtes, felvált termokompressziós kötés (PEM 300×)



7. ábra. Megcsúszott termokompressziós gömbkötés (PEM 800×)



6. ábra. Az 5. ábra felvált kötése alatti alumínium (PEM 1000×)



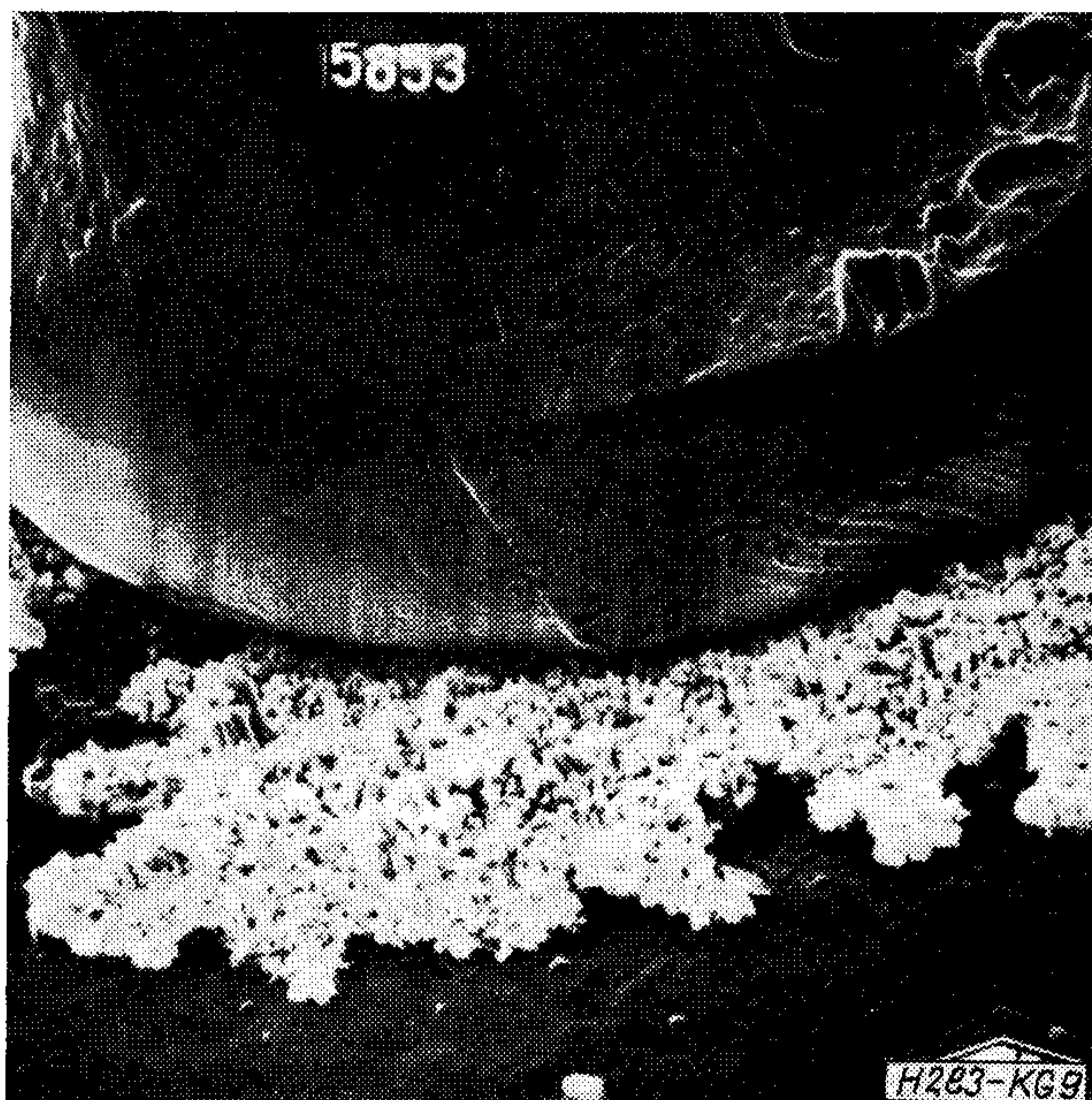
8. ábra. Megcsúszott, pestises kötés planár tranzisztor emitterén (PEM 400×)

Az 5. ábra egy selejtes termokompressziós kötést mutat be. A gömb féloldalas alakváltozása és a termokompressziós kötésterület kis kiterjedése arra utal, hogy a nyomóerő hatásvonala nem a gömb középpontján haladt át.

A 6. ábra az 5. ábrán látható kötésterület továbbnagyított részlete. Nyilvánvaló, hogy csak a kötés egy része volt megfelelő, míg a többi helyen csak mechanikai alakváltozásra utaló jelek figyelhetők meg. Jól látható a kontaktusterület számára a passzivációs rétegen nyitott ablak, bizonyítva a jó fotóreziszt-technikát.

A 7. ábra egy megcsúszott termokompressziós kötést mutat. A megcsúszást okozhatta vagy az elem ferde felforrasztása, vagy a kötési művelet egyéb hibája. A gömb lapítottsága és a kötésből kilépő Au-szál feszítettsége egyébként megfelelő.

A 8. ábrán egy megcsúszott, ún. „pestises” kötés látható. A minta a felvételkészítés előtt 7000 órás, 200 °C-on történő hőkezelést kapott (a kötés elektromosan egyébként még megfelelő). Megfigyelhető, hogy a pestises terület körvonala bizonyos mértékig követi az alakváltozás irányát. Ez feltehetőleg arra utal, hogy a termokompressziós



9. ábra. A 8. ábra kinagyított részlete a gömbön látható hajszálrepedéssel (PEM 1000×)



10. ábra. Selejtes termokompressziós kötés integrált áramkörön (PEM 300×)

művelet során a nyomásnak és a pestis kialakulásának az iránya között összefüggés áll fenn.

Megjegyzés: Pestisessé válik az Au-Al kötés, ha az átmenetén Au-Al intermetallikus fázisok jelennek meg. Különböző fázisok létrejöttét a hő- és a kötés-terület alatti Si katalizáló hatása idézi elő [4].

A 9. ábra ugyanennek a kötésnek egy továbbnagyított részletét mutatja be. A gömb oldalán hajszálrepedések figyelhetők meg, tehát a kötés a 7. ábrán látható eszközhöz viszonyítva „keményebb”, más ötvözőket tartalmazó Au-szállal készülhetett. A 10. ábrán egy újabb selejtes és pestises kötés látható. A kötés megcsúszott és a kivezető Au-szál túlfeszítettsége miatt repedések keletkeztek rajta.

Az ilyen kötés külső erőhatásra könnyen elszakad és katasztrofális meghibásodást idéz elő [5].

A 4-től a 10. ábráig terjedő képsorozat a kötések meghibásodásának különböző válfajait mutatta be.

Fémezési hibák

Szinterelési hibák

A kutatások másik, igen fontos területe a fémezéssel kapcsolatos kérdéskör. A meghibásodást itt egyrészt az Au-Al-Si rendszer kölcsönhatása, másrészt az anyagvándorlási (migrációs) folyamatok idézik elő [6].

A 11. ábra egy olyan tranzisztort mutat be, melyen az oxidlépcsőnél a kivezető Al-fémezés szelektíven beoldódott az emitter- és bázisterületekbe. A 12. és 13. ábra a fenti eszköz egy-egy kinagyított részletéről készült. A magas szinterelő hőmérsékleten erős diffúzió lép fel [7]. A szilícium bediffundál az alumíniumba és a kontaktus ablaktól — az ott szilíciumban feldúsult alumíniumtól — a „tisztá” alumíniumtartományok felé vándorol.

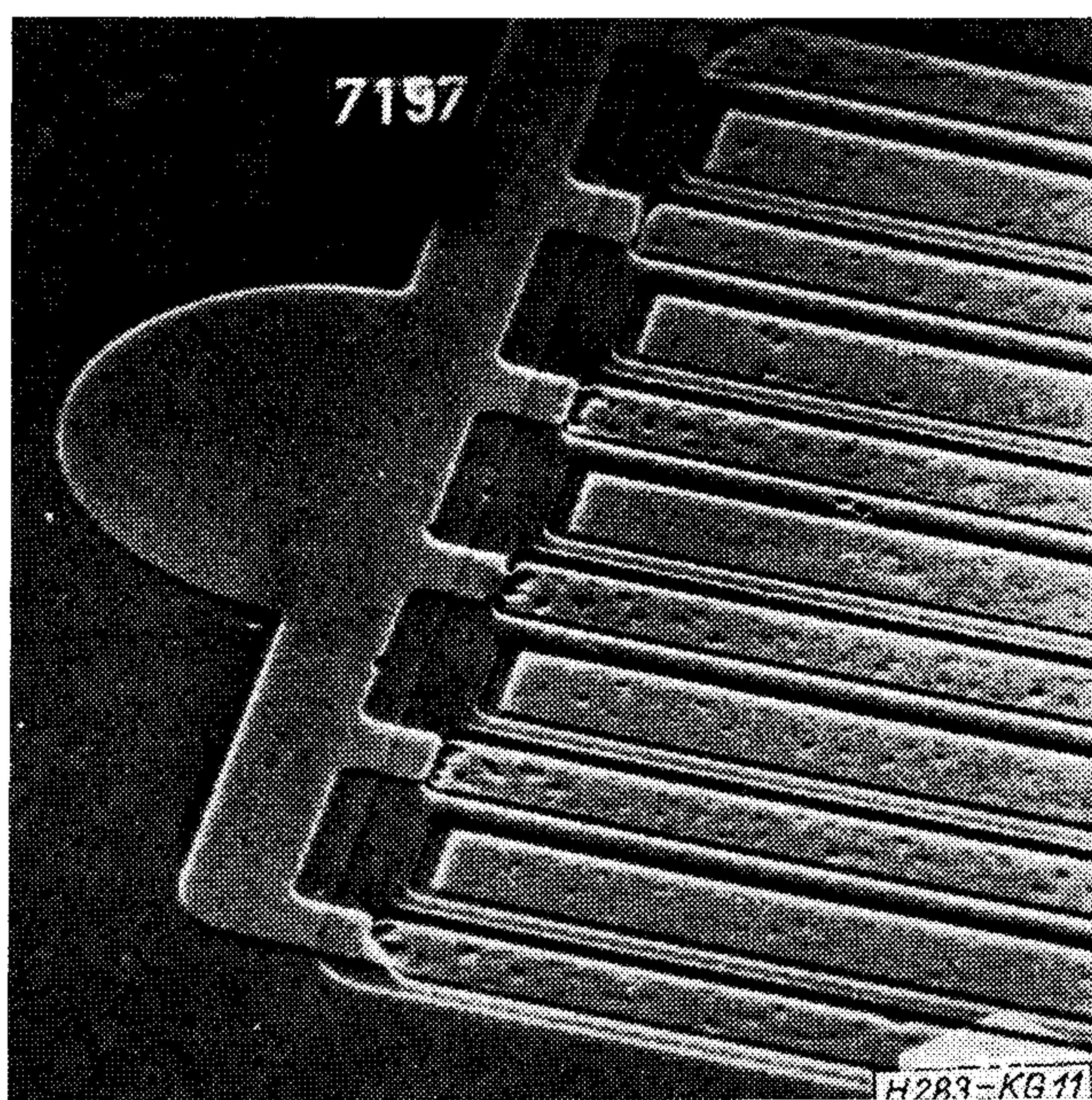
A 14. ábra ugyancsak ezt az eszközt mutatja, de a fémezés maratással történt eltávolítása után. Az emitter- és báziscsíkok végein, de mindig csak a kivezető felőli oldalon, beoldódási helyek figyelhetők meg. Hasonló beoldódás figyelhető meg integrált áramkörökön a magas szinterelő hőmérséklet hatására.

A 15. ábra egy jellegzetes, túlszinterelt fémezésű integrált áramköri részletet mutat.

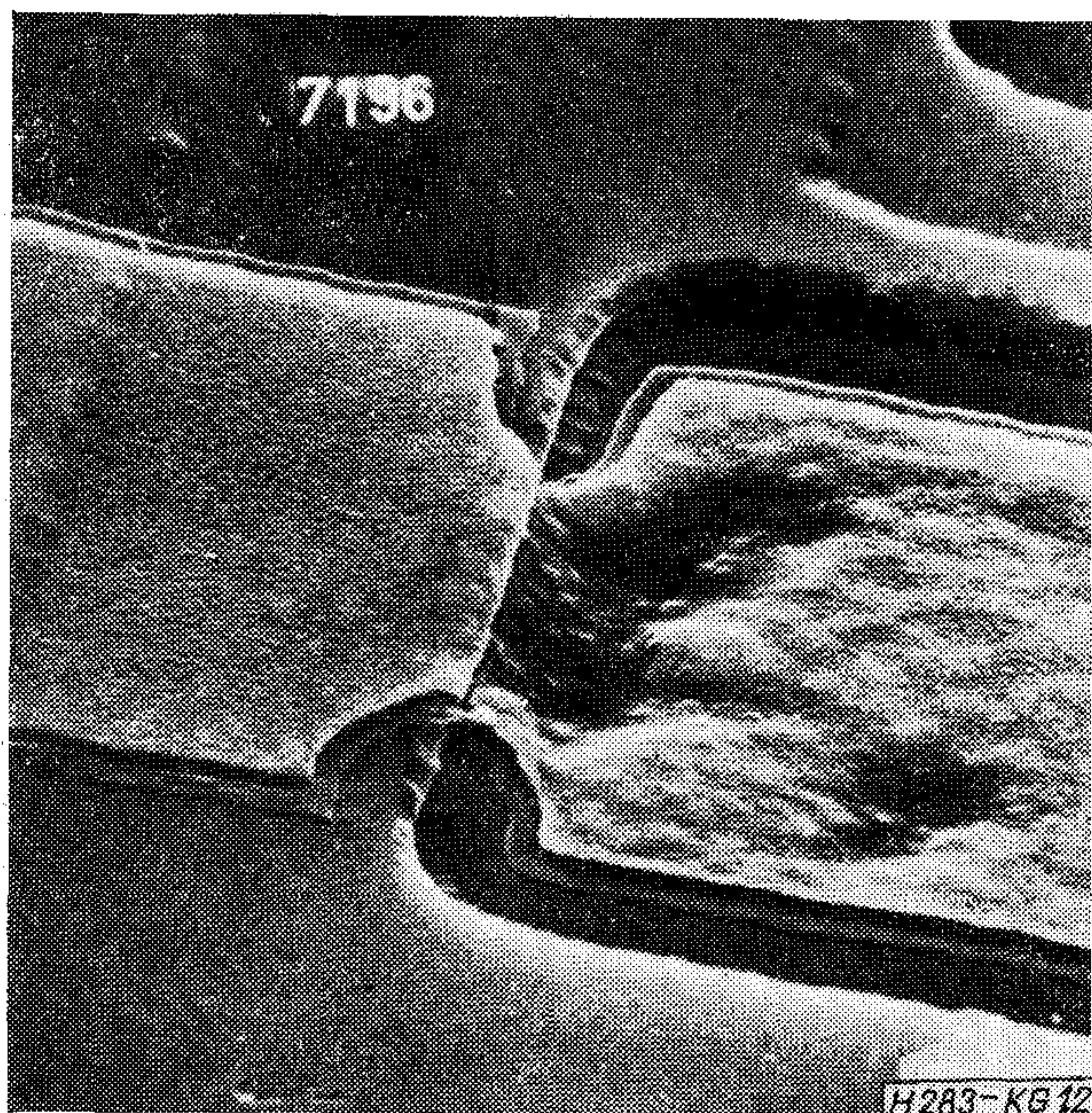
Diffúziós és migrációs hibák

A fémezési hibák másik nagy csoportja az adott áramsűrűség hatására fellépő diffúziós és migrációs folyamatokból ered.

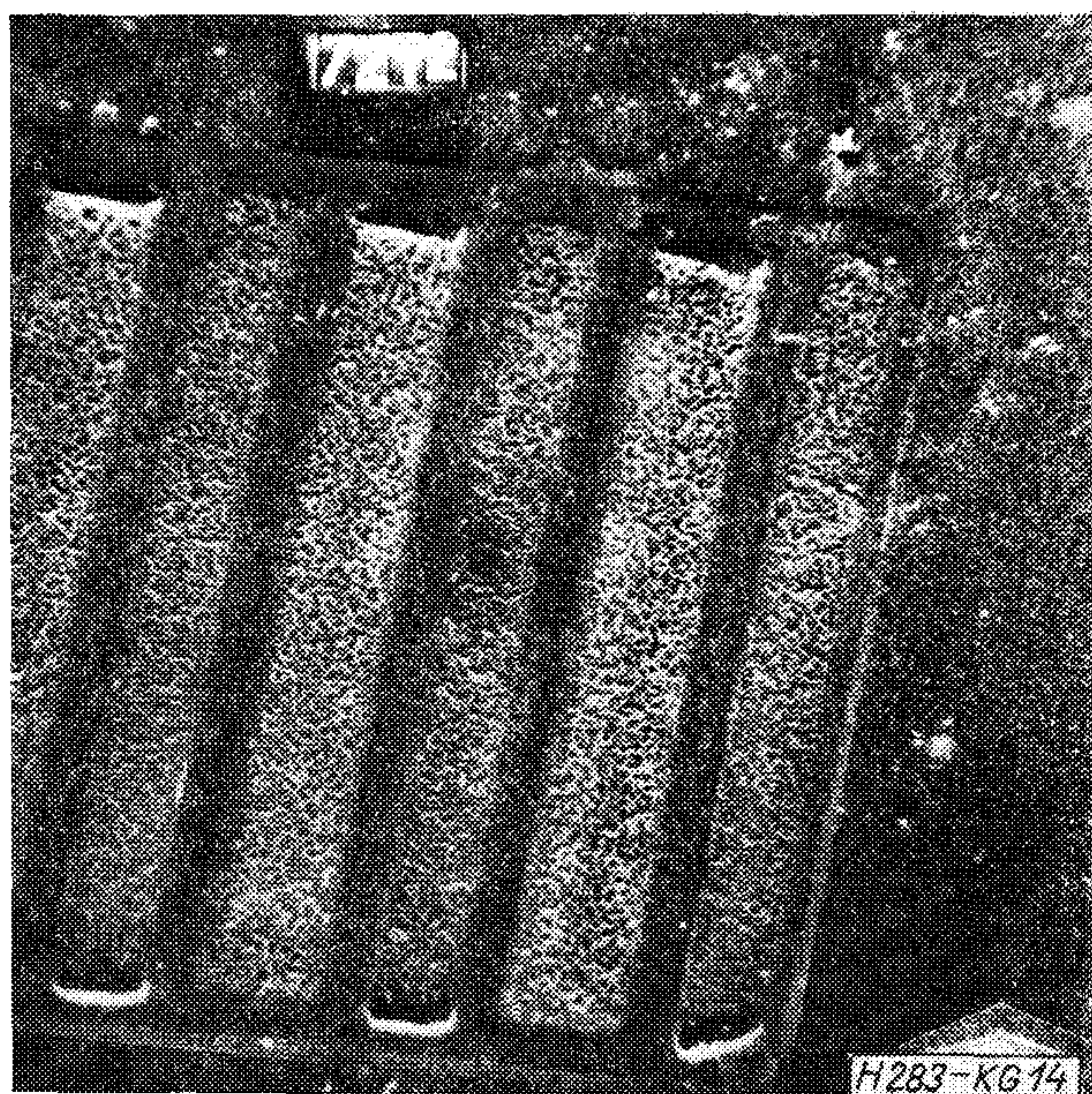
A 16. ábrán, az integrált áramköri részleten a kontaktusablakoknál keletkezett ún. „marási gödör-



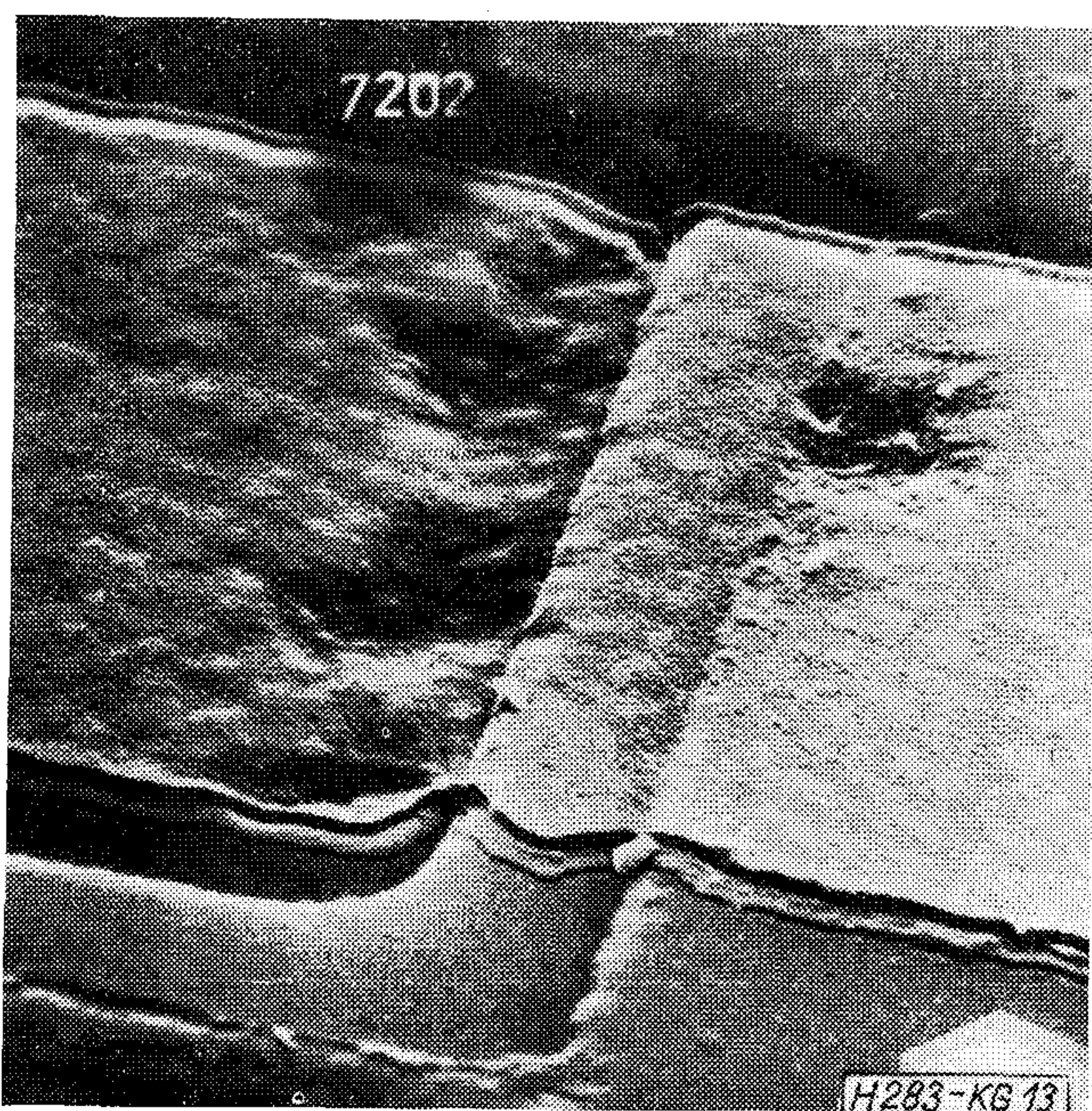
11. ábra. Tranzisztorstruktúra selejtes fémezéssel (PEM 300×)



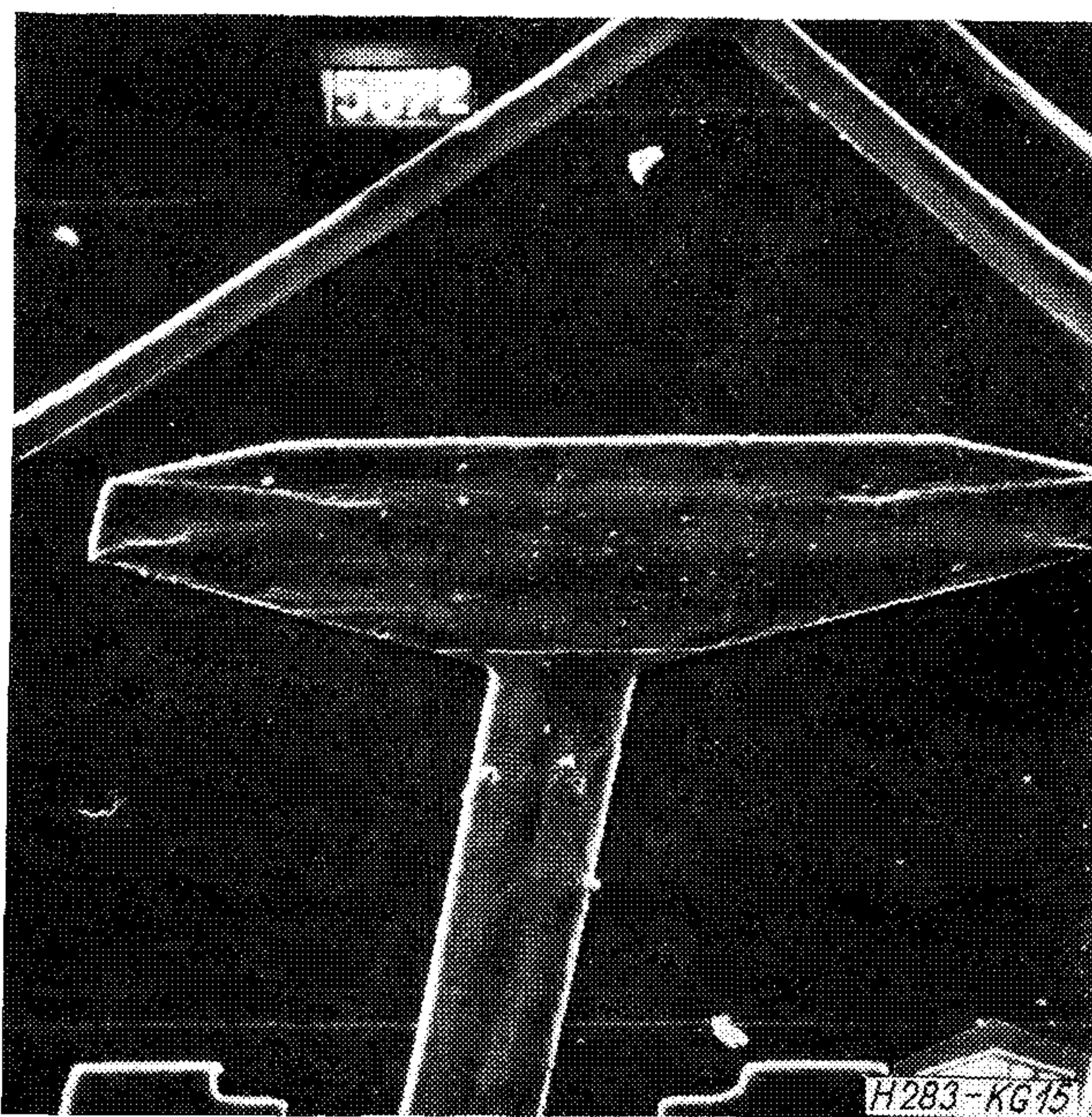
12. ábra. Az Al „beszívódása” és szakadása figyelhető meg az oxidlépcsőnél (PEM 10 000 ×)



14. ábra. A 11. ábrán látható tranzistorstruktúra a fémezés eltávolítása után (PEM 300 ×)



13. ábra. Az Al beoldódása látható az oxidlépcsőnél (PEM 10 000 ×)



15. ábra. Integrált áramkört részlet az ablaknál, a „beszívódás” jól megfigyelhető (PEM 300 ×)

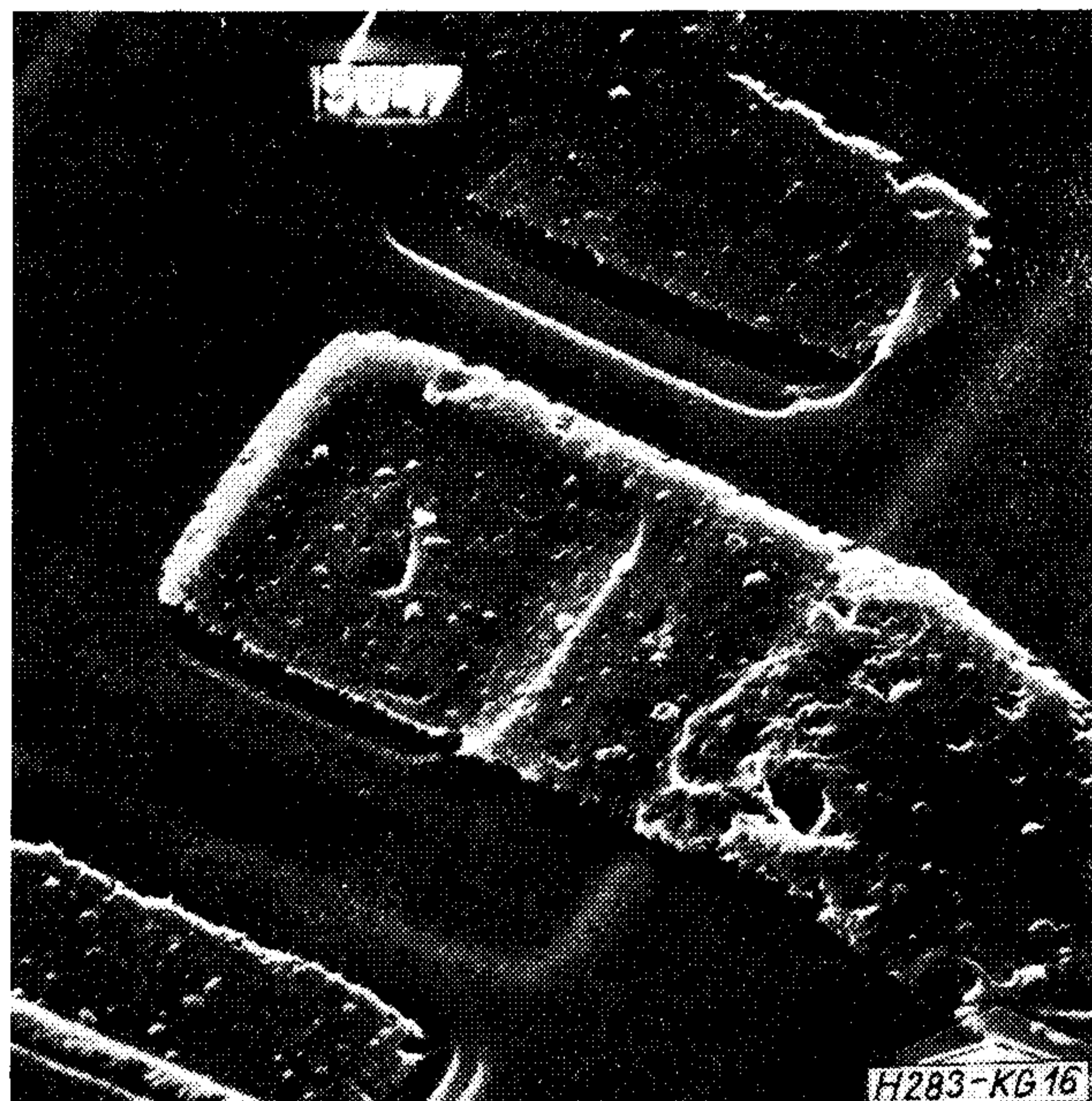
nek” [2] a szilíciumba való belenövése látható. A ki-
vezető fémcsíkon az oxidlépcsőnél a szilíciumkon-
centráció növekedése miatt fellépő szemcsehatár-
elkülönülés az alumínium pikkelyeződéséhez, majd
kezdődő szakadásához vezetett [8].

A 17. ábra szerint egy porszemcse okozta reziszt-
hiba a vezető fémcsík keresztmetszetének csökkené-
séhez vezetett. A vezető élettartama a kereszt-
metszet változása következtében lecsökkent, mivel
150 °C-nál magasabb hőmérsékleten és $5 \cdot 10^4$ A/cm²
áramsűrűség felett az élettartam kisebb, mint 10 év
— ez a hiba az eszköz korai meghibásodását okozza.

Következtetések

A dolgozatban bemutatott felvételek a pásztázó
elektronmikroszkóp rutinszerű felhasználásának elő-
nyeit bizonyítja. Tekintettel arra, hogy a minták
előkészítést nem vagy csak igen kis mértékben
(vékony aranyréteg felgőzölése) igényeltek, lehetőség
nyílott tényleges technológiai folyamatok gyors
ellenőrzésére is.

Természetesen a felvételek önmagukban ritkán
nyújtanak teljes értékű felvilágosítást, ezért előnyös
és gyakran elkerülhetetlen, hogy az elemzést egyéb,



16. ábra. Metallizációs meghibásodások integrált áramkörön (PEM 900×)



17. ábra. A látható keresztmetszet-csökkenés a fémezésben a helyi áramsűrűség-növekedéshez — a migráció, szakadáshoz fog vezetni (PEM 6000×)

a hibaanalízis szempontjából bevált vizsgálati eljárásokkal egészítsük ki. Értékes információkat nyújtanak a pásztázó elektronmikroszkóp feszültség- és vezetési kontraszttal készült felvételei, melynek ismertetését a jövőben tervezzük.

I R O D A L O M

- [1] Barna P.—Csanády A.-né: A pásztázó elektronmikroszkóp és felhasználási területei a fémiparban. *Kohászat* (1972) 105. 11. szám 489 old.
- [2] Kalmár G.: Monolit integrált áramkörök néhány jellemző meghibásodási módja, különös tekintettel a metallizációs problémákra. *Híradástechnika* (1973) 24. 11. szám 345 old.
- [3] Stefániay V.: Egykristály szeletekre felvitt felületi réteg deformációs hatásának vizsgálata röntgendiffrakciós módszerekkel. *Mérés és Automatika* (1969).
- [4] E. Philofsky: Intermetallic Formation in Gold-Aluminum Systems. *Solid-State Electronics* (1970) Vol 13 pp. 1391—1399.
- [5] Kalmár G.—Komlossy É.: TUNGSRAM műanyagtokozott TTL integrált áramkörök megbízhatósága. *Híradástechnika* (1973) 24. 10. szám, 312 old.
- [6] G. S. Prokop—R. R. Joseph: Elektromigration Failure at Aluminum-Silicon Contacts. *J. Appl. Phys.* (1972) Vol 43. No. 6 2595—2602
- [7] Robert J. Anstead—Samuel R. Floyd: Thermal Effects on the Integrity of Aluminum to Silicon Contacts in Silicon Integrated Circuits. *IEEE Transactions on Electron Devices* (1969) ED 16 No. 4. 381—386
- [8] James R. Black: Elektromigration Failure Modes in Aluminum Metallization for Semiconductor Devices. *Proceedings of the IEEE*. (1969) Vol 57. No. 9. 1587—1593

Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferencia

Az ETAN (Yugoslav Committee for Electronics and Automation) az IEEE Circuits and Systems Society közreműködésével 1975. szeptember 1—5. között rendezi meg a Harmadik Nemzetközi Hálózatelméleti Konferenciát. Az előző konferen-

ciáról a *Híradástechnika* XXIV. évfolyam, 3. szám 81—84. oldal, 1973. március ad tájékoztatást. Részletes felvilágosítás a következő címről kérhető: ETAN, Network Theory Symposium, P. O. Box 356, 11001 Beograd, Yugoslavia.

EGYESÜLETI HÍREK

A Szervezési és Vezetési Tudományos Társaság Karácsony Dezsőt, elnökségünk tagját ipargazdasági társadalmi-tudományos munkásságáért a Hevesi Gyula Érem III. fokozatával

kitüntette. A kitüntetéshez őszinte jókívánságait fejezi ki és további eredményes társadalmi munkásságot kíván a Híradástechnika szerkesztőjének.

Az 1975. évi külföldi rendezvények

Folyóiratunk múlt évi 10. számában (306. old.) közöltük az 1975. évi nemzetközi és külföldi résztvevőkkel rendezett külföldi kongresszusok, konferenciák, szimpóziumok és ülések, valamint a külföldi kiállítások, vásárok MTESZ által közzétett előzetes jegyzékének egyesületünk tevékenységi területét érintő kivonatát. Az azóta megjelent 1. sz. pótkötet alapján közöljük az alábbi kiegészítéseket:

Konferenciák:

Április 7—10.	London	International Conference on Satellite Communication Systems Technology Nemzetközi konferencia a hírközlési — műhold — rendszerek technológiájáról Szerv.: Institution of Electrical Engineers, Mrs. Ann Cook, Conf. Dept., Savoy Place, London, WC2R OBL, UK
Április 8—10.	Prága	Seminar (MEDA) Analog- und Hybridrechnungstechnik „Analog- és hibrid-számítógépek technikája” szeminárium (MEDA) Szerv.: CSVTS, Praha, Siroka ul. 5. Csehszlovákia
Április 8—10.	New York	Institute of Electrical and Electronics Engineers International Convention (INTERCON) Az Elektrotechnikai és Elektronikai Mérnökök Szövetségének nemzetközi kongresszusa Szerv.: Inst. of Electrical and Electronics Engineers, Conf. Svcs, 345 E 47 St., New York, N. Y. 10017, USA
Április 14—18.	Uxbridge	European Computing Congress (EUROCOMP) Európai számítógép kongresszus Szerv.: Online Computer Systems Ltd., Mrs. S., Wall, Conf. Coord, c/o Brunel U., Uxbridge, Middx, UK
Április 22—24.	Sheffield	Conference: Trends in on-line computer control systems Konferencia az on-line számítógépes ellenőrzési rendszerek trendjeiről Szerv.: IEE Conference Department, Savoy Place, London, WC2R OBL, UK
Május 3—7.	Szófia	Rádiónap — műszaki-tudományos konferencia Szerv.: NTS, 108, Rue Rakovski, Szófia, Bulgária
Május v. június	Moszkva	Popov — Tagung Popov ülészak Szerv.: Allunions-Sowjet, Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft Radiotechnik, Elektronik, Nachrichten Moskva B 28, Krisanovskogo 20/30, SZU

Konferenciák:

Június 2—6.	Urbana	1975 International Radio Science Symposium 1975. évi nemzetközi rádiótudományi szimpózium Szerv.: G. A. Deschamps, College of Engg., U. of Illinois, Urbana, Ill. 61801, USA
Július 21—23.	San Francisco	1975 Summer Computer Simulation Conference 1975. évi nyári számítógép-szimulációs konferencia Szerv.: Dr. R. J. Sylvester, Gen. Research Corp., Box 417, Denville, N. J. 07834, USA
Július 21—25.	Cambridge	IEE Conference: Dielectric materials measurement and applications Az Elektronikai Mérnökök Egyesületének konferenciája a dielektromos anyagok méréséről és alkalmazásáról Szerv.: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL, UK
Október 27—31.	München	International Seminar and Exhibition on Computer Systems and Their Applications (SYSTEMS 75) Nemzetközi szeminárium és kiállítás a számítógéprendszekekről és alkalmazásukról (SYSTEMS 75) Szerv.: MMG or (in USA) G. G. Kallman Assocs., 30 Journal Sq. Jersey City, N. J. 07306, USA
December 1—3.	New Orleans	National Telecommunications Conference Országos telekommunikációs konferencia Szerv.: D. E. Buck, S. Central Bell, 1215 Prytania St., Rm 517, New Orleans La 70140, USA
II. n. év	Csehszlovákia	Konferenz — Automatisierung der Zwischenstädte-telefonverbindung Távbeszélő üzemek automatizálása távolsági beszélgetésekhez — konferencia Szerv.: CSVTS, Praha, Siroka ul. 5. Csehszlovákia
IV. n. év	Magas-Tátra	Konferenz — Ausnutzung der Rechnungstechnik im Maschinenbau A számítástechnika alkalmazása a gépiparban — konferencia Szerv.: CSVTS, Praha, Siroka ul. 5. Csehszlovákia
1975.	Karl-Marx-Stadt	Problemseminar — Werkstoffe und Technologie elektronischer Bauelemente und mikroelektronischer Schaltung Szeminárium a mikroelektronikai kapcsolók és az elektronikai elemek anyagairól és gyártástechnológiájáról

Konferenciák:

1975.	Karl-Marx-Stadt	Diskrete Bauelemente — Symposium Diszkrét elemek szimpózium
1975.	Karl-Marx-Stadt	Problemseminar -Funktion und Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente und mikroelektronischer Schaltungen Szeminárium az elektronikus elemek funkciójáról és megbízhatóságáról, valamint mikroelektronikai kapcsolókról
1975.	Karl-Marx-Stadt	Problemseminar — Elektronische Messtechnik und elektronische Bauelementen und elektronische Schaltungen Szeminárium elektronikai mérés technikáról, annak az elektronikai elemek és a mikroelektronikai kapcsolók területén történő alkalmazásról
1975.	Karl-Marx-Stadt	Mikroelektronik — Symposium Mikroelektronikai szimpózium <i>A fenti öt tétel szervezője:</i> Weiterbildungszentrum Elektronische Bauelementen 90 Karl-Marx-Stadt Strasse der Nationen 62, NDK
1975.	Szovjetunió	3. International Vavilov — Konferenz-Quantenelektronik und nichtlineare Optik 3. Nemzetközi Vavilov konferencia — Kvantumelektronika és nemlineáris optika
1975.	Szovjetunió	Tagung — Elektronische Eigenschaften der Halbleiter -oberflächen A félvezetők felületének elektronikai tulajdonságai ülészak <i>A fenti két tétel szervezője:</i> AdW der UdSSR, Moskva A 219, Baltiskaja 14, SZU
Március 11—13.	Róma	International Exhibition of Electronics, Nuclear Energy and Aerospace Technology Nemzetközi kiállítás az elektronikáról, a nukleáris energiáról és az űrtechnikáról Szerv.: RIENT, Via Crescenzo 9, 00193 Róma, Olaszország
Április 2—8.	Párizs	International Exhibition of Electronic Components Az elektronikai alkatrészek nemzetközi kiállítása Szerv.: French Trade Exhibitions, 196 Sloane Street, London, SW1, UK
Május 18—22.	London	Television and Radio Trade Shows Televízió és rádiókereskedelmi bemutató Szerv.: British Radio Equipment Mfrs. Assn., 31 Soho Square London, W1W 5DG, UK

Konferenciák:

Május 22—június 5.	Moszkva	Internationale Ausstellung Kommunikationssysteme und geräte Kommunikációs rendszerek és berendezések nemzetközi kiállítása Szerv.: Direktion die Ausländischen Fachausstellungen Szokolnyiceszkij val, Ia 107232 Moszkva, SZU
Május 27—31.	Rotterdam	Communication 75 — Exhibition Kommunikáció 75 — kiállítás Szerv.: Europort Exhibitions Ltd., 6—7 New Bridge Street London, EC4V 6AQ, UK
Június 9—11.	London	Minikomputer Exhibition — MINIFEST Minikomputer-kiállítás — MINIFEST Szerv.: Minifest 75 Secretary P. C. L., 115 New Cavendish Street, London W1, UK
Július 1—3.	Leeds	Leeds Electronics Exhibition Leeds-i elektronikai kiállítás Szerv.: Dept. of Electrical and Electronic Engineering University Leeds, LS2 9TJ, UK
Augusztus 27—szeptember 1.	Zürich	Radio and Television Exhibition Rádió- és televíziókiállítás Szerv.: L. Bapst, President, Postfach 670, 8027 Zürich, Svájc
Szeptember 26—október 5.	Stockholm	International Hi-Fi Exhibition Nemzetközi Hi-Fi kiállítás Szerv.: Overseas Trade Show Agencies Ltd., 113/123 Upper Richmond Road, London SW15 2 TL, UK
Október 6—10.	Göteborg	ELFACK 75 — Internationale Elektronische Fachmesse ELFACK 75 — Nemzetközi elektronikai szakvásár Szerv.: Svenska Mässan Stiftelse S-41251 Göteborg, Svédország
Október 10—16.	Koppenhága	ELEKTRONIK 75 — Internationale Elektronik Ausstellung ELEKTRONIK 75 — Nemzetközi elektronikai kiállítás Szerv.: Bella Centret, Hvidkildevej 64, DK-2400, Kopenhagen, Dánia.
November 25—27.	London	Computer Peripheral and Systems Exhibition and Conferences Számítógép-perifériák és rendszerek — kiállítás és konferencia Szerv.: Trident Conferences and Exhibitions Ltd., 60 George Street, Richmond Surrey, UK

NÁDAS TIBOR



Szomorú szívvel jelentjük, hogy egyesületünk és lapunk egyik alapítója, évtizedeken keresztül támogatója, életének 63. évében rövid betegség után elhunyt. Nadas Tibor évtizedeken át tevékenykedett a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Végrehajtó Bizottságában és Elnökségében, vezette a Szabványosítási és Minőségügyi Tudományos Bizottságot, tagja volt lapunk Szerkesztő Bizottságának.

Korai halála olyan életutat szakított meg, melyet egyrészt a társadalmi haladás, a műszaki alkotás, és a családja iránti mérhetetlen szeretet, másrészt az általános emberiség hatott át.

Pályája kezdete rengeteg nélkülözéssel, szenvedéssel volt tele. A felszabadulás előtti korszak politikája kilenc évre külföldre kényszerítette.

1947, családjával együtt való hazatérésének éve hozta meg számára a lehetőséget tehetsége és szakmai tudása kibontakozásához is. Finommechanikus és villamos szakember volt egyszemélyben, aki nemcsak az annyira szeretett szakmája minden részletét ismerte, hanem tele volt ötlettel, építő gondolattal, és képességeit alakulóban levő állami iparunk szolgálatába tudta állítani. Néhány éven át minisztériumi szinten vett részt a híradástechnikai iparág szervezésében, majd operatív üzemi feladatokat vállalt az RFGy-ben, majd a Telefongyárban.

Páratlan rendszerező képessége, sokoldalú tájékozottsága, nyelvismerete és az emberekkel való megfelelő szakmai kapcsolat kialakításában mutatkozó eredményei voltak azok a jellemvonások, amelyek birtokosaként új területen kapott feladatokat.

1957 őszén a KGM Híradástechnikai Szabványosítási Központjának vezetője lett, amelynek megszervezésében, tevékenységi körének kialakításában elért eredményei követendő példaként szolgálhattak sokak számára. Mint kezdeti siker az Ő nevéhez fűződik — többek között — a híradástechnikai finomkohászati igények kielégítéséhez szükséges, nagy számú alapanyag specifikációs és vizsgálati szabványai, az

elektromechanikai alkatrészek alap- és termékszabványai kidolgozási munkáinak beindítása és következetes továbbfejlesztése, amelynek révén a profilgazdagárak az induláshoz nélkülözhetetlen támogatást kaptak. Fontos szerepe volt a Híradástechnikai Alkatrész Bizottságok szervezésében és az ilyen témájú ankétok előkészítésében.

A hazai szakmai, később ágazati szabványosító munkán kívül az ipar részére további nagy segítséget nyújtott azzal, hogy felismerve az IEC nemzetközi szabványosításban rejlő erőforrásokat, a szakértők széles körét mozgósította, részint tájékoztatásukkal részint a számos bizottságban való tevékenységre ösztönzéssel. Hasonló tervszerű és öntudatos munkával működött közre a KGST-SZÁB, -REÁB, és -GÁB munkában. Aktív és lelkes tagja volt hosszú éveken át a KGM Szabványosítási Műszaki Bizottságának is.

Számosan fordultak hozzá minden, a szakterületet érintő kérdésben, amely más állami vagy társadalmi szervnél folyó bizottsági munka során vetődött fel és megoldásra várt. Ő mindenüttl tudott segíteni...

Kiváló munkásságának elismerésül 4 alkalommal Kormánykitüntetést, ezenkívül Puskás Tivadar egyesületi díjat, és a Magyar Szabványügyi Hivatal elnökétől emlékplakettet kapott.

Eredményeit nem tudta sokáig zavartalanul élvezni. 1970-ben fia tragikus elvesztése olyan mérhetetlen csapást jelentett számára, amelyet alig tudott elviselni. Még jobban a munkába merült, ami a menedéket jelentette számára. Rengeteget, úgyszólván éjjel-nappal dolgozott, nem kímélve önmagát és egészségét ezáltal aláásta. Fizikai ereje hamarosan romlani kezdett, azonban szellemileg továbbra is friss maradt. Ezért bár 1973. november 1-én saját kérésére nyugalomba vonult, nyugdíjasként tovább dolgozott, nem akart elszakadni az élettől, célkitűzéseitől.

Emlékét megőrizzük.

Koaxiális teljesítményosztók terhelhetőségi kérdései

ETO 621.316.72.016.34:621.372.8

A következőkben koaxiális felépítésű, párhuzamos elágazású, az URH frekvenciasávban működő teljesítményosztók terhelhetőségével kívánunk foglalkozni.

Adott geometriai méretekkel rendelkező teljesítményosztó terhelhetőségét két tényező korlátozza: a koronakisülést létrehozó térerősség és a teljesítményosztó veszteségei miatt jelentkező melegedés. A teljesítményosztó különböző hullámellenállású, légtöltésű koaxiális tápvonalszakaszokból épül fel, így a vizsgálatot minden építőelemre el kell végezni.

A koronakisülés szempontjából a vonalon fellépő teljesítmény csúcserőssége korlátozott így ezt a teljesítménykorlátot szokás csúcsteljesítmény korlátnak is nevezni [1]. A teljesítményosztó melegedése a teljesítmény átlagértékének szab korlátot, így ezt a teljesítménykorlátot átlagteljesítmény korlátnak nevezük. Mindkét teljesítménykorlát függ a környezeti és az üzemi körülményektől, így a teljesítménykorlátok meghatározásakor a vizsgálatainkat adott feltételek mellett kell elvégezni és e feltételek megváltozása esetén a maximális teljesítményértékeket korrigálni kell. A vizsgálatot a továbbiakban merev légdielektrikumú koaxiális tápvonalakra végezzük el, melyek különböző hullámellenállással és geometriai méretekkel rendelkeznek.

1. A csúcsteljesítmény korlát meghatározása

A maximális térerősség a koaxiális tápvonal belső vezetőjének felületén jelenik meg. Az elméletileg megengedhető maximális térerősségértéket számításainkhoz nem használhatjuk fel, mivel a koronakisülés nagyon változó jelenség és a hozzá szükséges térerősség széles értéktartományt felvehet csekély hatásoktól függően (pl. a vezetők felületén levő karcok, porszemcsék, a légdielektrikum hőmérséklete, nyomása stb.). Az elméletileg megengedhető maximális térerősségérték 35%-kal számolva jó gyakorlati értéket kapunk a koaxiális tápvonal belső és külső vezetője között megengedhető maximális egyen- vagy 50 Hz-es csúcs feszültségértékre.

Az alábbi egyenlet a koaxiális vonalban maximálisan fellépő térerősségértékből származik és magában foglalja a következő tényezőket: nyomás, hőmérséklet, belső vezető görbülete és az elméleti térerősségérték 35%-os csökkentését [1].

$$U_p = 5,42 \cdot 10^3 \cdot D_1 \delta \left(\ln \frac{D_2}{D_1} \right) \left[1 + \frac{0,435}{\sqrt{D_1 \delta}} \right] [\text{V}] \quad (1)$$

ahol U_p — a belső és külső vezető között megengedhető maximális feszültség (egyen vagy 50 Hz csúcs) V-ban,

D_1 — a belső vezető külső átmérője cm-ben,
 D_2 — a külső vezető belső átmérője cm-ben,
 δ — a légdielektrikumra jellemző tényező.

$$\delta = 3,92 \frac{p}{T}$$

ahol p — az abszolút nyomás Hgcm-ben,
 T — a hőmérséklet °K-ben.

Az (1) összefüggésből számítható feszültségértékeket rádiófrekvenciás effektív feszültségre kell átszámolni. A koronakisüléshez szükséges térerősség frekvenciafüggésére az [5] irodalom ad utalást, mely szerint ez a térerősség 2 MHz körüli frekvencián veszi fel minimumát (az 50 Hz-es érték 70–80%-át), majd a frekvencia növelésével újból eléri az 50 Hz-es értéket. Így az egyenfeszültségre kapott U_p érték 0,7-szeresét véve (a legrosszabb esetet vesszük figyelembe és a további frekvenciafüggést elhanyagoljuk) és ezt $\sqrt{2}$ -vel osztva az RF-feszültség effektív értéke adódik. Ezt az értéket rendszerint még egy S_f biztonsági tényezővel osztják, melynek értéke általában 2. Ez onnan adódik, hogy a belső vezető tartó dielektromos kitámasztó helyén, a belső vezető és az ϵ_r dielektromos állandójú kitámasztó tárcsa közötti légréshen a térerősség közelítőleg ϵ_r -szeres értéket vesz fel [5]. Az alkalmazott kitámasztók általában $\epsilon_r \approx 2$ dielektromos állandójú szigetelő anyagból készülnek.

Ily módon

$$U_{RF} = \frac{0,7 U_p}{S_f \sqrt{2}} = 0,247 U_p \quad (2)$$

A (2)-vel számított U_{RF} feszültség és a hullámellenállás Z_0 ismeretében a csúcsteljesítmény korlát

$$P_{pk} = \frac{U_{RF}^2}{Z_0} [\text{watt}] \quad (3)$$

Az (1), (2) és (3) összefüggések felhasználásával $Z_0 = 10$ ohmtól 120 ohmig, $D_2 = 1$ cm-től 10 cm-ig végeztünk számításokat a csúcsteljesítmény korlát értékére 40 °C környezeti hőmérséklet és $p = 76$ Hgcm nyomás esetén [10]. A (3) alapján számított értékeket tovább kell csökkenteni, ha a tápvonalon haladó jel amplitúdómodulált (a modulációs index m) és a tápvonalon r állóhullámarány is fellép:

$$P'_{pk} = P_{pk} \frac{1}{r(1+m)^2} \quad (4)$$

A teljesítményosztó csúcsteljesítményre történő méretezését normál üzemi körülmények mellett kell elvégezni (tv-adók esetén a tápvonalrendszerre és az antennákra a szokásos állóhullámarány-érték $r < 1,1$).

Tv-jelek esetén pozitív modulációt feltételezve a szinkronjel csúcsok 100%-os AM-nek felelnek meg, így a modulálatlan esetnek megfelelő P_{pk} érték $1/4$ -ére történik a méretezés.

2. Az átlagteljesítmény korlát meghatározása

A megengedhető maximális átlagteljesítményt a tápvonalszerelvények melegeése korlátozza, mely a tápvonal veszteségek által jön létre. A maximálisan elérhető működési hőmérsékletet különböző tényezők határozzák meg:

- a dielektromos kitámasztó hőmérséklete nem közelítheti meg annak lágyulási pontját, mert ekkor a belső vezető helyzete megváltozhat,
- magas hőmérsékleten a belső vezető és a kitámasztó között kémiai hatás léphet fel,
- a tápvonal építőelemek hőtágulása és oxidációja.

A koaxiális konstrukció felépítéséből következik, hogy a maximális hőmérséklet a belső vezető felületén lép fel, így ennek megengedhető értéke korlátozza a maximális átlagteljesítményt. A maximálisan megengedhető belső vezető értékére a szakirodalmi utalások [1], [2], [3], [4] eléggé eltérő értékeket adnak meg. Az [1]-ben megadott értéket elfogadva $\Theta_1 = 100$ °C maximális belső vezető hőmérséklet értéket feltételezve végezhetjük el az átlagteljesítmény meghatározására vonatkozó számításokat. A szigetelő anyagok közül pl. a teflon 300 °C-ig megőrzi szilárdságát [8], így a felvett érték nem túl szigorú.

Az átlagteljesítmény meghatározásakor feltételezzük:

- hogy a tápvonalban keletkező hő csak a tápvonal tengelyére merőleges irányban terjed, longitudinális hőátadás nincs,
- a külső és belső vezetők azonos anyagból készültek,
- a tápvonalban kevés dielektromos tárcsa helyezkedik el, így a melegeedést csak a vezetésből származó veszteségek okozzák,
- a tápvonalon állóhullám nem lép fel,
- a tápvonalon haladó jel modulálatlan és
- a külső vezetőt körülvevő közeg nyugvó levegő.

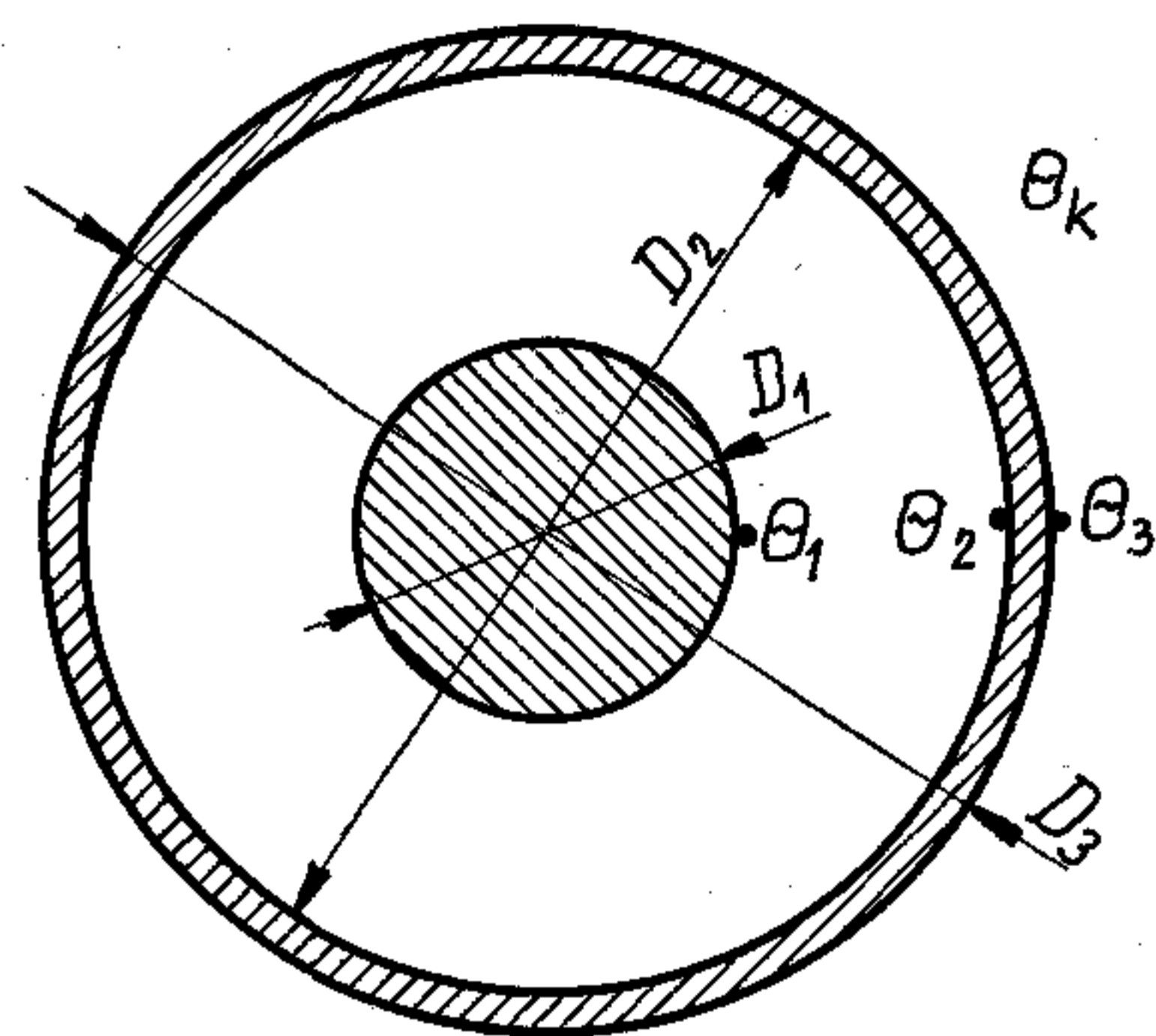
Azzal a feltételezéssel, hogy a tápvonal hossztengele mentén hőátadás nincs, a térbeli hőátadási probléma síkbeli problémába megy át, azaz a számítást elegendő a tápvonal egyetlen keresztmetszeti síkjára elvégezni. Egy ilyen síkot mutat az 1. ábra a későbbiekben használt jelölésekkel. A számítás során felhasználhatjuk a hő és elektromos mennyiségek közötti analógiát [7].

Ismeretes, hogy egy veszteséges tápvonal bemene-tétől x távolságra a teljesítmény

$$P = P_0 e^{-2\alpha x} \quad (5)$$

Az egységnyi hosszúságú tápvonalon disszipált hő (5) differenciálásával

$$H = -\frac{dP}{dx} = 2\alpha P \quad (6)$$



- Θ_1 = A belső vezető hőmérséklete
- Θ_2 = A külső vezető belső felületének hőmérséklete
- Θ_3 = A külső vezető külső felületének hőmérséklete
- Θ_k = A környezeti hőmérséklet

H301-MG1

1. ábra

A (6)-ban szereplő α csak a rézvesztésből ered. Felbontva a továbbiakban α_r -t a belső és külső vezető veszteségére írható

$$\alpha_r = \alpha_{r1} + \alpha_{r2} \quad (7)$$

A teljes rézvesztés okozta csillapítási tényező (5) alapján feltételezve, hogy mind a belső, mind a külső vezető vörösrézből készült

$$\alpha_r = \frac{4,15 \cdot 10^{-8}}{Z_0} \sqrt{f} \left(\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} \right) = \alpha_{r1} \left(1 + \frac{D_1}{D_2} \right) \left[\frac{N}{cm} \right] \quad (8)$$

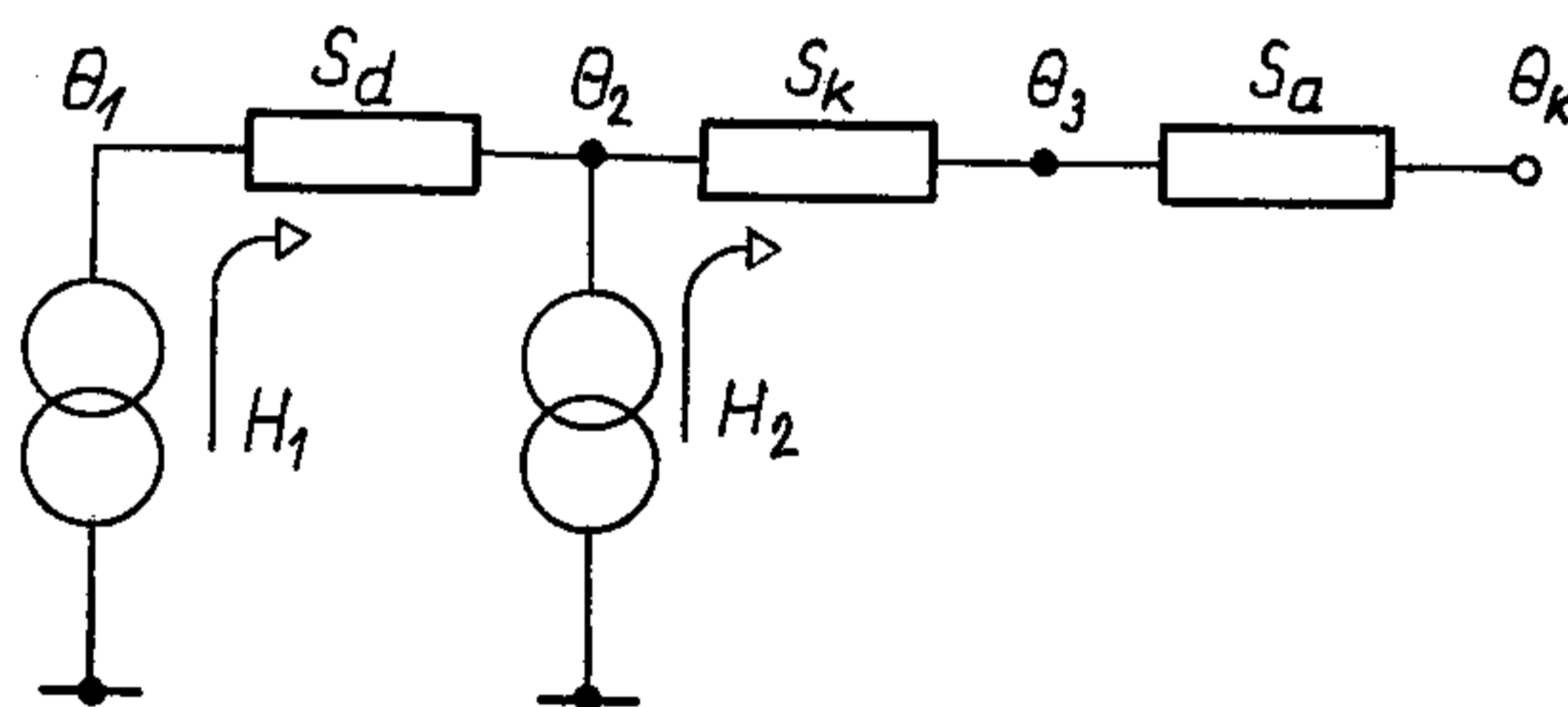
ahol f — a frekvencia Hz-ben,
 Z_0 — a tápvonal hullámellenállása ohmban,
 $D_1; D_2$ — a megfelelő átmérők cm-ben.

A H hőmennyiség is felbontható a belső és a külső vezetőben keletkező hőre

$$H = H_1 + H_2 \quad (9)$$

ahol $H_1 = 2\alpha_{r1}P$ és $H_2 = 2\alpha_{r2}P$

Az 1. ábrán szereplő tápvonalkeresztmetszetre a 2. ábrán látható helyettesítő kép adható meg (felté-



- S_d = A belső és külső vezető közötti hőellenállás
- S_k = A külső vezető hőellenállása
- S_a = A külső vezető és a környezet közötti hőellenállás

H301-MG2

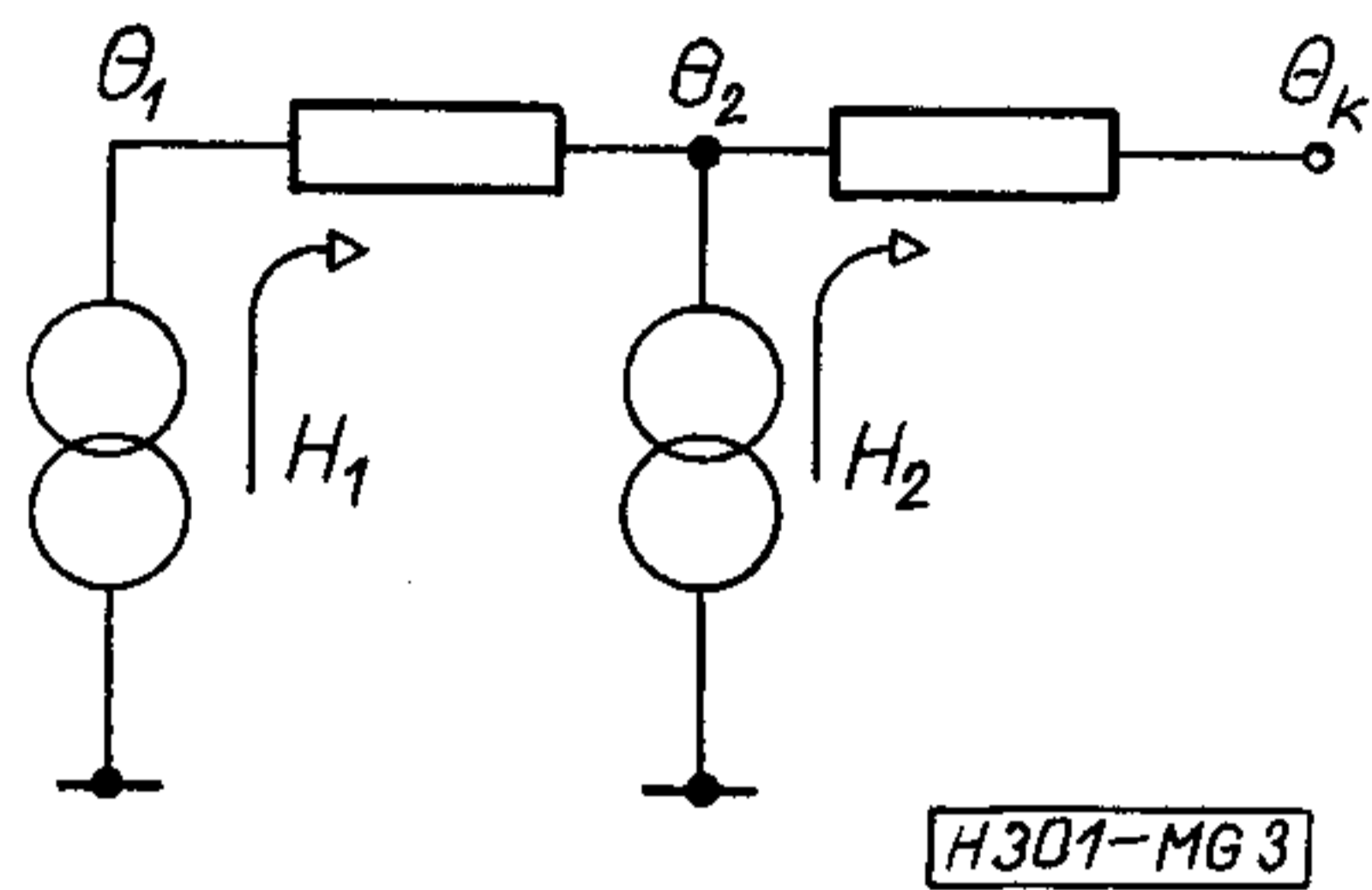
2. ábra

telezve, hogy a hő a legnagyobb hőmérsékletű Θ_1 helyről kifelé áramlik).

Feltételezzük, hogy a külső vezető vastagsága a külső átmérőhöz viszonyítva kicsi és figyelembe vesszük, hogy a vörösréz külső vezető hőellenállása a légdielektrikum és a külső vezető közötti hőellenálláshoz képest elhanyagolhatóan kicsi, azaz

$$S_k \ll S_d \text{ és } S_a; \quad \Theta_2 - \Theta_3 \cong 0 \quad (10)$$

Ekkor a 2. ábrán levő helyettesítő képben S_a rövidzárral helyettesíthető (3. ábra).



3. ábra

Alkalmazva a „hő-Ohm” törvényt a hőmérsékletkülönbségekre az alábbi egyenletek írhatók

$$\Theta_1 - \Theta_2 = H_1 S_d \quad (11)$$

$$\Theta_2 - \Theta_k = (H_1 + H_2) S_a \quad (12)$$

Figyelembe véve (9)-et, (11)-re és (12)-re a következő összefüggéseket kapjuk:

$$\Theta_1 - \Theta_2 = 2\alpha_{r1} P S_d \quad (13)$$

$$\Theta_2 - \Theta_k = H S_a = 2\alpha_r P S_a \quad (14)$$

A feladat belső vezető és a környezeti hőmérsékletkülönbség meghatározása, hiszen adott környezeti hőmérséklet esetén a belső vezető maximális hőmérséklete határozza meg a tápvonalon átvihető átlagteljesítmény maximális értékét. A (13) és (14) összeadásával kapjuk, hogy

$$\Theta_1 - \Theta_k = 2\alpha_{r1} P S_d + 2\alpha_r P S_a \quad (15)$$

Ha ismernénk az S_d és az S_a hőellenállásokat akkor $(\Theta_1 - \Theta_k)$ értékének előírásával (15) összefüggés alapján P értékét meghatározhatnánk. A számítás közvetlenül nem végezhető el, mivel S_d és S_a a hőmérsékletkülönbség nemlineáris függvényei, így P meghatározása a később bemutatott grafikus módszerrel fog történni.

A légdielektrikum hőellenállásának meghatározása

A belső és a külső vezető közötti hőátadás légdielektrikum esetén hővezetés, hőszugárzás és konvekció formájában történik. Összegezve a három hőátadási mód által létrejött hőáramokat, adott hőmérsékletkülönbség esetén az eredő hőellenállás számítható. Felhasználva a [3] szakirodalom által megadott egyenleteket:

A vezetéssel átadott hőmennyiség:

$$H_D = \frac{2\pi(\Theta_1 - \Theta_2)}{G_a \ln \frac{D_2}{D_1}} \left[\frac{\text{watt}}{\text{cm}} \right] \quad (16)$$

ahol G_a — a fajlagos hőellenállás (levegő esetén $G_a = 4100 \text{ cm}^\circ\text{C}/\text{watt}$).

A sugárzással átadott hőmennyiség

$$H_R = \frac{4\pi D_1 \sigma (273 + \Theta_2)^3 E_1 E_2 (\Theta_1 - \Theta_2)}{E_1 + E_2 - E_1 E_2} \left[\frac{\text{watt}}{\text{cm}} \right] \quad (17)$$

ahol σ — a Stefan–Boltzmann állandó

$$\sigma = 5,77 \cdot 10^{-12} \left[\frac{\text{watt}}{\text{cm}^2 (\text{°K})^4} \right]$$

$E_{1,2}$ — a külső és belső vezető emissziós tényezője vörösréz esetén, ha a felület nem oxidált [6]

$$E_{1,2} \cong 0,1.$$

A konvekcióval átadott hőmennyiség

$$H_C = K_C D_1^{3/4} (\Theta_1 - \Theta_2)^{5/4} \left[\frac{\text{watt}}{\text{cm}} \right] \quad (18)$$

ahol K_C — a konvekciós tényező.

Összegezve az egyes hőátadási módok által átadott hőt az eredő hőmennyiség

$$H_E = H_D + H_R + H_C \quad (19)$$

melynek ismeretében a légdielektrikum hőellenállása

$$S_d = \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{H_E} \left[\frac{\text{cm}^\circ\text{C}}{\text{watt}} \right]. \quad (20)$$

Az elvégzett számítások azt mutatták, hogy kis hullámellenállások esetén a hővezetés, közepes hullámellenállások esetén a hővezetés és a konvekció, nagy hullámellenállások esetén a konvekció határozza meg elsősorban S_d értékét [10].

A környezet és a külső vezető közötti hőellenállás meghatározása

A külső vezető által a környezetnek leadott hőmennyiség az alábbi empirikus összefüggéssel számítható [2], [3].

$$H_{\Theta_2} = \frac{A k}{l} (\Theta_2 - \Theta_k)^{5/4} \left[\frac{\text{Watt}}{\text{cm}} \right] \quad (21)$$

ahol A — a hőt leadó felület cm^2 -ben,

k — a hőátadásra jellemző állandó, mely a felület minőségének és a D_2 átmérőnek a függvénye,

l — a hőt leadó hengeres külső vezető hossza cm -ben.

Figyelembe véve, hogy $A = \pi D_2 l$ (21) a következő lesz

$$H_{\Theta_2} = \pi k D_2 (\Theta_2 - \Theta_k)^{5/4} \left[\frac{\text{watt}}{\text{cm}} \right] \quad (22)$$

A (22) kifejezés és a hőmérsékletkülönbség ismeretében S_a értéke meghatározható.

A maximálisan megengedhető átlagteljesítmény meghatározása

Mint már említettük S_d és S_a a hőmérséklet-különbség nemlineáris függvényei, így a maximális átlagteljesítményt (a nemlineáris elemeknél oly gyakran alkalmazott) grafikus módszerrel határozzuk meg.

Kifejezve (13) és (14)-ből P értékét, figyelembe véve (11) és (12)-t

$$P = \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{2\alpha_{r1} S_d} = \frac{H_1}{2\alpha_{r1}} \quad (23)$$

$$P = \frac{\Theta_2 - \Theta_k}{2\alpha_r S_a} = \frac{H}{2\alpha_r} \quad (24)$$

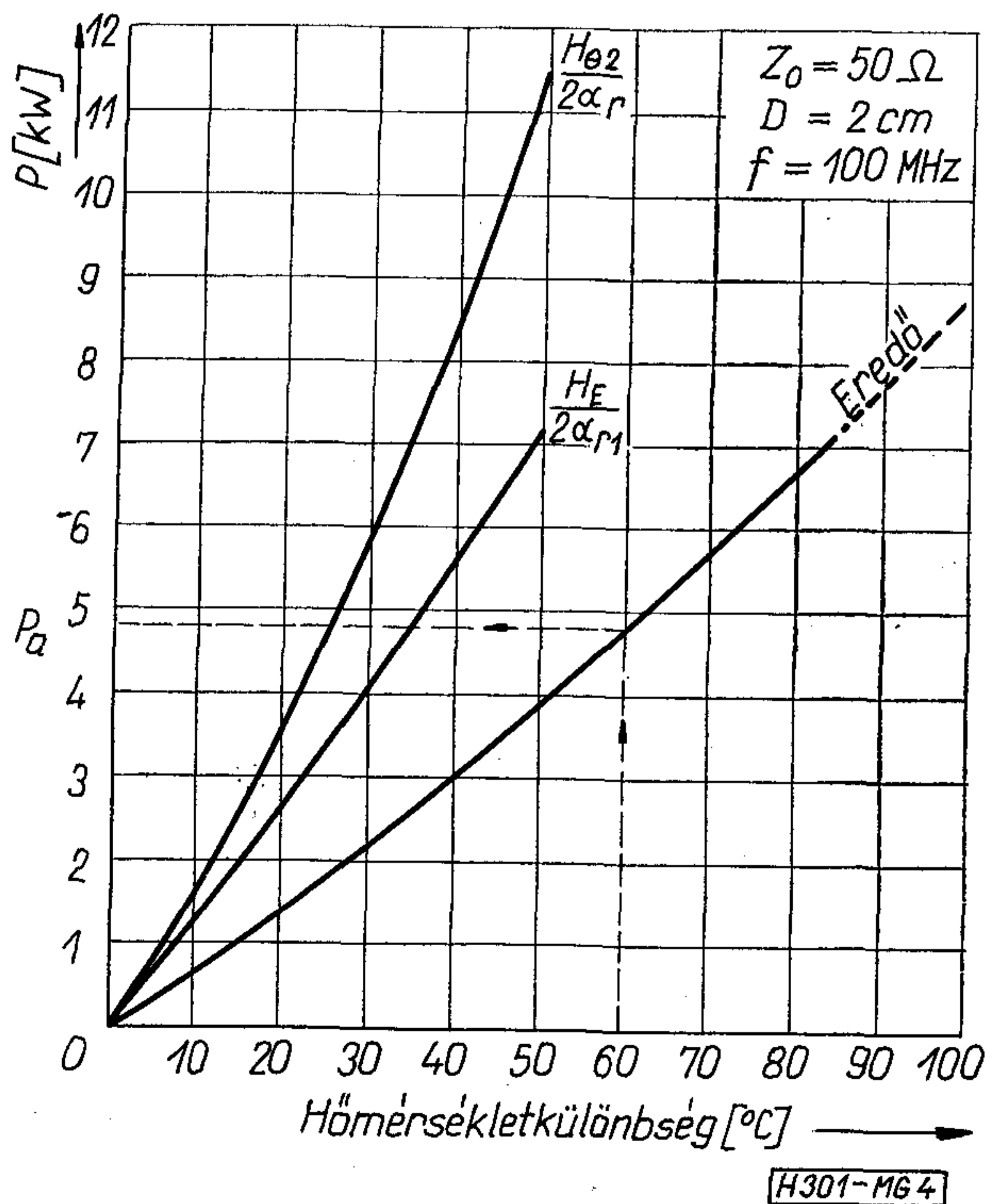
Ha (23)-ban H_1 -et H_E -vel, (24)-ben H -t H_{Θ_2} -vel helyettesítjük, P -t a hőmérséklet-különbségek függvényeként kapjuk

$$P = \frac{H_E}{2\alpha_{r1}} \quad (25)$$

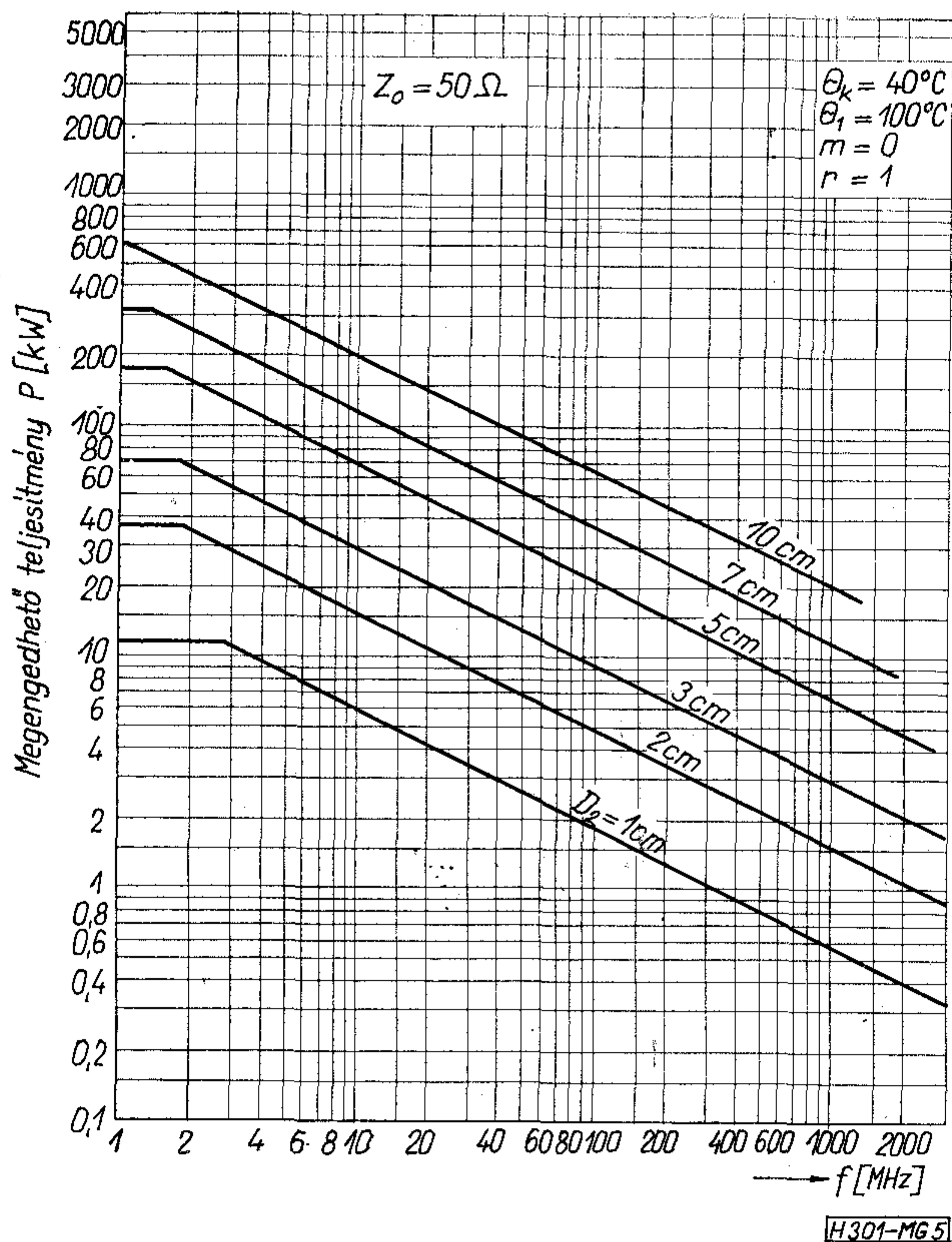
$$P = \frac{H_{\Theta_2}}{2\alpha_r} \quad (26)$$

A $H = H_{\Theta_2}$ fizikai jelentése, hogy állandósult állapotban a tápvonalban keletkezett összes hő a külső vezetőknek kell átadnia a környezetnek. Meghatározva a (25) és (26) összefüggések számszerű értékét adott hullámellenállás, külső átmérő és 100 MHz frekvencia esetén a hőmérséklet-különbség függvényében, a grafikus szerkesztés, azaz a „melegedési görbe” felvétele elvégezhető. Példaként $Z_0 = 50$ ohm, $f = 100$ MHz és $D_2 = 2$ cm esetén a szerkesztett görbét a 4. ábrán látjuk (az eredő szerkesztése az abszcissa értékek összeadásával történt).

Az eredő görbe a maximálisan megengedhető átlagteljesítményt mutatja $(\Theta_1 - \Theta_k)$ függvényében. $\Theta_k =$



4. ábra



5. ábra

$= 40$ °C környezeti és $\Theta_1 = 100$ °C belső vezető hőmérséklet esetén a hőfokkülönbség 60 °C, melyhez a 4. ábra alapján $4,85$ kW átlagteljesítmény tartozik. Nagyobb környezeti és változatlan belső vezető hőmérséklet esetén kisebb maximális átlagteljesítmény engedhető meg. Az $f = 100$ MHz-től eltérő f frekvencia esetén figyelembe véve a (8), (25) és (26) összefüggéseket

$$P_a = P_{a100} \sqrt{\frac{100}{f[\text{MHz}]}} \quad (27)$$

A (27) összefüggés csak olyan frekvenciákra érvényes, melyeknél a tápvonalon egy módus a TEM alpmódus terjed. Az első magasabb módus a TE_{11}^0 határhullámhossza [5] alapján

$$\lambda_h = \sqrt{\epsilon_r} \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) \quad (28)$$

Az átlagteljesítmény korlát értékét az előzőekben leírtak szerint 10 ohmtól 120 ohmig (10 ohmos lépésekben) különböző D_2 külső átmérők esetén meghatároztuk [10] $\Theta_k = 40$ °C környezeti és $\Theta_1 = 100$ °C belső vezető hőmérséklet esetén $f = 100$ MHz-en, feltételezve, hogy a vonalon haladó jel modulálatlan és a vonalon állóhullámok nincsenek, azaz $m = 0$ és $r = 1$.

Kimutatható, hogy m modulációs indexű AM-jel átlagteljesítménye [8] a vivőteljesítmények $\left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$ -szerese. A gyakorlatban a modulációs index változik (tv képjel esetén 12%-tól 100%-ig bármely értéket felvehet), de ez a változás gyorsabb a tápvonal

hőidőállandójánál, így a moduláció átlagértékével számolhatunk.

Az állóhullámok hatása a melegedésre igen bonyolult. Az áramcsomópontokban létrejött helyi melegedések miatt a tápvonalon longitudinális hőátadás is felléphet a működési frekvenciától függően. A problémát a [3] szakirodalom részletesen tárgyalja, melynek inkább csak elvi jelentősége van. A gyakorlatban előforduló állóhullámarány értékeknél megfelelő biztonsággal úgy végezhető el a méretezés, ha az átlagteljesítményt a tápvonalon fellépő állóhullámarány értékkel osztjuk

$$P'_a = \frac{P_a}{r} \quad (29)$$

Felhasználva a csúcsteljesítményre és az átlagteljesítményre kapott értékeket, valamint a (27) és a (28) összefüggést, a frekvencia függvényében ábrázolhatjuk a tápvonalon átvihető teljesítményt. Példaként egy ilyen ún. terhelhetőségi görbét mutat az 5. ábra, mely 50 ohm hullámmellenállású tápvonal esetén tünteti fel az átvihető teljesítményt. A görbék közül látszik bizonyos frekvenciahatárig a csúcsteljesítmény, majd e fölött az átlagteljesítmény szab korlátot az átvihető teljesítménynek. Az átlagteljesítmény korlátot csak olyan frekvenciákig ábrázoltuk, melyeknél a tápvonalon csak a TEM alpmódus terjed. Az 50 ohmtól

eltérő hullámmellenállású tápvonalakra a terhelhetőségi görbéket az [10] irodalomban találhatjuk meg.

A terhelhetőségi görbék alapján a teljesítményosztók terhelhetősége történő méretezése, mely a megfelelő D_2 külső átmérő meghatározását jelenti, elvégezhető.

I R O D A L O M

- [1] Walker: NAB Engineering Handbook pp. 2—189—2—196. Fifth Edition Mc Graw-Hill Book Company New York 1960.
- [2] Dummer, G. W. A., Blackband, V. T.: Wires and RF cables. Chapter 10, pp. 96—125, Pitman LTD London 1961.
- [3] Mildner, R. C.: The power rating of radio-frequency cables Trans. of the AIEE 1949 Volume 68 pp. 289—298.
- [4] Macalpine, William: Heating of Radio-Frequency Cables Trans. of the AIEE 1949 Volume 68 pp. 283—288.
- [5] Istvánffy E.: Tápvonalak, antennák hullámterjedése. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967. 1.4.4. és 1.4.5. fejezet.
- [6] Pattantyús: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1961.
- [7] Almássy Gy.: Híradástechnikai mechanikai szerkezetek. Egyetemi jegyzet J5—519.
- [8] Reference Data for Radio Engineers, fourth edition. New York 1959 Chapter 3. pp. 41—74.
- [9] Matthaei, Young, Jones: Microwave Impedance-Matching Networks and coupling structures. Mc Graw-Hill Book Company 1964 London pp. 168—173.
- [10] Matay Gábor: Teljesítményosztók terhelhetősége. Tématanulmány. Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék 1974.

EGYESÜLETI HÍREK

2. Quadrofónia Konferencia, Székesfehérvár

1974. december 4-én rendezték Székesfehérvárott a 2. Quadrofónia Konferenciát, amely az előző évi kezdeményezés alapján a HTE ottani helyi csoportjának rendszeres évi programjává vált. A konferencián a több száz főnyi résztvevő 6 előadást hallgatott végig.

A konferenciát Demeter Béla, a VIDEOTON vezérigazgató-helyettese, a HTE helyi csoportjának elnöke nyitotta meg. Ezután az alábbi előadások hangzottak el:

Szerdahelyi György (VIDEOTON): Quadrofónia a VIDEOTON-ban

Ujházy László (Magyar Rádió): A Magyar Rádióban végzett quadrofóniakísérletek

Lórodi Attila (VIDEOTON): SQ és QS koder-dekoder lánc fejlesztése

Antal László (VIDEOTON): Szubjektív meghallgatási kísérletek diszkrét és mátrioxolt rendszerekkel

Tófalvi Gyula (EMV): Quadrofónia adásrendszerek

Nagy Péter (BME): Idő- és frekvenciaosztásos rendszerek összehasonlítása

Juhász Gábor (MAFILM): Korrekciós mátrix kvadrofónikus adáshoz

Délután a résztvevők a METESZ Klubhelyiségében 6 csoportban hallgatták meg a szakmai bemutató műsorát, amelyben a Magyar Rádió hangjáték felvételei méltán vívta ki a hallgatóság elismerését.

A szakmai bemutatók második része alatt a quadrofóniában érdekelt résztvevők megbeszélésre jöttek össze a Városi Tanács Klubhelyiségében. Egyhangúan mondtak köszönetet a HTE-nek a kitűnő rendezésért és a bemutató magas technikai színvonaláért. Állást foglaltak a quadrofónia támogatása mellett, kezdetként annak mátrioxolt formájában, majd a technikai és anyagi lehetőségek függvényében a diszkrét megoldás bevezetésével.

A megbeszélés résztvevői elhatározták quadrofónia munkabizottság felállítását Székesfehérvár székhellyel. Demeter Bélának, a VIDEOTON vezérigazgató-helyettesének javaslatára a munkabizottság elnökének Antal Lászlót kérték fel, aki a megbízást elfogadta. A munkabizottság közvetlen feladatai közé tartozik a konferencia anyagának közzététele, a quadrofónia nyilvános adásához az előkészületek megtétele, adó- és vevőoldalon egyaránt, valamint a hazai illetékesek és a nagyközönség tájékoztatása a quadrofónia tényleges értékéről.

Foglalkozik majd a bizottság a Juhász Gábor-féle speciális 4—4—4 adás rendszerrel, mint a quadrofónia Magyarországon kidolgozott változatával.

A megbeszélésen elhangzottak alapján reálisnak látszik az, hogy a VIDEOTON quadrofon vevője SQ és QS mátrix beépítéssel 1975. februárra készen lesz. Ennek nyilvános bemutatása 1975. első felében lehetséges. Az adásrendszer kiválasztása után 1976 első felében látszik lehetségesnek diszkrét adás-vétel megvalósítása.

Végezetül az összes résztvevő köszönetet mondott a Magyar Rádióknak a quadrofónia terén végzett úttörő munkájáért, mely a kitűnő felvételek révén az érdeklődők széles körének figyelmét keltette fel és így igen nagy mértékben járult hozzá a konferencia sikeréhez. E szempontból különösen hasznos volt 1974. november 25-én a Magyar Rádió 1. stúdiójában tartott hazai quadrofonrendszer összehasonlító ösbemutató, ahol Magyarországon először hallhatták a fontosabb rendszerek közvetlen összehasonlítását.

A konferencia sikere megmutatta, hogy néhány ember lelkes munkája, sok ember érdeklődését fel tudja kelteni és nem kevesek segítségére szolgál az emberi szellem alkotásainak jobb megértésében.

Antal László
Videoton

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.395.38:681.327.8

Kádár Á.:

Adatátviteli hálózattal szemben támasztott funkcionális követelmények

HÍRADÁSTECHNIKA XXVI. (1975) 2. sz.

A cikk az igénybevevők által támasztott követelményekből kiindulva meghatározza azokat a követelményeket, amelyeket a távközlő-hálózatnak ki kell elégítenie, majd az igények kielégítéséhez szükséges kapcsolási folyamat ábráját mutatja be. A folyamatábra összefoglalja mindazon tevékenységeket, amelyeket részben vagy egészében le kell folytatni a hívó és a hívott előfizető közötti kapcsolat létrehozásához.

ETO 621.372.5

Dr. Bolgárfalvi K.:

Irracionális távvezeték-hálózatok

HÍRADÁSTECHNIKA XXVI. (1975) 2. sz.

A szerző a cikk első részében az irracionális távvezeték-hálózatok analízisét tárgyalja. Az alapfogalmak ismertetése után a hálózatok elemek, módusanalízisek, topológiai megfontolások következnek. A második rész az irracionális hálózatok szintézisét foglalja magában. A realizálhatósági megfontolások kapcsán a racionális hálózatmátrix irracionális hálózatelemekkel való magvalósítását vizsgálja. Végül a normál veszteségmentes kétkapu szintézise következik.

ETO 621.385.833. 621.382.004.64

Kalmár G.:

Félvezetőszerkezetek vizsgálata és hibaanalízise pásztázó (scanning) elektronmikroszkóppal

HÍRADÁSTECHNIKA XXVI. (1975) 2. sz.

A szerző röviden ismerteti a Pásztázó (scanning) Elektron Mikroszkóp (PEM) működési elvét, majd felvételekkel szemlélteti a szekunder elektronokkal alkotott domborzati kép alkalmazását a félvezetők hibaanalízisének területén. Tájékoztatást nyújt a diffúziós és oxidhibák, az Au-Al termokompressziós kötések és a fémzés jellegzetes meghibásodásainak területéről.

ETO 621.316.72.016.34:621.372.8

Mátay G.:

Koaxiális teljesítményosztók terhelhetőségi kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XXVI. (1975) 2. sz.

A szerző a témával kapcsolatban az alábbi szempontokat veszi figyelembe: a csúcsteljesítmény korlát meghatározása, a környezet és a külső vezető közötti hőellenállás meghatározása, a maximálisan megengedhető átlagteljesítmény meghatározása.

Zusammenfassungen

DK 621.395.38:681.327.8

Kádár, Á.:

Funktionelle Forderungen für Datenübertragungs-Netzwerke

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) Nr. 2.

In dem Aufsatz werden auf Grund der von den Gebrauchern aufgestellten Ansprüche, jene Forderungen bestimmt, welche die Fernsprechnetzwerke befriedigen müssen. Ferner wird das Schaltprozess-Schema, welches zur Befriedigung der Forderungen nötig ist, dargestellt. In dem Schaltprozess-Schema werden alle Tätigkeiten zusammengefasst, welche teilweise oder völlig ausgeführt werden müssen, um eine Verbindung zwischen dem Rufer- und dem gerufenen Abonnenten aufzubauen.

Обобщения

DK 621.395.38:681.327.8

Кадар, А.:

Функциональные требования, предъявленные к сетям передачи данных

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVI. (1975) № 2

Статья — исходя из требований, предъявленных потребителями — определяет требования, которые должны быть удовлетворены сетями связи, а также показывает график процесса соединения для удовлетворения потребностей. График процесса изображает все деятельности частично или полностью необходимые для установления связи между вызывающим и вызванным абонентами.

DK 621.372.5

Д-р Болгарфалви, К.:

Иррациональные сети связи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVI. (1975) № 2

Автор в первой части статьи анализирует иррациональные сети. После изложения основных понятий следуют дискуссия элементов сети, анализ мод и топологические рассуждения. Во второй части находится синтез иррациональных схем. В ходе рассмотрений по возможности реализации излагается рациональная матрица сети с иррациональными элементами сети. Наконец следует синтез нормального четырехполюсника без потерь.

DK 621.385.833 .621.382.004.64

Калмар, Г.:

Испытание и анализ повреждений электронным микроскопом развертывающего типа

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVI. (1975) № 2

Автор кратко излагает принцип работы электронного микроскопа развертывающего типа, а потом иллюстрирует фотоснимками применение топологического изображения созданного вторичными электронами в области анализа повреждений полупроводниковых приборов. Дается информация по повреждениям диффузии и окисления, термосжатия Au-Al- и металлизации.

DK 621.316.72.016.34:621.372.8

Матаи, Г.:

Вопросы способности нагрузки делителей мощности

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVI. (1975) № 2

Автор рассматривает следующие точки зрения связанные с темой: определение предела пиковой мощности, определение термосопротивления между окружением и наружного проводника, определение допустимой средней мощности.

Summaires

UDC 621.395.38:681.327.8

Kádár, Á.:

Functional Requirements of Data Transmission Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) No. 2.

On the basis of the users' demands those requirements are defined, which have to be met by the telecommunication networks. Further the flow chart of switching procedures necessary to meet the requirements, is presented. In the flow chart all activities which are partially or entirely necessary to establish the connection between calling and called subscriber are summarized.

DK 621.372.5

Dr. Bolgárfalvi, K.:

Irrationale Fernleitungsnetzwerke

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) Nr 2

In dem ersten Teil des Aufsatzes wird die Analyse des irrationalen Fernleitungsnetzwerkes diskutiert. Nach der Erörterung der Grundbegriffe folgen die Netzwerkelemente, die Modus-Analyse und topologische Überlegungen. Der zweite Teil enthält die Synthese der irrationalen Netzwerke. In Verbindung mit den Überlegungen der Realisierbarkeit wird die Ausführung des rationalen Netzmatrixes mit irrationalen Netzelementen untersucht. Zuletzt folgt die Synthese des normalen verlustfreien Vierpoles.

DK 621.385.833:621.382.004.64

Kalmár, G.:

Die Prüfung und Fehleranalyse der Halbleiterbauelemente mit Scanning Elektronenmikroskop

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) Nr. 2.

Kurz wird das Funktions-Prinzip von Scanning Elektronenmikroskop dargelegt, dann — mit reichlichen Photomaterial — wird „die Anwendung des topographischen, mit sekundären Elektronen gebildeten Aufnahmen, bei der Fehleranalyse von Halbleitern, veranschaulicht. Der Aufsatz informiert über die Diffusions- und Oxidations-Fehler und über die charakteristischen Ausfälle der Au-Al Thermodruckbindungen und der Metallisierung.

DK 621.316.72.016.34:621.372.8

Mátay, G.:

Belastbarkeitsprobleme von koaxialen Leistungsverteilern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) Nr. 2.

Bezüglich des Themas nimmt der Verfasser die folgenden Schaupunkte in Acht: Bestimmung der Beschränkung der Spitzenleistung, des Wärmewiderstandes zwischen Umgebung und Aussenleiter, ferner die Bestimmung der maximal zulässigen Durchschnittsleistung.

CDU 621.395.38:681.327.8

Kádár, Á.:

Exigences fonctionnelles pour un réseau de transmission des données

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) N° 2.

L'article, partant des exigences des demandes des preneurs, détermine les exigences à satisfaire par le réseau de télécommunication, ensuite le diagramme des connexions nécessaires pour ce but est présenté. Le diagramme comprend toutes les activités, à achever en partie ou entièrement, pour établir la connexion entre l'abonné demandeur et l'abonné appelé.

CDU 621.372.5

Dr. Bolgárfalvi, K.:

Réseaux de télécommunication irrationnels

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) No 2

L'auteur, dans la première partie de l'article, analyse les réseaux de télécommunication irrationnels. Après la discussion des concepts fondamentaux suivent l'exposition des éléments de réseau, analyse des modes et considérations topologiques. La deuxième partie comprend la synthèse des réseaux irrationnels. Au cours des considérations de réalisation le cas d'une matrice de réseau rationnelle avec éléments irrationnels est examiné.

UDC 621.372.5

Dr. Bolgárfalvi, K.:

Irrational Telecommunication Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) No 2

In the first part of the paper the analysis of irrational telecommunication networks is discussed. After presenting the basic terms, network elements, mode-analysis and topological considerations follow. The second part comprises the synthesis of irrational networks. In connection with the considerations of realisability the realisation of rational network matrix with irrational network elements is examined. Finally the synthesis of normal loss-free two-ports is described.

UDC 621.385.833:621.382.004.64

Kalmár, G.:

Testing and Failure Analysis of Semiconductors with Scanning Electron Microscope

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) No. 2.

In this monograph, the operating principle of a scanning electron microscope is briefly reviewed, then by means of some photographs the applications of topographical picture formed by secondary electrons, in the failure analysis of semiconductors is demonstrated. The study gives some information on faults of diffusion and oxidation, as well as on typical failures of Au-Al thermocompression bonds and metallisation.

UDC 621.316.72.016.34:621.372.8

Mátay, G.:

Problems Concerning the Load Conditions of Power Dividers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) No. 2.

In connection with the subject the following points of view were taken into account by the author: determination of the limit of peak power, of the heat resistance between environment and outer conductor and of the maximum permissible average power.

Résumés

CDU 621.385.833:621.382.004.64

Kalmár, G.:

Essai et analyse des défaillances des dispositifs semiconducteurs par microscope électronique à balayage

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) N° 2.

L'auteur expose brièvement le principe de fonctionnement du microscope électronique à balayage et ensuite illustre l'application d'un image topologique, formé par électrons secondaires, dans le domaine de l'analyse des défaillances des semiconducteurs. Il donne des informations en ce qui concerne les défauts de diffusion et oxydation, des joints à thermocompression Au-Al et des défauts caractéristiques de métallisation.

CDU 621.316.72.016.34:621.372.8

Mátay, G.:

Questions de chargement des diviseurs de puissance coaxiaux

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVI. (1975) N° 2.

L'auteur prend en considération les points de vue suivants concernant le thème: détermination de la limite de la puissance crête, détermination de la résistance thermique entre l'ambiance et le conducteur extérieur, détermination de la puissance moyenne admissible.

