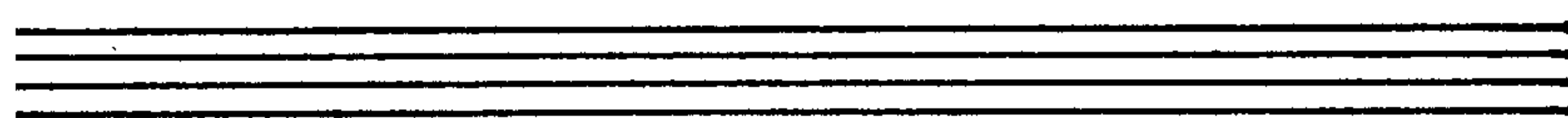


HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

4

HÍRADÁS- TECHNIKA

1977. április, XXVIII. évfolyam, 4. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

HALÁSZ MIKLÓS: A szénhidrogénipar hírközlő hálózata	97
PETRIKOVITS LÁSZLÓ—GÖBLÖS IMRE: Vastagréteg modell áramkörök segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok	101
BALOGH ALBERT—BOCSKAY ISTVÁN: Elektronikai alkatrészek megbízhatósági jellemzőinek előírása	110
HONI GÉZA—SZENTIRMAI ZSOLT: Matematikai modell az ismételt híváskísérletek hatásának közelítő számítására	117
ANTAL LÁSZLÓ: A kvadrofónia Lengyelországban és Magyarországon	125
Szemle	109, 116, 126
A HTE felhívása az alkatrész konferenciával kapcsolatban	127
Обобщения	127
Zusammenfassungen	128
Summaries	128
Résumés	B/III

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL, DR FLESCH ISTVÁN, MAY PÉTER, MÉREY IMRÉNÉ. — Szerkesztőségi és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ.
Telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 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.



Készült az Egyetemi Nyomda fennállásának 400. évében

77.1166 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

Index: 25 375

HÍRADÁS- TECHNIKA

HALÁSZ MIKLÓS

Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt

A szénhidrogénipar hírközlő-hálózata

ETO 621.395.741:86 5.6/7

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, a hozzá tartozó üzemek és vállalatok irányítására, a technológiai folyamatok kiszolgálására, valamint az üzembiztonsági követelmények kielégítésére összefüggő, saját kezelésű hírközlő-hálózatot hozott létre.

A rendszer kialakulása

A magyar kőolajkutatás és a feltárás kezdetén, a 40-es években, Dunántúlon már saját légvezetékes összeköttetések épültek. A felszabadulás után a magyar kőolajipar termelésének megkezdésével egyidejűleg továbbra is ezek a légvezetékes összeköttetések üzemeltek, illetve épültek (Nagykanizsa—Budapest, Kápolnásnyék—Szőny), és a Barátság I. olajvezeték, valamint a román gázvezeték építésével is a légvezetékes vonalak kerültek alkalmazásra.

A hazai földgázvagyon feltárásával és a kőolajkutatás növekedésével előtérbe került a megnövekedett hírközlési igények kielégítése. 1960-ban a földgázprogram megvalósítása megkezdődött, ennek alapján hozott a GB határozatot, hogy a gyorsan fejlődő iparág hírközlési igényét önálló rendszerrel kell megoldani.

A GB határozatot megelőzően sok vita volt az igények kielégítését illetően;

- a postai hírközlő rendszeren alapuló,
- független önálló rendszerként, vagy
- a postai és az önálló rendszer kombinációjaként legyen a hírközlési igény kielégítve.

A gázprogram elsősorban a feltárt termelőmezők beállítására és innen az energia csővezetéken való továbbítására irányult, így ezek a létesítmények a geológiai előfordulás függvényeként, a lakott területektől távol épültek meg, és nem követték a postai hálózathoz megszokott közigazgatási tagozódást. Célszerűnek látszott azonban olyan hálózatot létesíteni, amely figyelembe veszi a postai fejlesztési igényeket is.

A szénhidrogénipari beruházások megvalósítása gyors ütemben létrehozta a postától független hírközlőrendszert.

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy csak saját elhatározás alapján épült a rendszer, mert már kezdetkor és ma is a népgazdasági érdekek figyelembevételével a szénhidrogénipari beruházásban esetenként költségmegosztással más igények is kielégítésre kerülnek a megfelelő postaszervekkel való tisztázás után.

Kezdetben igen sok jogi megkötöttség és értelmezési zavar volt az elavult postatörvény következtében, az 1964. évi II. törvény a postáról és a távközlésről azonban már tartalmazott olyan kitételt, hogy a közlekedés- és postaügyi miniszter, a minisztertanács által meghatározott esetekben, a távközlési tevékenység ellátására másnak is adhat engedélyt, valamint a törvény végrehajtási utasítása még külön foglalkozott azzal, hogy a postai hálózattal össze nem függő távközlési berendezés létesítéséhez és üzemben tartásához, amelyet a közlekedés- és postaügyi miniszter és a nehézipari miniszter együttesen a kőolajvezeték vagy földgázvezeték tartozékának minősít, nem szükséges a közlekedés- és postaügyi miniszter engedélye.

Hosszas tárgyalássorozat után, a tartozék meghatározása tárgyában 1970-ben kiadásra került a 10/1970. KPM—NIM együttes utasítás, valamint ennek végrehajtására a Posta—OKGT közötti Általános Létesítési és Üzemviteli Megállapodás, amely a kőolaj- és gázipar távközlési rendszerének létesítési és üzemviteli feltételeit szabályozza.

A rendszer létesítésekor alapvető szempont volt az ország egységes távközlési rendszerébe való illeszthetőség, ami a nemzetközi és hazai előírások betartását jelenti.

A rendszer szükségessége

A magyar szénhidrogénipar annak ellenére, hogy szétágazó szakmákból és szervekből áll, mégis olyan egységnek tekinthető, amelyben a kutatástól kezdve egészen a termékek előállításáig mindent az OKGT és vállalatai önmaguk végeznek.

Ilyen összetett tevékenységhez még igen sok kiegészítő feladatot is el kell látni. Ezért a beruházások létesítéséhez szükséges tervezést, egyes szerelvény- és gépgyártást, laboratóriumi vizsgálatokat és kivitelezést szintén az OKGT arra hivatott vállalatai végzik. Az iparág nagy része veszélyes üzemnek minősül a fokozott tűz- és robbanásveszély miatt, így az élet- és vagyonbiztonság olyan biztonsági követelmények kielégítését jelenti, amit sok esetben csak speciális eszközökkel lehet megoldani. Ezenkívül az iparági technológia és az energiaszolgáltatás folyamata nagyfokú műszerezettséget és szabályozástechnikai alkalmazást igényel, ami nagy mennyiségű információ átvitelét teszi szükségessé.

Egyes, operatív feladattal megbízott dolgozók azonnali elérése sorsdöntő lehet, kivételes esetben a lakásukat távbeszélő segítségével — ritkán rádiótelefonnal — bekötjük az iparági hálózatba, azonban az ilyen igény jogosságát nagyon körültekintően kell kezelni, mivel nem célunk az iparági rendszer ilyen irányú kiterjesztése.

Ezek előrebocsátásával a megbízható és gyors hírközlési igény elsősorban technológiai és üzembiztonsági oldalról jelentkezett. Az üzembiztonsági követelmények szigorúságát mutatja, hogy pl. a nagy nyomású csőtávvezeték üzemeltetését, ha valamilyen oknál fogva a távközlési kapcsolat két óránál hosszabb ideig szünetel, le kell állítani, amelynek kihatásai egyes közvetlen nagyfogyasztóknál vagy kapcsolódó üzemrésznél súlyosak lehetnek. A kétórás követelményt olyan körülmények között kell teljesíteni, hogy egyes fenntartási egységek hatáskörzete a 100 km-t is meghaladja.

A technológia általában folyamatszabályozási és mérési rendszerekre épül, ezek távközlési igényét is biztosítani kell.

Az egységes irányítás megköveteli, hogy a távközlési rendszert, a gazdasági és műszaki adottságokat figyelembe véve, az OKGT egészére terjesszük ki. Sok vitát szült és ma is sok vitának forrása, hogy az ún. „igazgatási” áramkör alapvetően szükséges-e az iparággal szemben támasztott követelmények zavartalan teljesítéséhez. Az ilyen elkülönülő meghatározás ellen tiltakozni kell, mert nem lehet szervesen elválasztani a technológiai kiszolgálást és az üzembiztonsági követelmények teljesítését az igazgatási feladatoktól. Ezt egy példával lehet megvilágítani: nagyobb üzemkiesés esetén a tröszt vállalatainak egy részét percekben belül kell utasítani a speciális eszközök, személyi állomány mozgósítására, ill. átcsoportosítására, beleértve olyan apparátus mozgását is, amely természetesen nem lehet az üzemzavar helyén.

A normális üzemmenet biztosításához a helytelenül elnevezett „igazgatási” áramkörök tulajdonképpen nem igazgatási, hanem üzemi diszpécserfeladatokat látnak el, és az energiaszolgáltatás zavartalan-sága, a kimaradás elkerülése minden OKGT szerv és vállalat, várakozás nélküli és megbízható információcseréjével érhető el.

Így a kőolaj- és gázipar távközlési rendszere szétválasztás és kategorizálás nélkül az üzembiztonsági, technológiai és üzemirányítási feladatok teljesítését segíti elő, a távközlő rendszer közvetett módon kihat

a kutatási, termelési eredményekre, az egész szénhidrogénipar hatékonyságára, az energia-ellátás és -szolgáltatás színvonalára.

A rendszer felépítése

Minden létesítés előtt megvizsgáljuk a minimális hírközlési igényt, valamint az igény postai kielégítésének lehetőségét, illetve azt, hogy az adott viszonylatban vannak-e olyan postai igények, amelyek együttes létesítéssel megoldhatók. A postai egyeztetés alapja és kiindulópontja a tervezői egyeztető eljárás (közigazgatási bejárás). Ezenkívül a létesítésnél a minimális igényeken túlmenően megvizsgáljuk a biztonsági szempontok betartását, pl. robbanásbiztos berendezések szükségességét, a megfelelő telepítési távolságokat stb. és hogy milyen hírközlési igényeket kell az egész rendszernek kielégítenie. Ezt követi a tervezés és kivitelezés, amelyet az iparág általában saját maga végez a megfelelő vállalatnál kialakított szervezetben.

Az elkészült létesítmény átadás — átvételekor külön bányahatósági használatbavételi engedélyezést is kérni kell. Itt ellenőrzik, hogy a kivitelezést a létesítési engedélyben foglaltak szerint végezték-e el.

A szolgáltatási tevékenységet az egyik vállalathoz tartozó illetékes területi hírközlési üzemek végzik, tehát a rendszer létesítése és irányítása koncentrált, az üzemvitel decentralizáltan a területi egységek feladata (természetesen az üzemvitel irányítása is egységes).

A hírközlőrendszer kialakításakor már el kellett vetni a légvezetékes megoldást, annak megbízhatatlansága, korszerűtlensége és nagy karbantartási igénye miatt.

A vezetékek nélküli többcsatornás eszközök igénybevétele megnehezítette, hogy egyes gerincirányokon a leágazások kialakítását rádió-összeköttetésekkel nem lehetett rugalmasan, a frekvenciaterv megváltoztatása nélkül, tetszőleges helyen végrehajtani, így általában a gerincirányokon rendszerünknel a vezetékes kábeles megoldás került előtérbe.

A kábelrendszer az összes jelentősebb szénhidrogénipari objektumot átfogja. Ezenkívül nagy számban használunk rádiótelefonokat a kutatási, feltérési, építési, valamint a hibaelhárítási mozgószolgálat vagy az ideiglenes telepítések hírközlési igényének kielégítésére.

Kezdetben a kábeles megoldás kizárólag hangfrekvenciás üzemmódra, távolsági viszonylatban közepes és nehéz terhelésű, DM sodrású négyeseken alapult, a növekvő igények miatt azonban a gerincirányokon ugyanezen hangfrekvenciás típusú kábelek terheletlen érpárjain 12 csatornás vivőfrekvenciás rendszereket is üzemeltetünk, amelyek használata egyre inkább elterjed.

A kis számú kiszolgáló személyzet és a nagyfokú megbízhatósági követelmény miatt már kezdetben a felügyelet nélküli üzemet tekintettük alapelvnek, így a közbenső átviteltechnikai berendezések állomásai személyzet nélküliek.

A gerinckábelek ólomköpenyű, papírszigetelésű rézerű, páncélozott típusok, a korrózió elleni védel-

met a csővezetékekkel együtt ún. katódos védelemmel biztosítjuk, a kábelköpeny a csővezetékekkel ellenálláson keresztül, vagy közvetlenül fémes kapcsolatban van. Emiatt alumínium köpenyű kábeleket nem lehet alkalmazni, mert az alumínium természetes potenciálja nem tenné lehetővé a távvezetékek katódvédelmi ellátását. Nyomás alatti rendszereket nem használunk, a korróziós meghibásodás elenyésző, a legtöbb hibát erőszakos rongálás okozza felelőtlen és előkészítetlen építések következtében.

Műanyag szigetelésű távkábelek rendszerünkbe még nem terjedtek el, de bevezetésükkel foglalkozunk.

A rendszernél nem lehet egyértelműen meghatározni a hálózati szerkezetet, mert azt alapvetően a felhasználás módja határozza meg. Így pl. a járőr-jelentkező-szolgálat felfűzött vonalas rendszerben van kialakítva, a járőr a saját felügyeleti körzetéhez hordozható készülékekkel csatlakozik a 6–8 km távolságokon létesített kivitelezési helyekről. Járőr-jelentkezőhely van minden technológiai létesítménynél és fontosabb műtárgynál. A járőrkészülék a vonalat csak a csatlakoztatás idején terheli.

Ugyancsak felfűzött rendszernek tekinthető a diszpécserhálózat is. A diszpécserrendszer négyhuzalos, szelektív hívású, egy áramkörön a fennálló beszélgetéseket a vezető diszpécser irányítja, azonban sürgősség esetén bármelyik állomás meg tudja szakítani a fennálló beszélgetéseket. A diszpécserrendszer sugaras és vonalas, illetve ezek kombinációja, attól függően, hogy helyi vagy nagy távolságú rendszerben üzemel.

A távmérő, -jelző és -vezérlő áramkörök megkülönböztetett négyhuzalos kábelpáron működnek a hangfrekvenciás sávon belül, VT táviró csatorna kiosztással. Ezek az áramkörök a technológiai állomások helyéhez és szükségletéhez alkalmazkodnak, rendszerük azt követi. Általános alapelv az, hogy a mérő-irányító rendszerek és a diszpécserrendszerek vezetési pontjai azonos helyeken legyenek. Ezek a vezetési pontok gyakran a fenntartási góccal is egybeesnek.

A távolsági távbeszélő-hálózat jelenleg hurkolt rendszer, a távhívás bevezetésével azonban a távolsági áramköröket fokozatosan koncentráljuk és csillaghálózattá alakítjuk, elsősorban az alsó hálózati síkban. A haránt összeköttetések a felső hálózati síkban kerülnek kialakításra, így ez a sík lényegében hurkolt rendszerű marad.

Az alkalmazott berendezéseknél és eszközöknél messzemenően figyelembe vesszük a hazai vagy szocialista beszerezhetőségeket. A már említett távkábelek a Magyar Kábel Művek gyártmányai, a kábel-szerelvények részben hazaiak vagy szocialista import, az átviteltechnikai hangfrekvenciás és vivőfrekvenciás berendezések Elektromechanikai Vállalat (EMV), ill. Telefongyár (TRT) gyártmányok. A hangfrekvenciás egyetemes erősítő berendezések kifejlesztését mi szorgalmaztuk, jelenleg integrált áramkörös kivitel készül. Rendszerünkben alkalmazzuk az impulzus kódmodulációs átvitelt is, helyi rendszerben vagy ott, ahol esetleg vezeték nélküli mikrohullámú átvitelre lehet számítani.

A nagytávolságú és helyi diszpécser-berendezéseket speciális igényeink szerint szintén az EMV fej-

lesztette ki. Ezek a berendezések gyakorlatilag távolság függetlenül bármilyen diszpécser-szolgáltatási igényt kielégítenek, lehetőség van mindenféle alá-, fölé- és mellérendelt hálózattal való együttműködésre.

A helyi távbeszélő-kapcsolók Beloiannis Híradástechnikai Gyár (BHG) gyártmányú CA alközpontok. A távolsági berendezések régebben gyártott TRT, és újabban beszerzett bolgár CB/LB vertikális kapcsolók, ezekhez az automata kapcsolók összekötő vonalakkal csatlakoznak. Az asztali távbeszélő-készülékek hazaiak, a külszíniek lengyel, a külszíni robbanásbiztos készülék Siemens gyártmányú (mert csak ennek van megfelelő bizonylata).

URH rendszerünk a Budapesti Rádiótechnikai Gyár (BRG) gyártmányain alapszik, azonban egyes speciális igények kielégítésére, mint pl. robbanásveszélyes környezetben Pye és Stornó berendezéseket alkalmazunk. A Stornó, automatikus indítású, kezelést nem igényel. A szeizmikus mérőkocsik tartozékként amerikai Motorola-készülékeket használunk.

A felhasznált frekvenciasáv a 160 MHz-es tartomány, amelyben 6 duplex, 2 szimplex csatorna van a birtokunkban. Természetesen ezt a rendszert kiegészíti a 27 MHz-es kézi rádiótelefon is, ezeket nem frekvenciált helyeken alkalmazzuk. A 450 MHz-es sávban használt készülékek a robbanásveszélyes helyeken üzemelnek, szimplex rendszerben.

A rádiótelefon-hálózat vezető állomásai távbeszélő központjainkhoz csatlakoznak. Ezt feltétlenül így kellett kialakítanunk, hogy ideiglenes munkahelyeink pl. a fúrások, gyors kapcsolatot tudjanak teremteni.

A kivitelezéshez és üzemvitelhez alkalmazott eszközeink és műszereink beszerzésénél ugyancsak a hazai forrásokat tekintjük alapvetőnek, azonban rendelkezünk nyugati, speciális mérőműszerekkel is.

A kábelrendszerhez csatlakoznak bérelt postai áramkörök is, és a hálózat egyes pontjai postai erősítőállomásokhoz is bevezetésre kerültek egymás kiegészítésére, meghatározott számú áramkörrel.

Ezeket az átkötéseket a jövőben még fokozottabban ki kell építeni és általánossá kell tenni. Itt nem annyira műszaki, mint gazdasági problémák vannak, azaz hogy ezen alátámasztásokat kinek a költségére építsék ki. Célszerűnek látszik ezt az egész országos rendszerre kiterjedten különállóan megoldani, de előtte tisztázni kell az esetenkénti átkapcsolások kérésének és megvalósításának módját, mert az átkötéseknek csak akkor van értelmük, ha adott esetben az áramkörök késedelem nélkül igénybe is vehetők.

Hálózatunkban táviratozásra a postai szolgáltatást vesszük igénybe, de speciális felhasználásra van egy korlátozott számú önálló telexrendszerünk diszpécser és zavarelhárítás, valamint egyes körzetek speciális adatátviteli igényei részére.

Hálózatunkat igénybe kívánjuk venni saját adatátviteli céljaink megvalósítására, jelenleg kidolgozás alatt állnak az adatátviteli követelmények. Már most látható, hogy egyes eseteket eltekintve, az 1200 bit/s jelátviteli sebességet nem kell túllépnünk.

A nemzetközi energiaszolgáltatási együttműködés

következtében rendszerünkön külföldi távbeszélő- és távíró-összeköttetések is üzemelnek, illetve ilyen telemechanikai áramkörök létesülnek.

A rendszer jelenlegi helyzete és fejlesztésének irányelvei

Az új távkábeles létesítmények megépítésével a légvezetékes gerincirányok is kiváltásra kerültek, a légvezetékes összeköttetések száma ma már nem jelentős, a még meglevőket ebben az ötéves tervben megszüntetjük.

Távközlőrendszerünk ugyanazokkal a bajokkal küzd, mint más hasonló kiterjedt rendszerek. Nem kielégítő a szakember-ellátottság, a képzés és továbbképzés, nem megfelelőek a dolgozók szociális körülményei. Az anyag- és berendezés-beszerzések, a kapcsolódó létesítmények (épület) nagy átfutási ideje miatt az egyes beruházások határidőre történő teljesítésében lemaradások vannak.

Tervezőink, ha feszítetten is, de biztosítani tudják a kivitelezők terv-ellátottságát.

A távkábelépítésnél a gépesítés következtében problémák nincsenek, azonban nehézségek mutatkoznak ott, ahol kézi építésre van szükség vagy helyi hálózatot kell építeni. Kritikus a helyzet főképpen a kábelszerelési és kiegyenlítési kapacitást illetően.

A helyi hálózatokban nagyrészt felszámolták a manuális kapcsolórendszert, így a helyi hálózatok automatizáltsága 95%-os.

A berendezés-szerelést részben magunk végezzük, részben a gyártókkal végeztetjük. Az együttműködésben nehézséget jelent a gyártók szerelési feltételeinek betartása a munkaterületre vonatkozóan, amit túl szigorúnak és merevnek tartunk.

A szolgáltatás színvonala kielégítő, de ezen a területen is van mit tenni a kifogástalan üzemvitelhez. Készülékeink javítását saját magunk végezzük, a kisebb javításokat a területi üzemeknél, a nagyobbakat központilag, ami vonatkozik a rádiótelefonok hitelesítésére is.

A hírközlés mind ez ideig biztosította a kőolaj- és gázipari létesítmények zavartalan üzemét és a gyors zavarelhárítást.

A szorosabb együttműködést fokozni szükséges a Magyar Postával és ez főleg az üzemvitelre és egymás kiegészítésére vonatkozik, amit még sürget, hogy több viszonylatban olyan saját tulajdonú, de közös használatú összeköttetések vannak, amelyek minőségéért és üzemviteléért mi felelünk.

A rendszer létesítésekor messzemenően figyelembe vesszük a nemzetközi és postai előírásokat. A jövőt illetően együttműködésünket és kapcsolatunkat a Magyar Postával, a szocialista országok iparági távközlő rendszereivel, a gyártókkal és természetesen más speciális rendeltetésű hálózatok felhasználóival szeretnénk elmélyíteni.

A kivitelezés meggyorsításához foglalkoznunk kell olyan technológiák bevezetésével, amelyek a kábel-szerelést meggyorsítják, így a műanyag kábelek fokozottabb alkalmazását vizsgálat tárgyává kell tenni. Felülvizsgáljuk az adatátviteli igények tisztázása után, hogy az általánosan használt hangfrekvenciás rendszert szükséges-e megváltoztatni, illetve más alapú rendszerre áttérni.

A szakemberhiány leküzdésére a műszaki fejlesztési feladataink arra irányulnak, hogy a berendezések megbízhatóságát a felügyeletnélküliséget tovább fokozzuk. Kifejlesszük a saját igényeinknek megfelelő és a jelenlegi berendezésekhez alkalmazkodó távfelügyeleti rendszert, amely kiegészülne olyan megoldásokkal, mint pl. az áramkörök minőségének automatikus figyelése és egy bizonyos érték alatt — a riasztáson túlmenően — tartalék irányokra való automatikus átkapcsolás. Ugyancsak foglalkozunk a távkábelrendszer esetleges nyomás alá helyezésével.

A távolsági összeköttetések automatizálása igen közeli feladatunk, amelynél szem előtt tartjuk a BHG fejlesztési elképzeléseit és a Posta irányelveit. Itt megoldásra vár az ARM tranzit központokkal együttműködő CA beválasztási adapterek kidolgozása.

Foglalkoznunk kell a frekvenciák túlterhelése és zavartsága miatt a korszerűbb rendszerek alkalmazásával, mint pl. a szabadcsatorna-kereséssel és egyes kritikus gerincirányokban tartalék sokcsatornás vezeték nélküli átvitelrel.

A jobb áramköri kihasználás végett szintén közeli fejlesztési feladat egyes technológiai távbeszélő áramkörök sávkorlátozása és egyidejű igénybevétele távíró-csatornákkal kisebbességű adatátvitel, illetve igénytelenebb távjelzés céljára. Ilyen kihasználtsági okok miatt foglalkozni kívánunk a 12 csatornás vivőfrekvenciás rendszer 3 csatornánkénti leágaztató berendezésének kifejlesztésével, illetve alkalmazásával.

Hiányzik a szélesebb körű tapasztalatcsere és az iparági hírközlés képviselői olyan fórumokon, amelyek döntései kihatnak a rendszer fejlődésére. Ezen kívánunk segíteni a HTE-en belüli tevékenységünkön és feladataink megismertetésén keresztül is.

Vastagréteg modell áramkörök segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok

ETO 621.3.049.772.1: 621.3.019.3

A megbízhatósági vizsgálatok során alkalmazott modell áramkörök közös jellemzője, hogy ezen áramkörök eleve nem üzemszerű felhasználásra készülnek, hanem kimondottan arra szolgálnak, hogy segítségével az egyes áramköri elemek különböző igénybevétel hatására bekövetkező paraméterváltozásai meghatározhatóak legyenek.

Arra, hogy milyen esetekben merül fel modell áramkörök megmintázásának, illetve vizsgálatának szükségessége, a vastagréteg integrált áramkör megbízhatósági modelljéből kiindulva mutatunk rá. Természetesen az alkalmazott modell csupán közelítés és csak a legfontosabb összetevőket tartalmazza. A kísérleti részben a HIKI technológiai részlegei által tervezett és megmintázott vastagréteg modell áramkörök segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok főbb eredményeit ismertetjük.

1. Megbízhatósági modell

Ha a vastagréteg áramkört megbízhatósági szempontból soros kapcsolású rendszernek tekintjük és feltételezzük, hogy az áramkör egy elemének meghibásodása a többi elem megbízhatóságát nem befolyásolja; úgy az áramkör csak akkor működhet t ideig, ha minden alkatrésze működik t ideig. Ekkor az áramkör megbízhatósága:

$$R(t) = R_i(t), \quad (1)$$

ahol $R_i(t)$ az i -edik elem megbízhatóságát jelenti. A modellben azon elemek megbízhatóságát, amelyek megbízhatósági vizsgálata azonos szempontok szerint végezhető, célszerű összevontan kezelni. Az összevonás alkalmával a következő, az áramkörön belüli elemcsoportok megbízhatóságát vesszük figyelembe:

- az áramkör alapját képező passzív hálózat megbízhatósága;
- a hálózatba utólagosan „beültetett” alkatrészek megbízhatósága;
- az áramkör tokozásának a megbízhatósága.

Feltételezve, hogy az egyes áramköri elemek meghibásodási rátája (λ_i) a hasznos működési idő alatt állandó, úgy ismert összefüggések alapján (1) a következő alakú:

$$R(t) = \exp(-t \sum \lambda_i) = e^{-t \lambda_A} \quad (2)$$

ahol $\sum \lambda_i = \lambda_A$ az áramkör meghibásodási rátája. Így az áramkör elemeinek a) ... c) pontok szerinti csoportosítását alkalmazva, az áramkör meghibásodási rátájára nyerjük:

sodási rátájára nyerjük:

$$\lambda_A = \lambda_{Hd} + \sum \lambda_{Be} + \lambda_{To}, \quad (3)$$

ahol:

- λ_{Hd} — az áramkör alapját képező passzív hálózat meghibásodási rátája,
- $\sum \lambda_{Be}$ — a hálózatba beültetett alkatrészek meghibásodási rátáinak összege,
- λ_{To} — az alkalmazott tokozás, tágabb értelemben a védelem, jellemző meghibásodási rátája.

A passzív hálózat meghibásodási rátája (λ_{Hd}), a hordozóra jellemző meghibásodási ráta, valamint a a szitanyomás segítségével felvitt áramköri elemek meghibásodási rátáinak összegeként adható meg:

$$\lambda_{Hd} = \lambda_{Ho} + \lambda_{Re}, \quad (4)$$

amikor is

- λ_{Ho} — a hordozó meghibásodási rátája,
- λ_{Re} — a hordozóra felvitt vezető-, ellenállás- és dielektrikum rétegekkel megvalósított áramköri elemek együttes meghibásodási rátája.

A szitanyomással felvitt passzív hálózatok szokásos elem készlete:

- Összeköttetések biztosító vezető sávok;
- R és/vagy C elemek;
- Ritkábban L elemek felnyomtatására is sor kerül [1];
- Mikrohullámú felhasználásra készített áramköröknél különféle, a mikrohullámú technikában használatos elemek;
- Többrétegű (multilayer) technikával megvalósított áramkörök esetén: vezetőréteg kereszteződések, amikor az egymás alatt, illetve felett elhaladó vezetőrétegeket — ugyancsak szitanyomással készített — üveg, vagy újabban polyimid [2] szigetelőréteg választja el.

Tegyük fel, hogy a hálózat ellenállásokból, kondenzátorokból és rétegkereszteződésekből tevődik össze, úgy λ_{Re} a következő összetevő λ -faktorokat tartalmazza:

$$\lambda_{Re} = A \lambda_s + \sum \lambda_R + \sum \lambda_C + \sum \lambda_K + B \lambda_m. \quad (5)$$

Az (5) szerinti összefüggésben:

- A — a hordozó felülete,
- λ_s — az egységnyi felületű hordozó meghibásodási rátája,
- $\sum \lambda_R, \sum \lambda_C, \sum \lambda_K$ — az ellenállások, kondenzátorok és kereszteződések meghibásodási rátáinak összege,
- $B \lambda_m$ — a hálózat megbízhatóságát csökkentő gyártási művelet (pl. vastagréteg eljárásnál a nyomtatás-beégetés) száma és az ehhez rendelhető karakterisztikus meghibásodási ráta szor-

zata. Irodalmi adatok szerint [3] vastagréteg eljárás esetén a nyomtatást és beégetést figyelembe vevő λ_m jellegzetes értéke:

$$4 \cdot 10^{-10} / \text{óra}.$$

A (3) összefüggésben a második tag a beültetett alkatrészek összegezett meghibásodási rátáját jelenti. Feltételezve, hogy a beültetési és az ezt követő tokozási műveletek hatására az alkatrész megbízhatósága a beültetés előtti állapothoz képest nem csökken, valamint, hogy az alkatrész rögzítése mechanikai szempontból is megfelelően történt, akkor

$$\lambda_{Be} = \lambda_{Alk} + \sum \lambda_{CSb}, \quad (6)$$

ahol:

λ_{Alk} — a beültetett alkatrész meghibásodási rátája (az alkatrész megjelölés itt a megszokottnál tágabb értelmezést nyer: pl. MSI vagy LSI áramköri chippek stb.),

$\sum \lambda_{CSb}$ — a beültetés során létesített csatlakozások meghibásodási rátáinak összege.

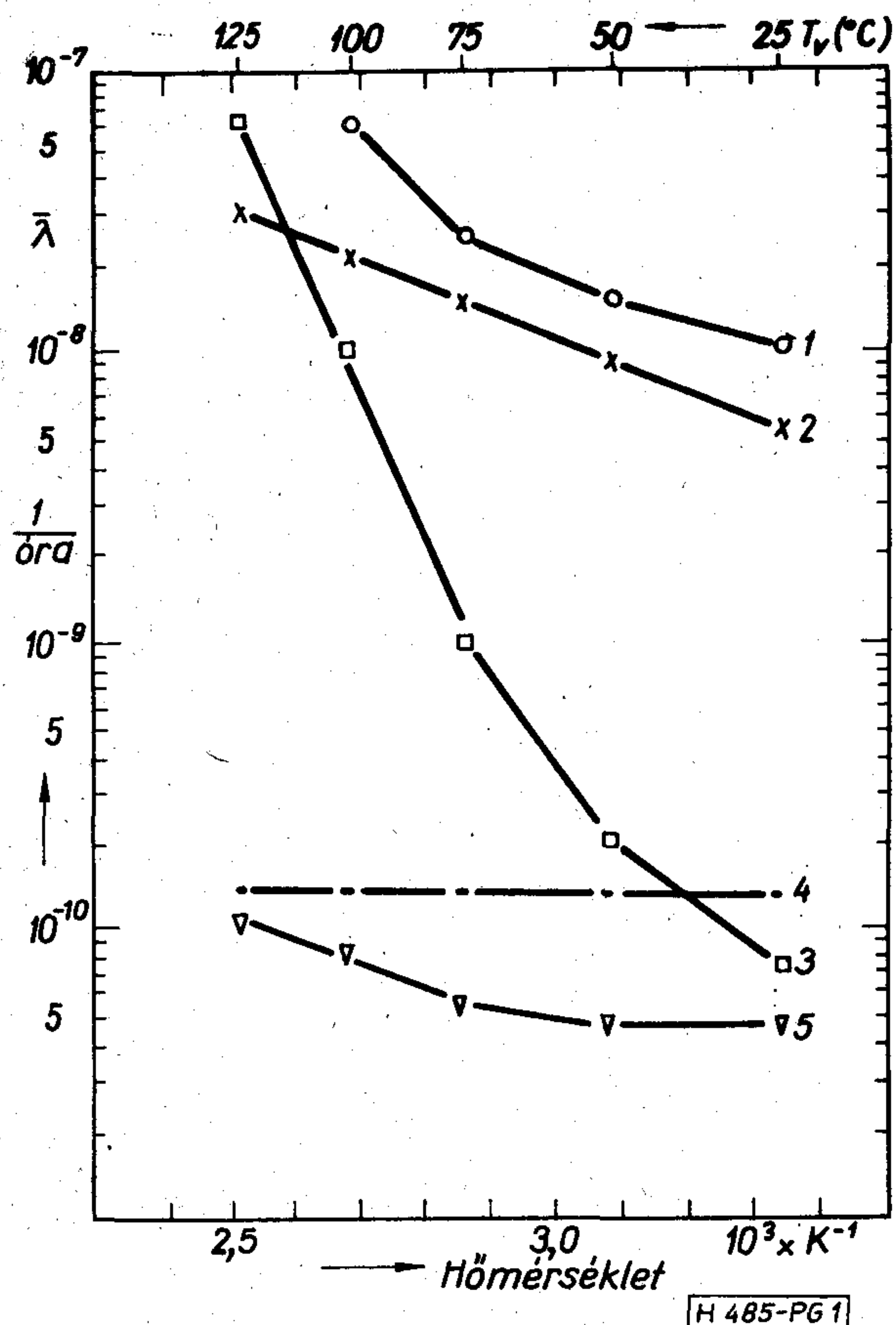
A (3) összefüggésben szereplő λ_{To} ugyancsak két fő összetevőre bontható:

$$\lambda_{To} = \sum \lambda_{CSl} + \lambda_t \cdot C, \quad (7)$$

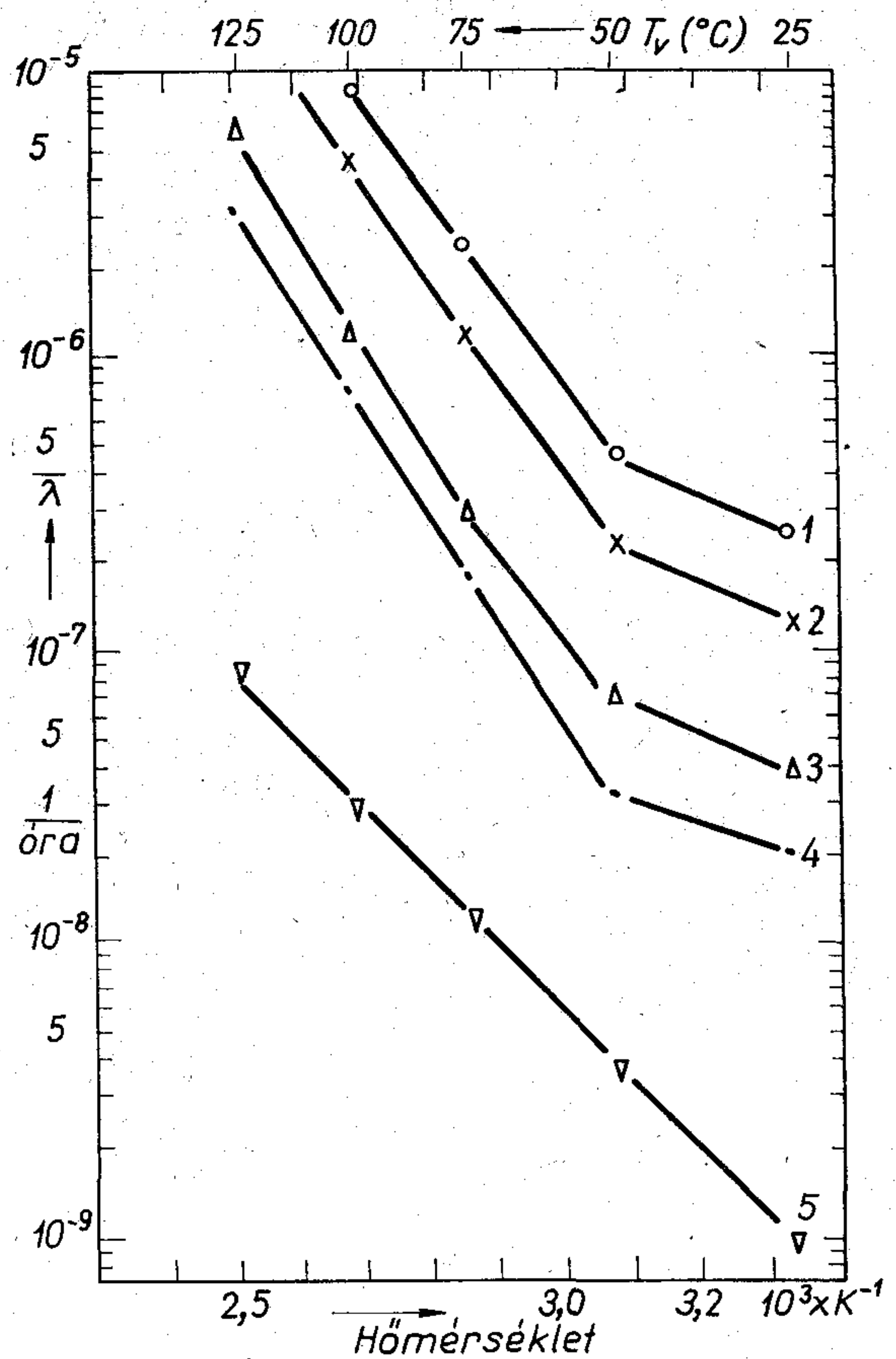
ahol:

$\sum \lambda_{CSl}$ — a tokozás alkalmával létesített csatlakozások összegezett meghibásodási rátája,

$\lambda_t \cdot C$ — a tokozásnak az áramkör megbízhatóságára



1. ábra. Passzív áramköri elemek átlagos meghibásodási rátái ($\bar{\lambda}$) a környezeti hőmérséklet függvényében: 1 — kerámia chip kondenzátor; 2 — vastagréteg ellenállás; 3 — Au—Al golyós kötés; 4 — Al—Al bondolás; 5 — vastagréteg kereszteződés



2. ábra. Chip alkatrészként beültethető félvezető eszközök $\bar{\lambda}$ faktora a környezeti hőmérséklet függvényében: 1 — 50 kapu ekvivalens IC; 2 — 25 kapu ekvivalens IC; 3 — műveleti erősítők; 4 — 4 kapu ekvivalens IC; 5 — dióda és kisteljesítményű tranzisztor

gyakorolt hatását reprezentálja; λ_t a leginkább használt védelem (referencia típus) esetére vonatkozó meghibásodási ráta. Referencia tokozás alkalmazásakor: $C=1$. Ettől eltérő tokozás esetén C a konstrukció, a felhasznált anyagok minőségének, kivezető lábak számának, valamint hermetikus tokozás esetén a lezárási szakasz hosszának a függvénye.

Az egyes áramköri elemek meghibásodási rátája a hőmérséklet (T), a villamos igénybevétel (U) és a választott meghibásodási kritérium (M_k) függvénye: $\lambda_i = f(T, U, M_k)$. Tekintettel azonban arra, hogy a tényleges üzemelés során — az áramkörön belül — még az egyazon típusú elemeket (alkatrészeket) sem azonos igénybevétel éri; továbbá, hogy az egyes elemek stabilitásával szemben támasztott követelmények — meghibásodási kritériumok —, pozícióként változóak; λ_A pontos becslése tetemes számítás ráfordítást igényel még akkor is, ha az egyes elemek meghibásodási rátái és azok igénybevételtől való függése ismert. λ_A informatív jellegű becsléséhez azonban elegendő a számításokat átlagos elem-meghibásodási ráta értékekkel ($\bar{\lambda}_i$) elvégezni.

Konvencionális villamos igénybevétel- és meghibásodási kritérium alkalmazása esetén a meghibásodási ráta hőmérséklet függőségére az 1. és 2. ábra szol-

gáltat információt [3]. Az ábrák jellegzetes szigetelő alapú integrált áramköri elemek átlagos meghibásodási ráta értékeit demonstrálják, Arrhenius-papírra rajzolt $\ln(1/T)$ gyorsítási egyenesek formájában. Az egyes görbék meredekségét az elemekben fellépő termikusan aktivált romlási folyamat aktiválási energiájának értéke határozza meg.

McCormic által közzétett — a légierőnél megfigyelt — adatok szerint [3] félvezető morzsa face-up beültetése alkalmával, amikor is a morzsának a hordozóhoz való rögzítése ragasztással, vagy eutektikus forrasztással történik, kivezetőként aranyhuzalt használva: egy bondolási pont várható λ -faktora, termokompressziós bondolást alkalmazva 6×10^{-10} /óra; ultrahangos bondolásnál 3×10^{-10} /óra. Face-down beültetésre alkalmas eszközöknél: flip-chip, valamint beam-lead kivitel esetén, a chip és a kivezető közötti pontok meghibásodási rátája 1×10^{-10} /óra, illetve 1×10^{-11} /óra. A λ -faktor hőmérséklettől való függését az 1. és 2. ábra jól érzékelteti. Az áramköri elemek működése közbeni hőmérsékletének meghatározása vagy kísérleti úton [4, 5], vagy számítógépes hőanalízis segítségével történhet [6].

2. Az összetevő λ -faktorok meghatározására szolgáló modell áramkörök főbb jellemzői

A kész — megrendelői igény szerint mintázott — szigetelő alapú integrált áramkörök élettartam vizsgálata alkalmával közvetlenül csak λ_A meghatározása lehetséges, azaz csak a rendszer be- és kimeneti paraméterváltozásai kísérhetők figyelemmel. Ilyen vizsgálatok alkalmával a megbízhatósági modellben előforduló összetevő λ -faktorokra csak korlátozott információ nyerhető. Ezen nehézség következtében a (3) ... (7) összefüggésekben szereplő összetevő λ -faktorok meghatározása csak kimondottan a vizsgálatok céljaira tervezett modell áramkörök megbízhatósági vizsgálatával valósítható meg.

A modell áramkörök azonban nem kizárólagosan a λ -faktor meghatározására szolgáló megbízhatósági vizsgálatok eszközei. Alkalmazásukkal egyéb megbízhatósági mutatók meghatározása is lehetséges. Így például az áramkörök tervezése során végzendő tűrésanalízis olyan jellegű adatszolgáltatást is megkövetel, amely arra nyújt információt, hogy az egyes áramköri elemek villamos jellemzői milyen mérvű változást fognak mutatni különböző időpontokban, különböző üzemeltetési feltételek mellett (stabilitási adatok). A modell áramkörök a vizsgálni kívánt elemek nagyobb számú csoportját tartalmazzák és az alábbi sajátosságos tulajdonságokkal jellemezhetők:

- minden vizsgálni kívánt alkatrész, vagy áramköri elem külön kivezetéssel rendelkezik, így azok szeparált vizsgálata lehetséges;
- a modell áramkör előállításakor ugyanolyan behatások érik az áramkörbe beépített alkatrészeket és áramköri elemeket, mint a tényleges gyártás során;
- a beültetett alkatrész mechanikai- és klíma behatásokkal szembeni ellenállóképessége, közvetve a beültetés és védelem hatékonysága, ellenőrizhető.

A modell áramkörök jellegzetes képviselői:

- a szimulációs áramkörök;
- és a tesztábrák.

2.1. Szimulációs áramkörök

Szimulációs áramkörök alkalmazására elsősorban λ_{Alk} meghatározása alkalmával kerül sor. Segítségükkel az alkatrészek beültetésekor fellépő és a várható felhasználás során kialakuló körülményeket, illetve behatásokat szimuláljuk.

2.2. Tesztábrák

A tesztábrák λ_{Hd} és a hordozón kialakított áramköri elemek meghibásodási rátájának: λ_R , λ_C , λ_K stb. meghatározására szolgálnak. Jellemzőjük, hogy topológiájuk kialakítása kimondottan a konkrét vizsgálati szempontok figyelembevételével történik.

3. A megbízhatósági vizsgálatok jellege

A megbízhatósági vizsgálatok, jellegüket tekintve az alábbi két kategóriába sorolhatók:

- meghatározó vizsgálatok,
- ellenőrző vizsgálatok.

A meghatározó jellegű vizsgálatok tipikus képviselői azok a modell áramkörök segítségével végzett vizsgálatok, amelyek — az alaptechnológia kidolgozása alkalmával — a technológiai paraméterek optimumra történő beállítását célozzák. Ilyenkor a technológiai változók szeparációs módszerét alkalmazva: a vizsgálatban részt vevő mintacsoportok valamely technológiai paraméter különböző beállításai mellett készülnek. Az egyes minta csoportok megbízhatósági tulajdonságainak meghatározása után, pozitív szelekció segítségével választható ki a megbízhatósági szempontból is optimális eredményt nyújtó technológia vagy tesztábra készítés → vizsgálat → szelekció → újbóli tesztábra készítés, ciklikus ismétlésével — lényegében iteráció segítségével — alakítható ki az optimális eredményt nyújtó technológiai eljárás.

Az ellenőrző vizsgálatok célja: a gyártási stabilitás ellenőrzése. A megbízhatósági vizsgálatok időszakos megismétlésével a gyártás stabilitására nyerhetők információk. Ha az időszakos ellenőrző vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a megbízhatósági mutatók az előírt szintet nem érik el, úgy a hiányságok kiküszöbölésére irányuló intézkedések megtételére kerül sor.

4. Kísérleti rész

Mint az előbbi fejezetekből is látható, modell áramkörök megmintaázásának szükségessége számos oldalról merülhet fel, a legkülönbözőbb követelményeket támasztva a megmintaázással szemben. Valamennyi lehetséges változat áttekintése dolgozatunk kereteit túllépne, ezért ismertetésünket — egyes — a HIKI technológiai részlegei által készített modell áramkörök és a segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok ismertetésére korlátozzuk.

4.1 Monolit kerámia chip-kondenzátorok vizsgálata

A vizsgálati terv összeállítása annak figyelembevételével történt, hogy a vizsgálatok eredményeitől választ vártunk arra vonatkozóan, hogy milyen paraméterváltozások lépnek fel:

- a chip-kondenzátornak az áramkörbe történő beforrasztása, majd ezt követően tokozása alkalmával;
- akkor, ha a már tokozott kondenzátorokat különböző igénybevételek érik;
- továbbá, ha a hőkezelt, de nem tokozott kondenzátorok tárolása normál feltételek mellett történik.

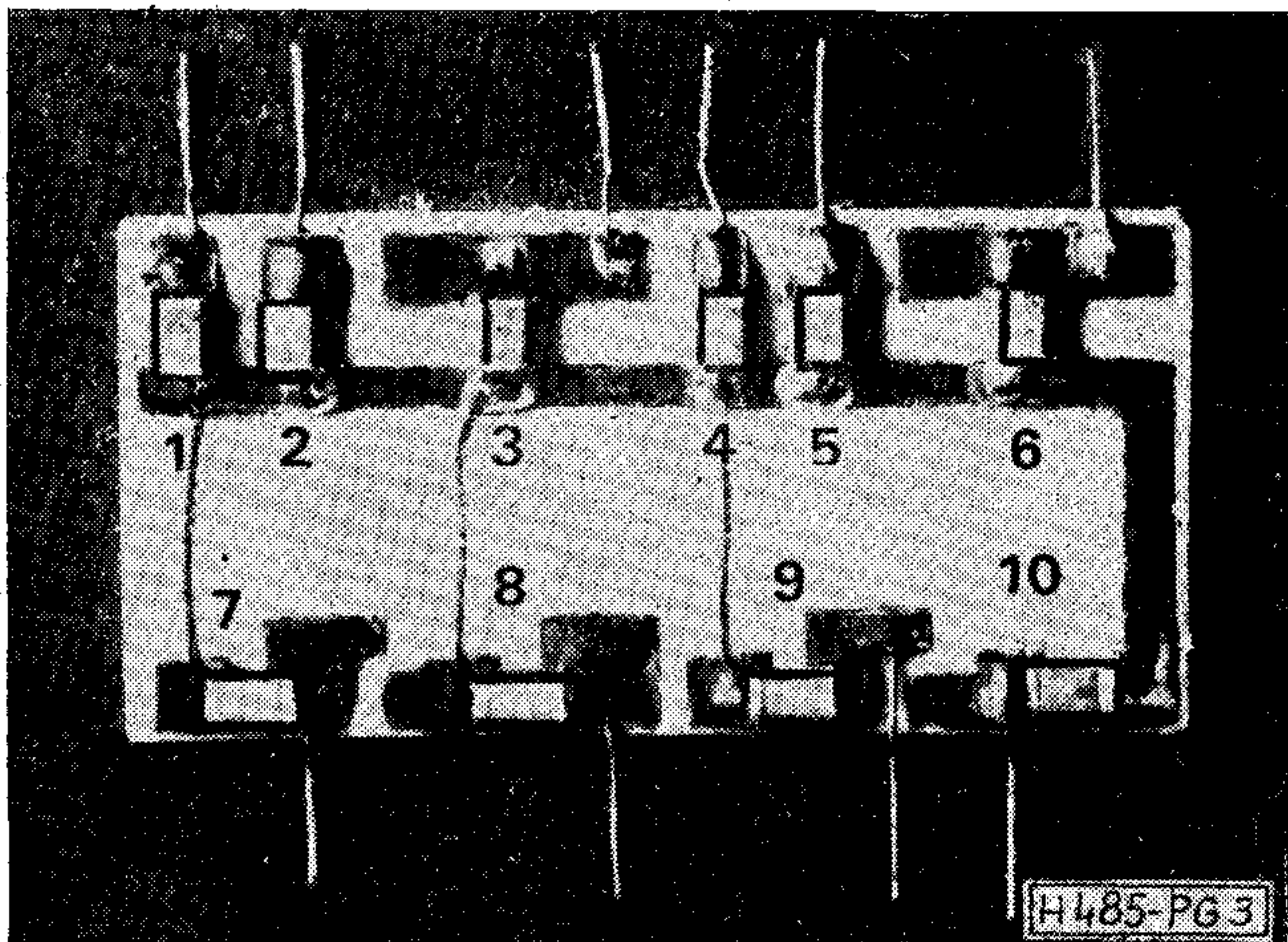
A vizsgálat során használt szimulációs áramkört a 3. ábra szemlélteti, tokozás előtti állapotban. Az áramkör 10 db kondenzátor egyidejű vizsgálatát biztosítja. Az adott esetben, a termék lap előírása szerinti $+125\text{ °C}$ -on történő hőkezelés után, a minták egy részét tokoztuk. A tokozatlan mintákon tartós tárolás vizsgálatot végeztünk normál feltételek ($T_0 = +25\text{ °C}$, normál légnedvesség) mellett. A tokozott mintákat három csoportra osztva, azokat a vázlat szerinti élettartam vizsgálatoknak vetettük alá (4. ábra).

Impulzus igénybevétellel történő élettartam vizsgálat beiktatását az indokolta, hogy a kondenzátorok, felhasználásuk során elsősorban impulzus igénybevételnek lesznek kitéve.

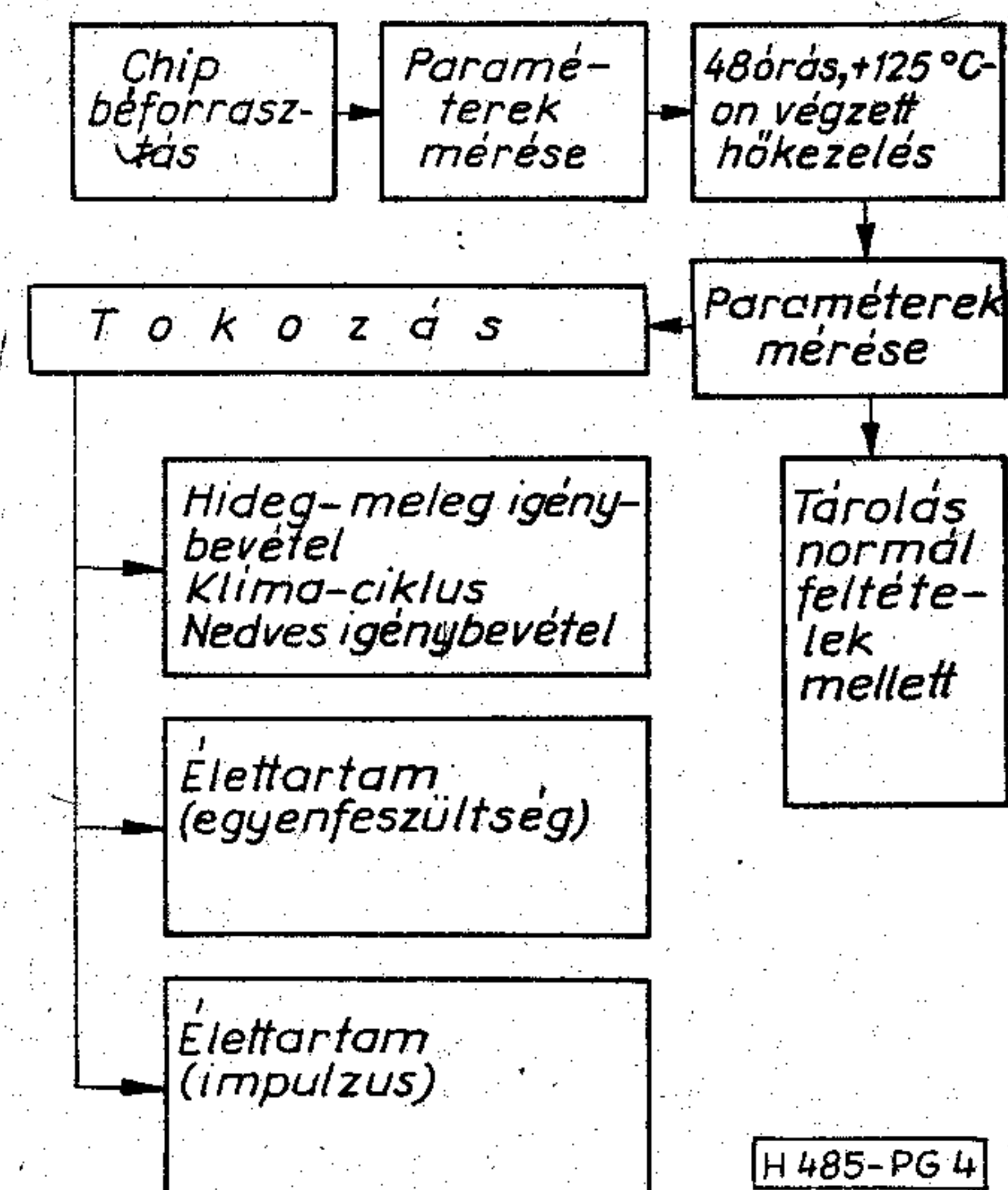
4.2 Ellenállás tesztábrák vizsgálatai

Mint ismeretes, vastagréteg ellenállások ellenállás értékének időbeli változását — közvetve — hőmérsékleti és villamos behatások váltják ki (a nedvesség behatásától most eltekintünk). Az ellenállásérték maradandó változását kiváltó főbb folyamatokat az 5. ábra foglalja össze, feltüntetve, hogy villamos igénybevétel alkalmával az ellenállásban disszipált teljesítmény járulékos hő-igénybevétel formájában jelentkezik.

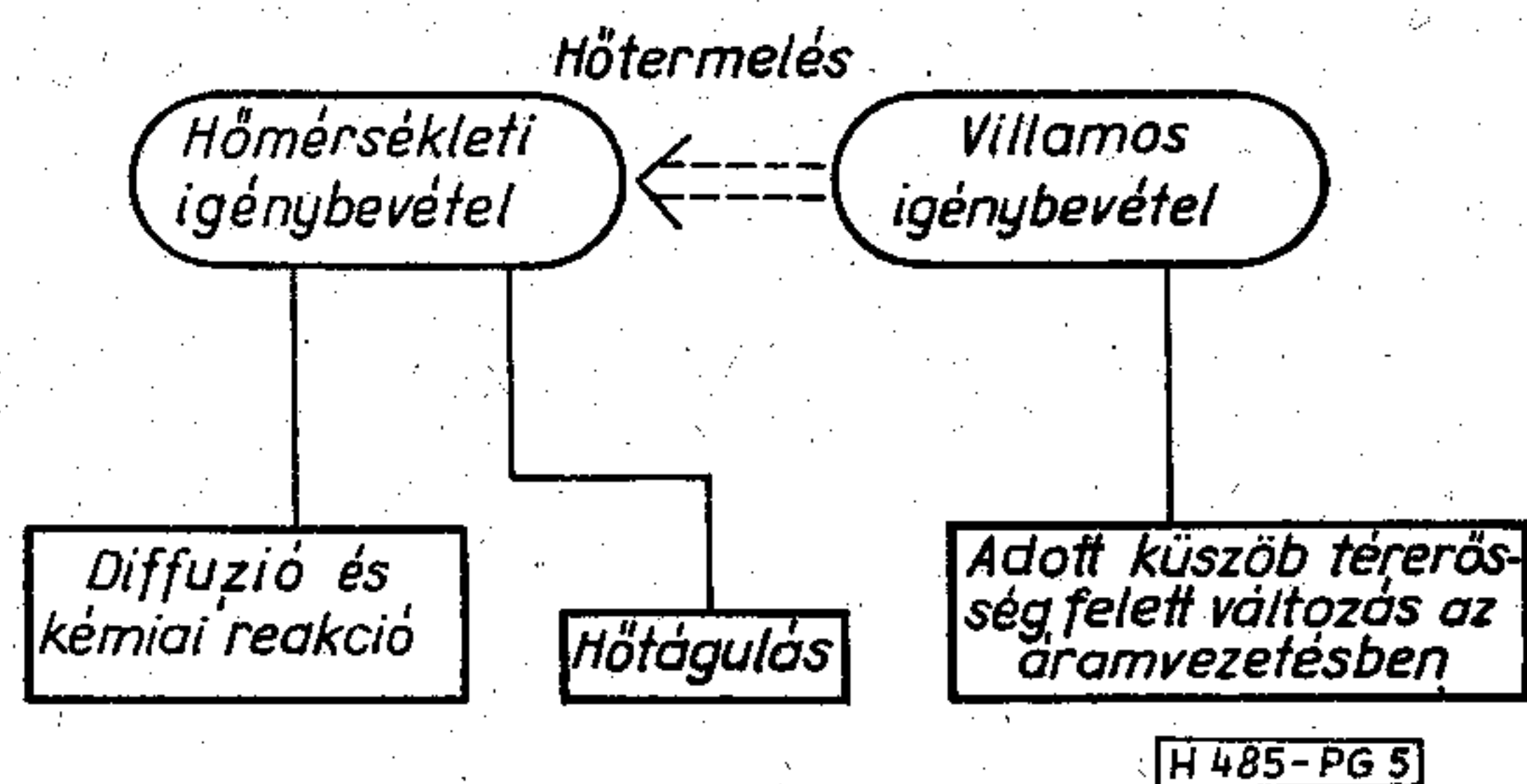
A tesztábrák és a megbízhatósági vizsgálatok tervezése alkalmával abból indultunk ki, hogy a stabilitást elsősorban az 1. táblázat szerinti tényezők befolyásolják.



3. ábra. Szimulációs áramkör kerámia chip kondenzátorok vizsgálatához



4. ábra. A vizsgálat folyamatábrája



5. ábra. Maradandó ellenállásváltozást kiváltó folyamatok

1. táblázat

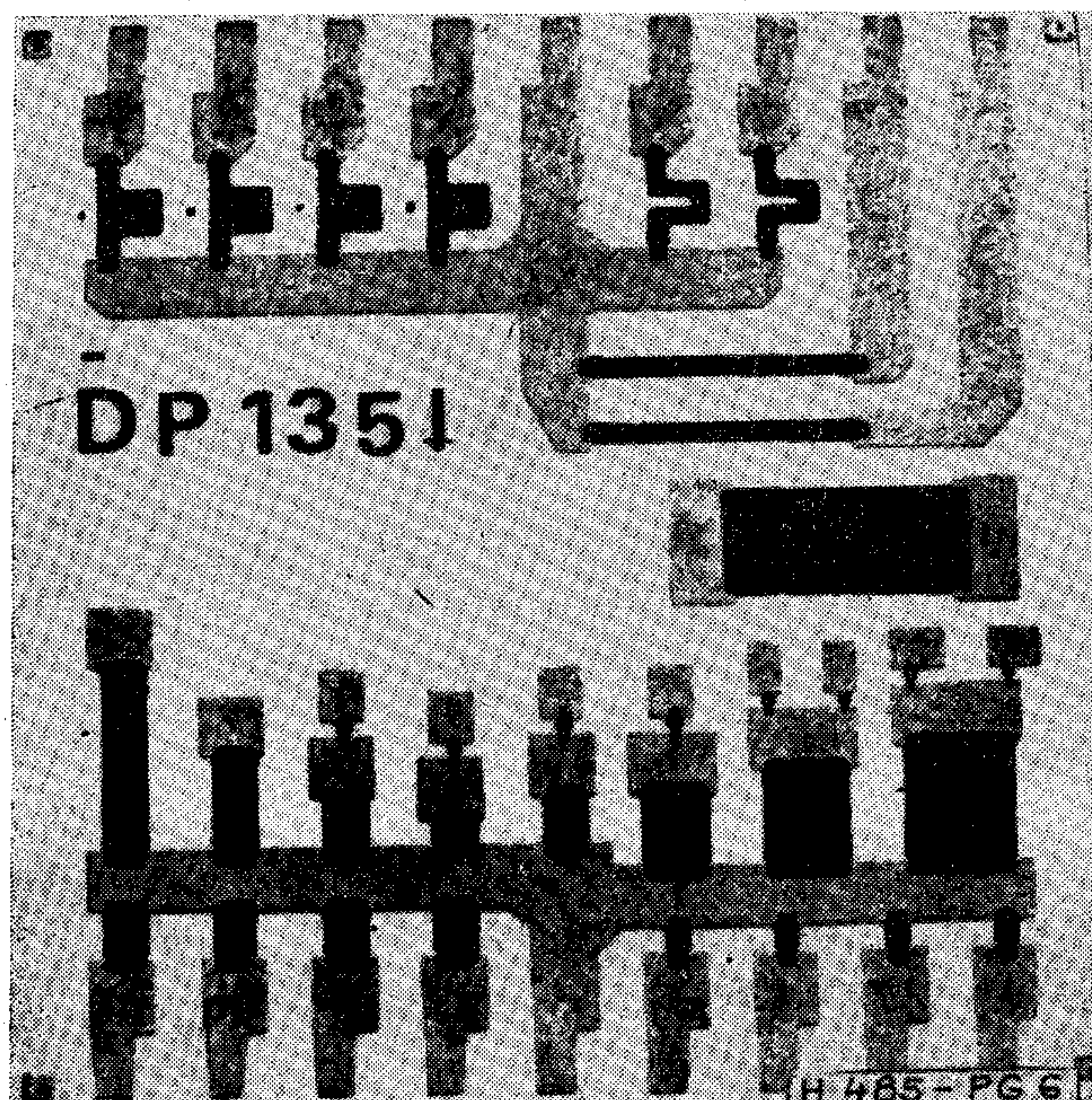
A stabilitást befolyásoló főbb tényezők

Alapanyagok fizikai-kémiai tulajdonságai	Technológiai paraméterek	Tervezéstől függő tényezők
Ellenállás paszta Vezető paszta	Felnyomtatás Beégetés	Konstrukció Geometria méret
Hordozó Burkoló (tokozó) anyag	Lehűtés Értékbeállítás Tokozás	

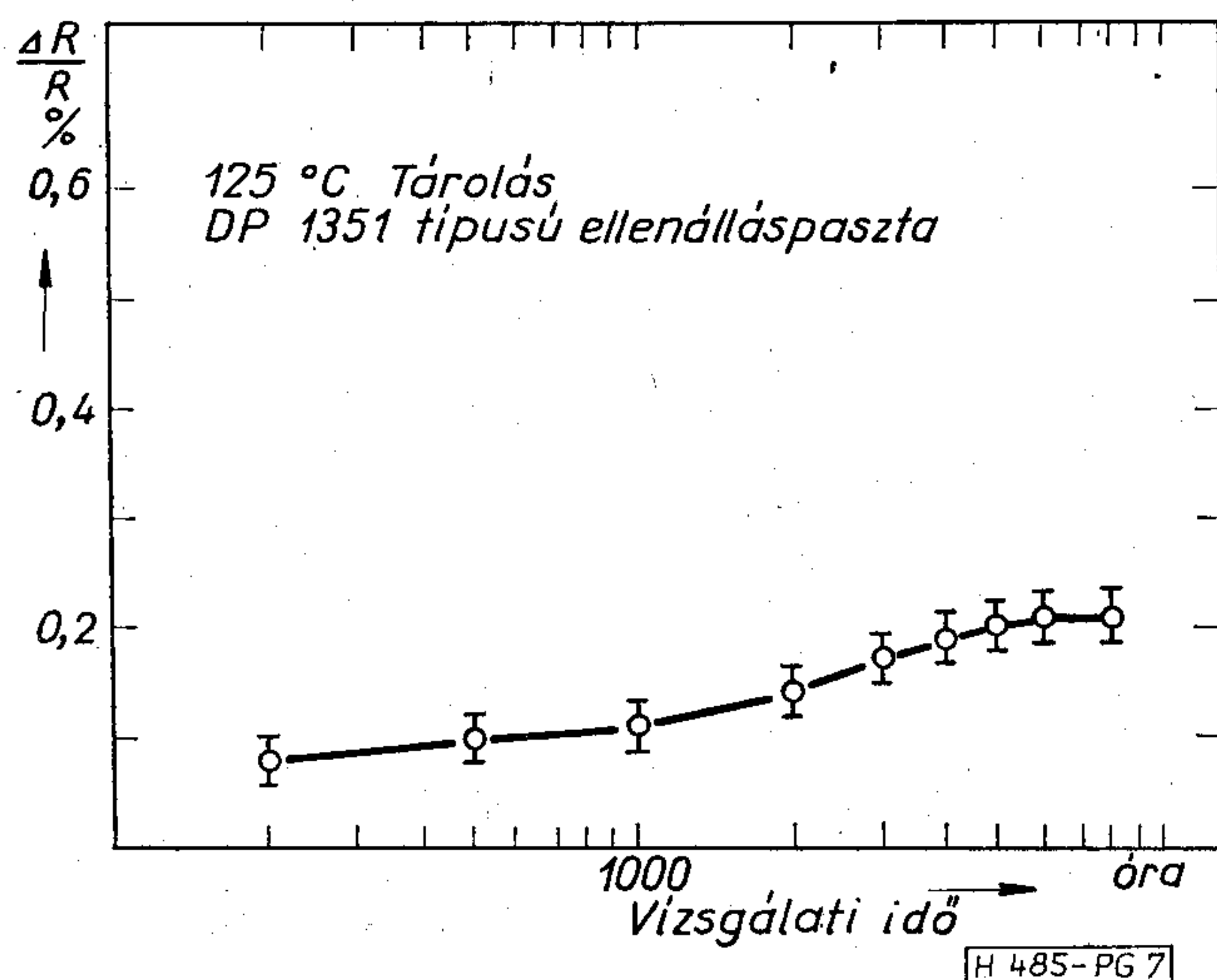
4.2.1 Stabilitás vizsgálat gyári tesztábrával

Tipikusan vastagréteg ellenállások élettartam vizsgálatához készülnek azok a tesztábrák, amelyeket a pasztagyártó cégek hoznak forgalomba. Ellenállás és vezető pasztáik felvitelével készített vizsgálóábrákat a felhasználók rendelkezésére bocsátják, hogy azokat bevizsgálhassák. Ezek a tesztábrák szigorúan ellenőrzött, ideális gyártási körülmények között készülnek, így tulajdonképpen a szóbanforgó pasztákkal elérhető legkedvezőbb eredményeket reprezentálják.

A Du Pont cég, DP 1351 típusú ellenálláspaszta felvitelével készült tesztábráját (6. ábra), $+125\text{ °C}$ hőmérsékletű vizsgálókamrában tárolás vizsgálatnak vetettük alá (vizsgált áramkörök száma: 20 db). A tesztábrákat burkolat nélküli állapotban vizsgáltuk. 8000 óra után a 7. ábra szerinti min. — átl. —



6. ábra. A Du Pont cég vastagréteg tesztábrája



7. ábra. A 6. ábra szerinti tesztábra ellenállásainak átlagos ellenállásváltozása a vizsgálati idő függvényében

max. relatív ellenállás változást észleltük az $1,5 \times 1,5$ mm-nél nagyobb ellenállások esetében. Az ennél kisebb méretű ellenállások stabilitása — a vezető- és ellenállásréteg átfedési tartományának viszonylagos megnövekedése következtében — kedvezőtlenebbnek adódott.

4.2.2 Stabilitás vizsgálat saját tesztábrával

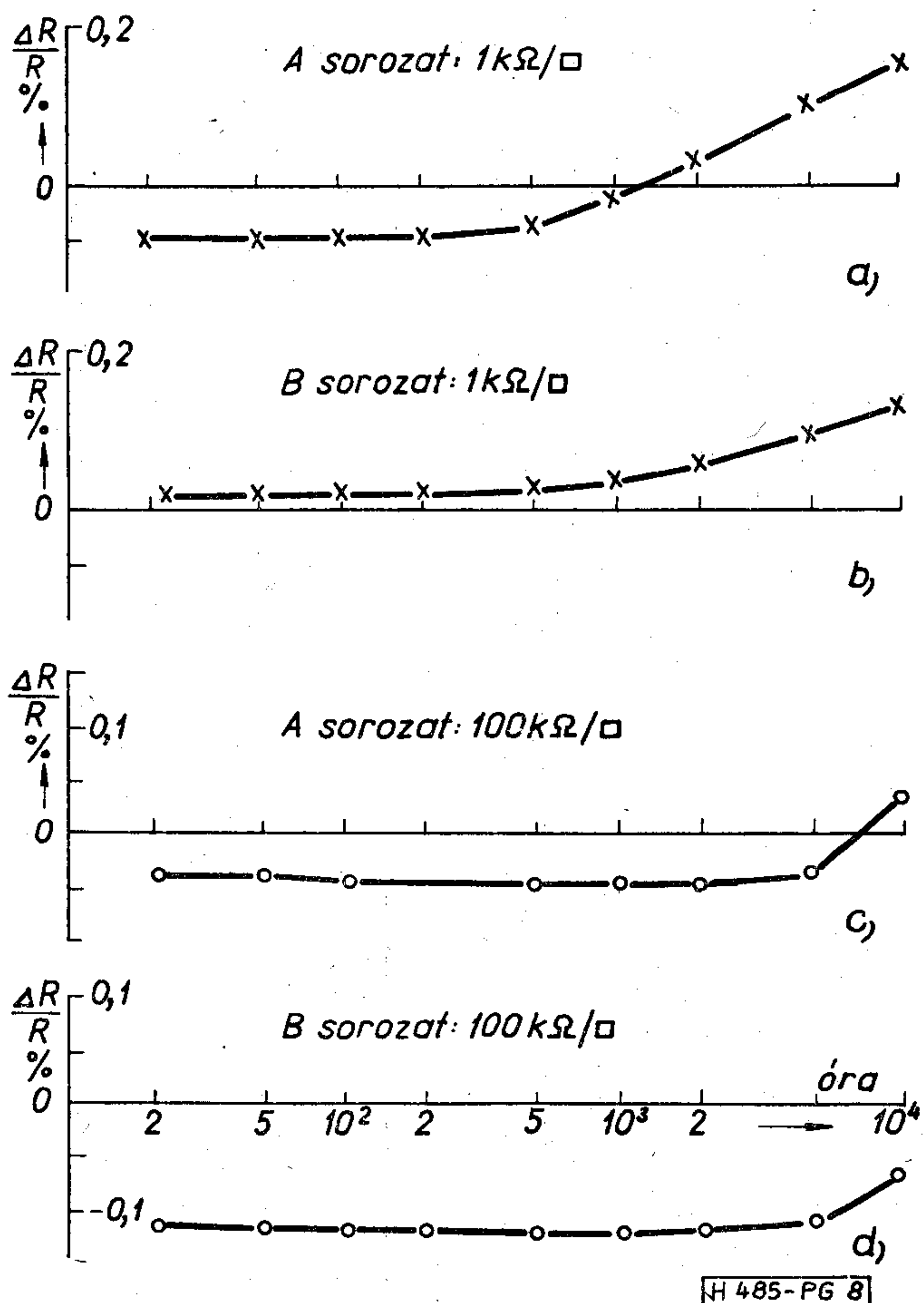
A gyári tesztábrákon kívül feltétlenül szükséges a saját technológiával előállított tesztábrák vizsgálata is, mert a vastagréteg ellenállások megbízhatósági mutatóit az alkalmazott technológiai műveletek, az előállításához használt gépi berendezések, a kerámia hordozó, a védelem céljára szolgáló tokozás, valamint az egyes áramköri elemek közötti összeköttetést biztosító vezetőréteg fizikai-kémiai tulajdonságai együttesen befolyásolják (ld. 1. táblázatot).

Ezen vizsgálatok eredményei választ adnak arra, hogy egy adott paszta-sorozat alkalmazásával milyen

stabilitású ellenállásokra lehet majd számítani, az áramkörök gyártása során. Mint ismeretes, a paszta-sorozatok egyes tagjai azonos alapanyagok felhasználásával készülnek, azonban üveg-, illetve vezető komponenseik aránya eltérő, így különböző ohm/□ (négyzetes ellenállású) rétegek előállítását teszik lehetővé. Rendszerint az egy paszta-sorozatba tartozó, egymást követő paszták fajlagos ellenállása egy nagyságrenddel változik. A vizsgálatok céljaira a paszta-sorozat valamennyi tagjának felhasználásával szükséges vizsgálóábrát készíteni, mert az eltérő üveg/vezető arány következtében a rétegek stabilitási tulajdonságai nem azonosak. Különböző paszták felhasználásával készült rétegek értékstabilitási tulajdonságainak eltérő jellegét a 8. ábrán látható görbék jól érzékeltetik. A bemutatott görbéket két — egyaránt $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapú — paszta-sorozat (az ábrán A és B jelűek), összehasonlító jellegű vizsgálata alkalmával nyertük: amikor is $+70^\circ\text{C}$ környezeti hőmérséklet mellett, egyenfeszültségű villamos igénybevételt alkalmazva, a $4,6 \times 2,2$ mm méretű, szalag alakú ellenállások átlagos réteghőmérséklete $+95 \dots +100^\circ\text{C}$ értékű volt.

A 8. ábra mindkét paszta-sorozat 1 kohm-, illetve 100 kohm négyzetes ellenállású pasztáinak felhasználásával készült ellenállások átlagos ellenállásváltozását tünteti fel a vizsgálati idő függvényében.

Arra vonatkozóan, hogy az egyaránt $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapanyagú A és B paszták összetétele milyen vonatkozásban tér el egymástól, nem rendelkezünk adatokkal,



8. ábra. A- és B-jelű pasztasorozatok vizsgálati eredményei. Átlagos változások: a és c 1 kohm/□; b és d 100 kohm/□

mivel a gyártó ezeket az adatokat bizalmasan kezeli. Az azonban ismert, hogy a $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapanyagú paszták összetevőik szerint az alábbi két fő osztályba sorolhatóak:

I. $|\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7| + |\text{Üveg}|$

II. $|\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7| + |\text{Adalék}| + |\text{Üveg}|$

A vizsgált paszták feltehetően a II. osztályba tartoznak, így eltérés az A és B sorozat tagjai között akár az adalék, akár az üveg komponens tekintetében lehetséges. Bármelyik komponens változtatása a réteg villamos és stabilitási tulajdonságainak a megváltozását vonja maga után.

A 7. és 8. ábrák diagramjait összehasonlítva szembevetjük, hogy függetlenül attól, hogy a vizsgálat alatt hő + villamos igénybevételt alkalmaztunk (8. ábra), vagy csupán hőmérsékleti hatásnak tettük ki az ellenállásokat (7. ábra), az ellenállásváltozás sebessége ($\Delta R/\Delta t$) a vizsgálat kezdeti 100 ... 200 óráig terjedő szakaszában volt a legjelentősebb. Tapasztalataink szerint a fenti jelenség hő + villamos igénybevétellel, de úgyszintén „tisztán” hőmérséklet igénybevétellel végzett élettartam vizsgálatok alkalmával kisebb vagy nagyobb mértékben a minták számottevő hányadánál észlelhető. A jelenség burkolatlan és már védő burkolattal ellátott mintáknál egyaránt megfigyelhető.

Általában: az eddig rendelkezésünkre álló vizsgálati eredményeink azt mutatják, hogy vastagréteg ellenállások esetén az ellenállásváltozás az alábbi összefüggés segítségével adható meg:

$$\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{össz}} = \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{kezdeti szakasz}} + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{átmeneti szakasz}} + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{további szakasz}} \quad (8)$$

A 7. és 8. ábrák eredményei alapján az egyes szakaszok a 2. táblázat szerint jellemezhetők.

2. táblázat

Az egyes szakaszok jellemzése

Megnevezés	Szakasz megnevezése		
	Kezdeti	Átmeneti	További
Változás mértéke	gyors	mérsékelt	mérsékelt
Változás jellege	+ 0 -	+ 0 -	+
Előtérbe kerülő folyamatok	Hőtágulás		Diffúzió és kémiai reakciók
Körülbelüli időtartam (óra)	0...200	200...500	5000 felett

Megjegyzés: gyakorlati szempontból nullának tekintjük a változást akkor, ha kisebb mint $\pm 0,05\%$.

Arra a kérdésre választ keresve, hogy a kezdeti szakaszban fellépő változást milyen mechanizmus váltja ki, figyelembe kell venni, hogy Taketa [7] kísérletei szerint a $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapanyagú paszták (az általunk is használt és vizsgált típus) megemelt hőmérséklet mellett, oxigén közegben végzett tárolási vizsgálata alkalmával ugyanolyan mérvű és jellegű ellenállás változás következik be, mint amikor a környezeti közeg levegő vagy argon. A hivatkozott publikáció szerint az oxigén közegben vizsgált réteg oxigén-koncentrációjának emelkedését az elektron-mikroszkopos röntgen (EMX) analízis eredményei sem mutatták, több ezer órás igénybevétel után sem. Így megállapítható, hogy a kezdeti szakaszban fellépő változást döntő mértékben nem oxidációs folyamatok váltják ki.

Feltételezhető, hogy $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapú ellenállások esetében a kezdeti szakaszban fellépő változás elsősorban a réteg és a hordozó közötti mechanikai erőknek, illetve elmozdulásoknak tudható be. Nem zárható ki, hogy az igénybevétel kezdeti időszakában mutakozó viszonylagos nagyobb mérvű változás elsősorban a beégetést követő lehűtés után visszamaradt mechanikai feszültségek feloldódásának a következménye. Természetesen ez azt is jelenti, hogy a villamos igénybevétel elsődlegesen nem közvetlenül, hanem csak közvetve, hő hatásán keresztül érvényesül. Ezen utóbbi megállapítást azonban ki kell egészíteni azzal, hogy ez csak akkor igaz, ha a rétegben uralkodó térerősség egy adott küszöb-térerősséget nem halad meg (ld. 4.2.4 pontot).

A (8) összefüggés jobb oldalán álló második tag az átmeneti szakaszban bekövetkező változást reprezentálja. Ez a szakasz „átmenetinek” tekinthető, mivel az ilyenkor észlelt változás már nem egyértelműen a hőtágulás által kiváltott mechanizmusok által jön létre, hanem egyéb folyamatok, úgymint diffúziós és kémiai reakciók is szerephez jutnak. Az átmeneti szakasz után a vizsgálat további szakaszában — kb. 10^4 óra után — tendenciózus ellenállásnövekedés lépett fel. Az ebben a szakaszban megfigyelhető ellenállásváltozás hőmérséklettől való függése az Arrhenius-féle összefüggés segítségével adható meg az alábbi alakban:

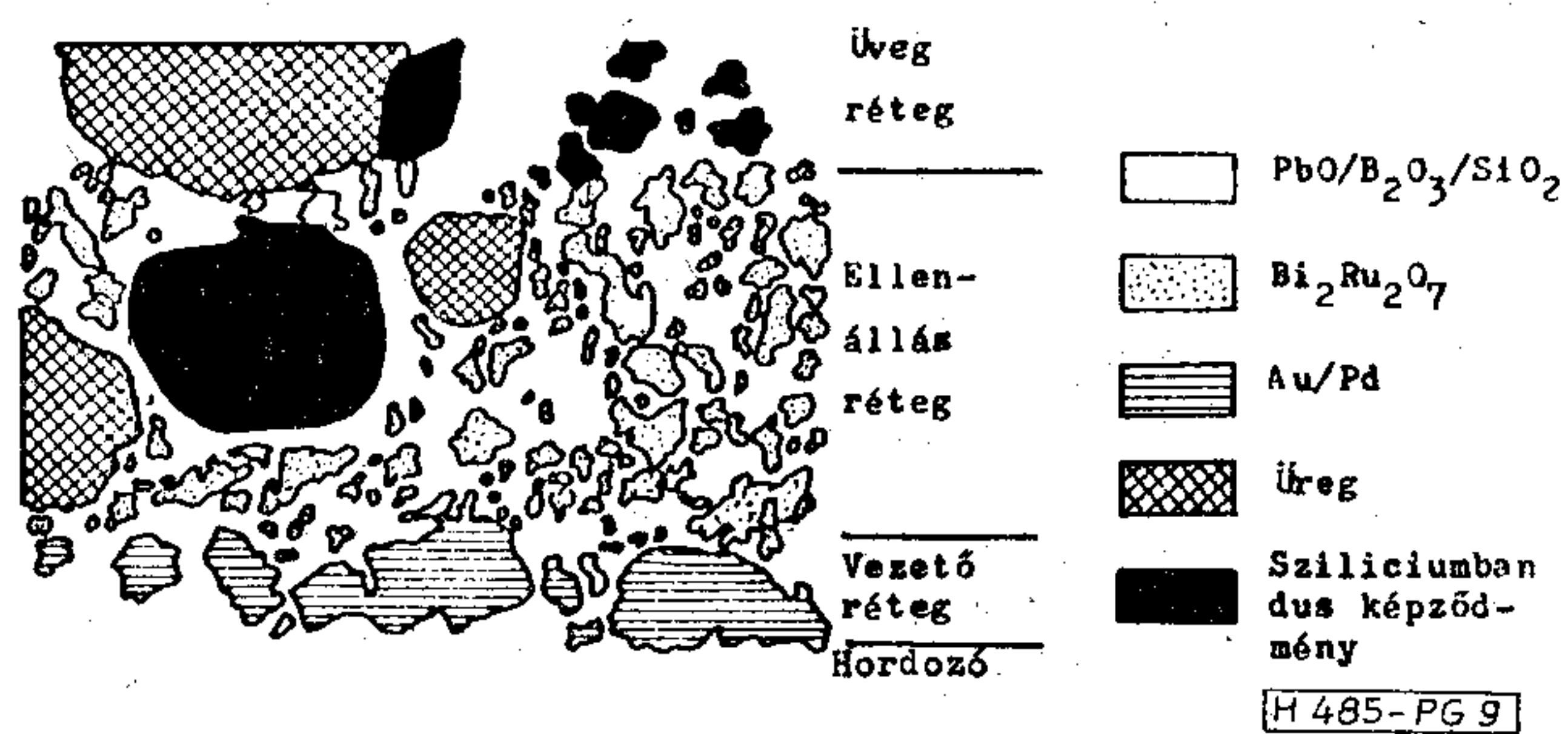
$$\lambda(T) = C_0 \exp - [qV_a/kT],$$

ahol:

- T — a réteg hőmérséklete $^{\circ}\text{K}$ -ben;
- q — az elemi töltés ($1,6 \cdot 10^{-19}$ As);
- k — a Boltzmann-állandó ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Ws/ $^{\circ}\text{K}$);
- V_a — a termikusan aktivált romlási folyamat aktiválási potenciálja [V];
- C_0 — a réteg alapminőségére jellemző állandó.

A vastagréteg ellenállások áramvezetési mechanizmusa még nem tisztázott, de hasonlóan nem ismertek részleteiben az ellenállás változást létrehozó jelenségek sem. Ennek egyik fő oka, hogy a réteg szerkezete heterogén.

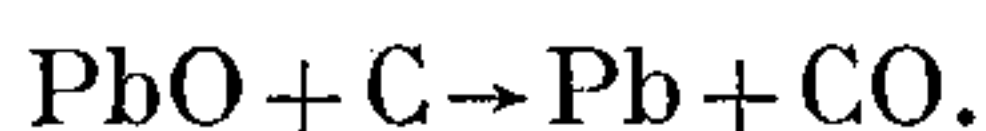
A 9. ábra egy jellegzetes $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapú pasztarendszer felhasználásával készült ellenállás rétegszerkezeti vázlatát mutatja, amely pásztázó elektron-mikroszkópos és elektron-mikroszkopos vizsgálatok eredményei alapján készült [9]. A metszet az ellen-



9. ábra. Rétegszerkezet (az ábra nem méretarányos)

állás azon részét mutatja, ahol az ellenállásréteg az előzetesen már felnyomtatott és beégetett — vezetőpaszta felhasználásával készült — vezetőréteggel érintkezik, azaz azt fedi. Így az ábra alsó részében látható Au-Pd zónák a vezetőréteg alkotói. Az ellenállás felső része járulékos üveg védőréteggel is be volt vonva, amelyet üveg tartalmú paszta utólagos felnyomtatásával és beégetésével hoztak létre azért, hogy az ellenállásokat a külső behatásokkal szemben védjék. Megemlítjük, hogy a 9. ábra tudatosan olyan ellenállás rétegszerkezetet mutat, amely — technológiai hiányosságok következtében — a megengedtnél nagyobb mértékben tartalmaz szilícium zárványokat és üregeket. Az üregek keletkezése a nem kielégítően végzett beégetéssel hozható kapcsolatba. Ha ugyanis a felfűtés kezdeti sebessége gyors, akkor a szerves kötőanyagokból és oldószerekből felszabadult gázok nem tudnak kellő mértékben eltávozni a rétegből, hanem visszamaradva üregeket képeznek.

Helytelenül végzett beégetés alkalmával a kötőanyagok elszénese miatt CO-zárványok képződése is bekövetkezhet az alábbi reakció szerint:



A szilíciumban dús zárványok létrejötte pedig a paszta elégtelen elkeverésével magyarázható. Ideális gyártás esetén az üregek és szilícium zárványok kialakulása nem törvényszerű.

4.2.3 Az értékbeállítás befolyásának vizsgálata

Az értékbeállítási (trimmelési) művelet a vastagréteg ellenállások stabilitását csökkentheti, aminek főbb okai:

- homokfúvatással végzett koptatásos eljárás esetén a koptatni nem kívánt felületre elkerülhetetlenül becsapódó homokszemcsék rétegroncsoló hatása;
- lézersugaras eljárásnál a nem kellően megválasztott energia, illetve impulzus ismétlődési frekvencia következtében adódó nem tökéletes rétegeltávolítás [8];
- mindkét trimmelési eljárás esetén a vezetésben részt vevő réteg elszűkülése következtében fellépő túlmelegedés.

Az utóbbi önmagában is az ellenállásérték bizonyos határon túli növelésének egyik korlátozó tényezője.

Lézer sugárral trimmelt ellenállások:

Az intézeti lézersugaras berendezéssel (YAG lézer) trimmelt ellenállások stabilitásának meghatározására a 10. ábra szerinti tesztábrát alkalmazzuk. A tesztá-

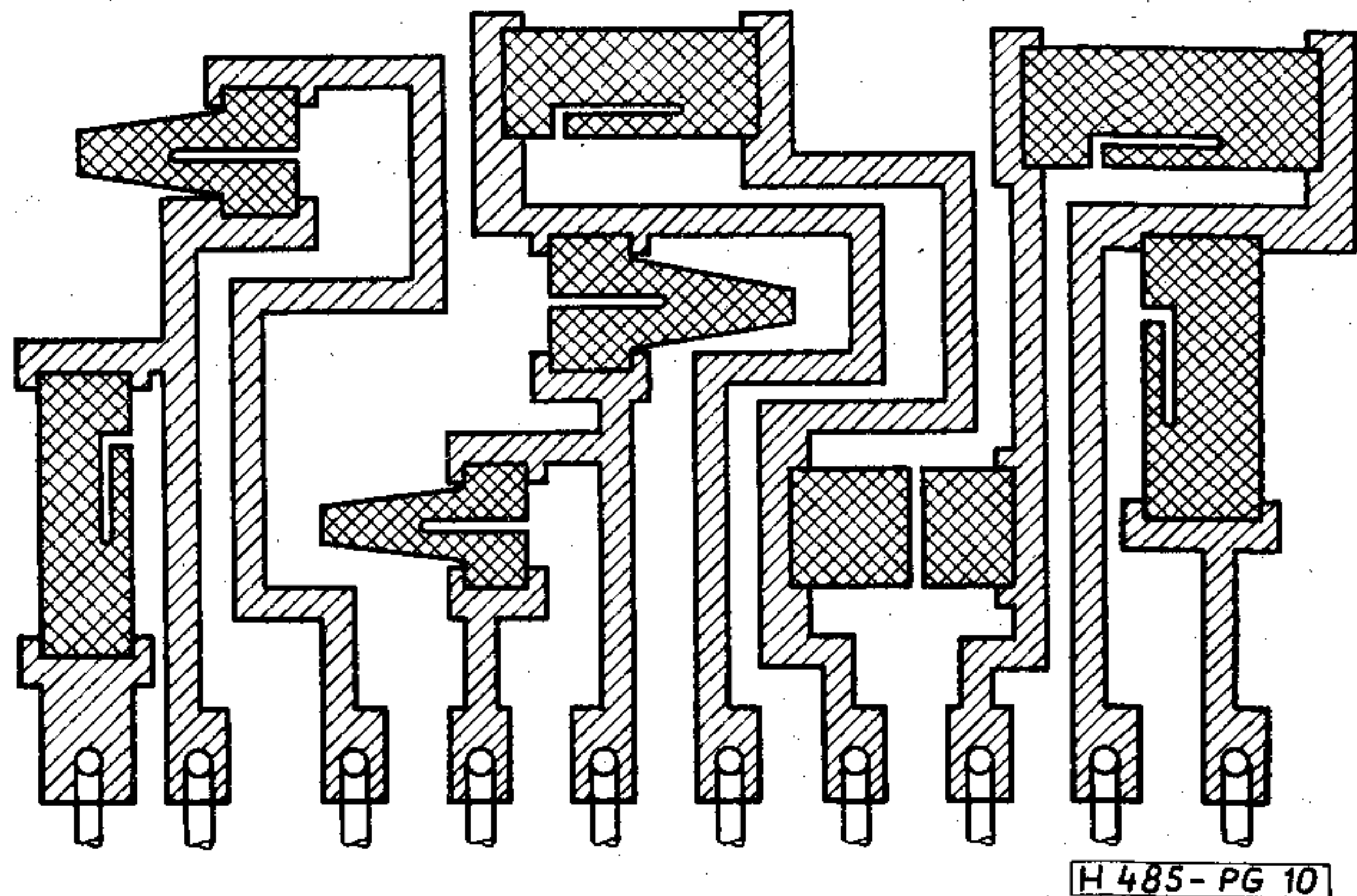
ra az ellenállásaj és nonlinearitás szempontjából kedvezőbb, ún. kalap-alakú ellenállások vizsgálatát teszi lehetővé. A tesztábra szalag alakúellenállását a vájat teljesen ketté szeli, így ezen „ellenállás” két ki-vezetése között mérhető szigetelési ellenállás alapján a rétegeltávolítás hatásosságára lehet következtetni.

Homoksugárral trimmelt ellenállások:

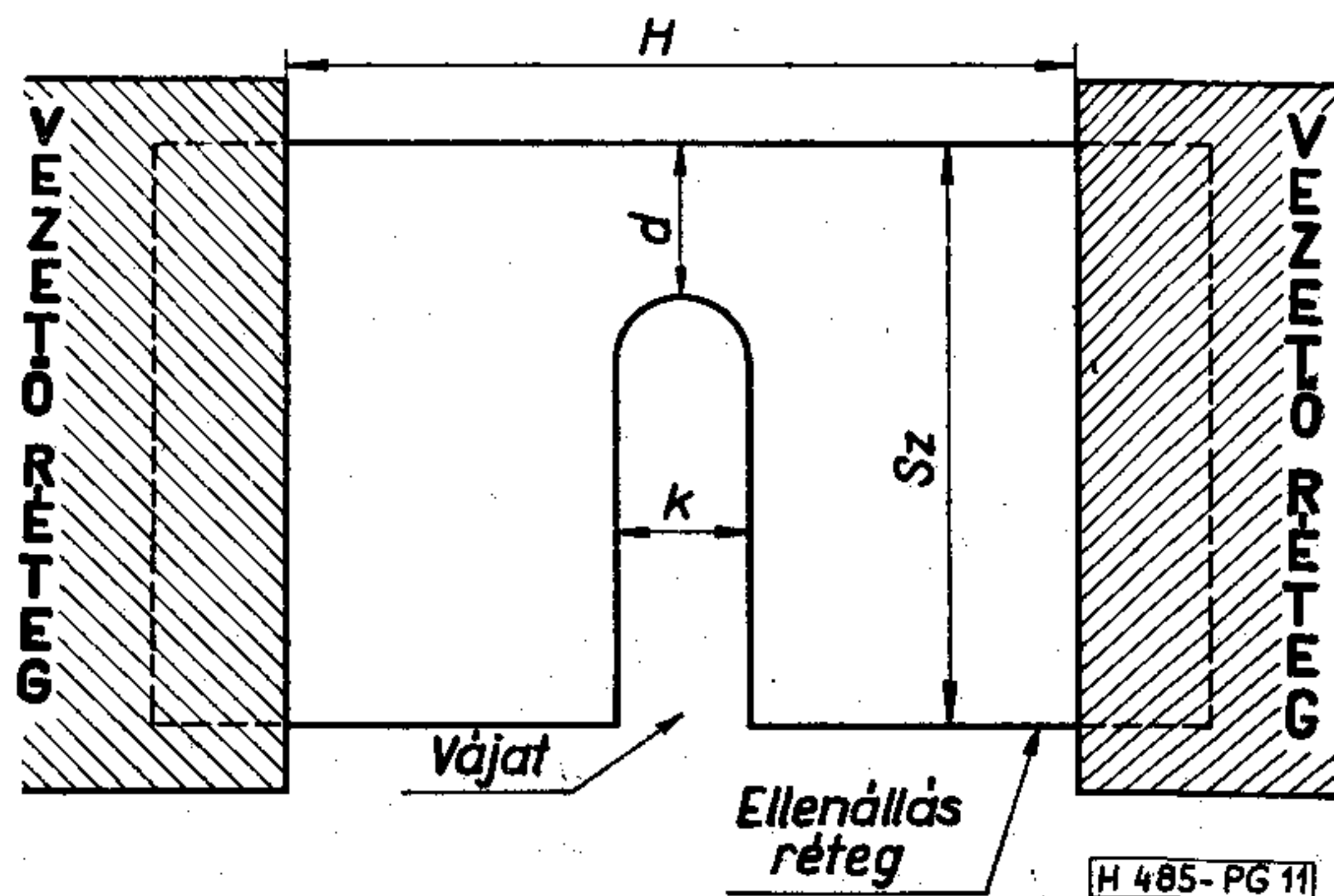
Egy kísérletsorozat alkalmával, az intézetben kifejlesztett és gyártott CG—040 típusú homoksugaras trimmelő berendezéssel trimmelt, tesztábrákat vizsgáltuk. A vizsgálat során állandó értéken tartott, $k=0,4$ mm-es kivágási szélesség mellett, különböző mérvű elszűkítés (ld. 11. ábrán d -vel jelölve) — vagy ami ennek következménye, érték növelés — esetén adódó stabilitási jellemzőket határoztuk meg élet-tartam vizsgálatok segítségével.

Ezen komplex kísérletsorozat eredményei közül az alábbiakban annak ismertetésére térünk ki, amelyet extrém mértékben trimmelt ellenállások vizsgálata során nyertünk, ugyanis ezek az eredmények a vastagréteg ellenállások túlterhelés iránti nagyfokú ellenállóképességét meggyőzően érzékeltetik.

A vizsgálathoz használt tesztábrák ellenállásai DP 1131 ellenálláspaszta felnyomtatásával készültek ($6 \times 1,5$ mm), majd homokfúvatásos trimmeléssel ($k=0,4$ mm) kereszt irányban $d=0,2$ mm-re szűkítették azokat. A nagymérvű elszűkítés kb. 3,3-szoros ellenállásérték növekedést eredményezett. A vizsgálat körülményei: a vizsgált ellenállások száma $N_0=100$ db; $T_v=+100$ °C; $P_v=0,1$ W. A szűkületi pontban kialakult áramsűrűség: $0,66$ A/mm². A disz-



10. ábra. A lézersugaras trimmelés jellemzőinek meghatározásához használt tesztábra



11. ábra. Homoksugárral trimmelt ellenállás (az ábra nem méretarányos)

szipált hő 2/3-ad része az elszűkített pontban $0,2 \times 0,4 \text{ mm}^2$ felületre koncentrálódott, ami igen nagy, közelítőleg $0,8 \text{ W/mm}^2$ felületi rétegterhelést jelentett.

A nagyfokú rétegtúlterhelés ellenére teljes meghibásodás — ún. „szakadásos” meghibásodás — a 6000 órás vizsgálat folyamán egyetlen esetben sem következett be! Ha a részleges meghibásodás kritériumaként különböző határértékeket választottunk, úgy a 100, illetve 6000 órás mérési időpontokban a 3. táblázat szerinti előfordulási gyakoriságot figyelhettük meg. A táblázatban a meghibásodási kritérium negatív előjelű, mivel egyöntetűen ellenálláscsökkenés következett be.

A vastagréteg ellenállások nagyfokú túlterhelés-állósága elsősorban az alkalmazott üveg/fém réteg magas olvadáspontjának és a réteg viszonylagos vastagságának ($15 \dots 30 \mu\text{m}$) tulajdonítható. De nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy a szokásos 96%-os Al_2O_3 kerámia hordozók hővezetési tényezője igen kedvező ($0,06 \text{ cal/cm s } ^\circ\text{C}$). Ezen túlmenően egy tipikus vastagréteg sajátosság is hozzájárul, nevezetesen az, hogy a vastagréteg ellenállásoknál a vezető- és ellenállásréteg közötti átmenet folyamatos. Bizonyítja ezt, hogy a vastagréteg ellenállások felületi potenciáeloszlását mérve, vezetőrétegtől-vezetőrétegig haladva, jó közelítéssel lineáris változás adódik. Ebből a szempontból legkedvezőbb a helyzet akkor, ha az ellenállások ún. post-fired eljárással készültek, amikor is előbb az ellenállásréteget viszik fel és égetik be (pl. 820°C), majd ezt követően történik az alacsonyabb beégetési hőmérsékletet (pl. 720°C) igénylő vezetőréteg felvitele és beégetése [10].

4.2.4 Küszöb-térerősség meghatározása

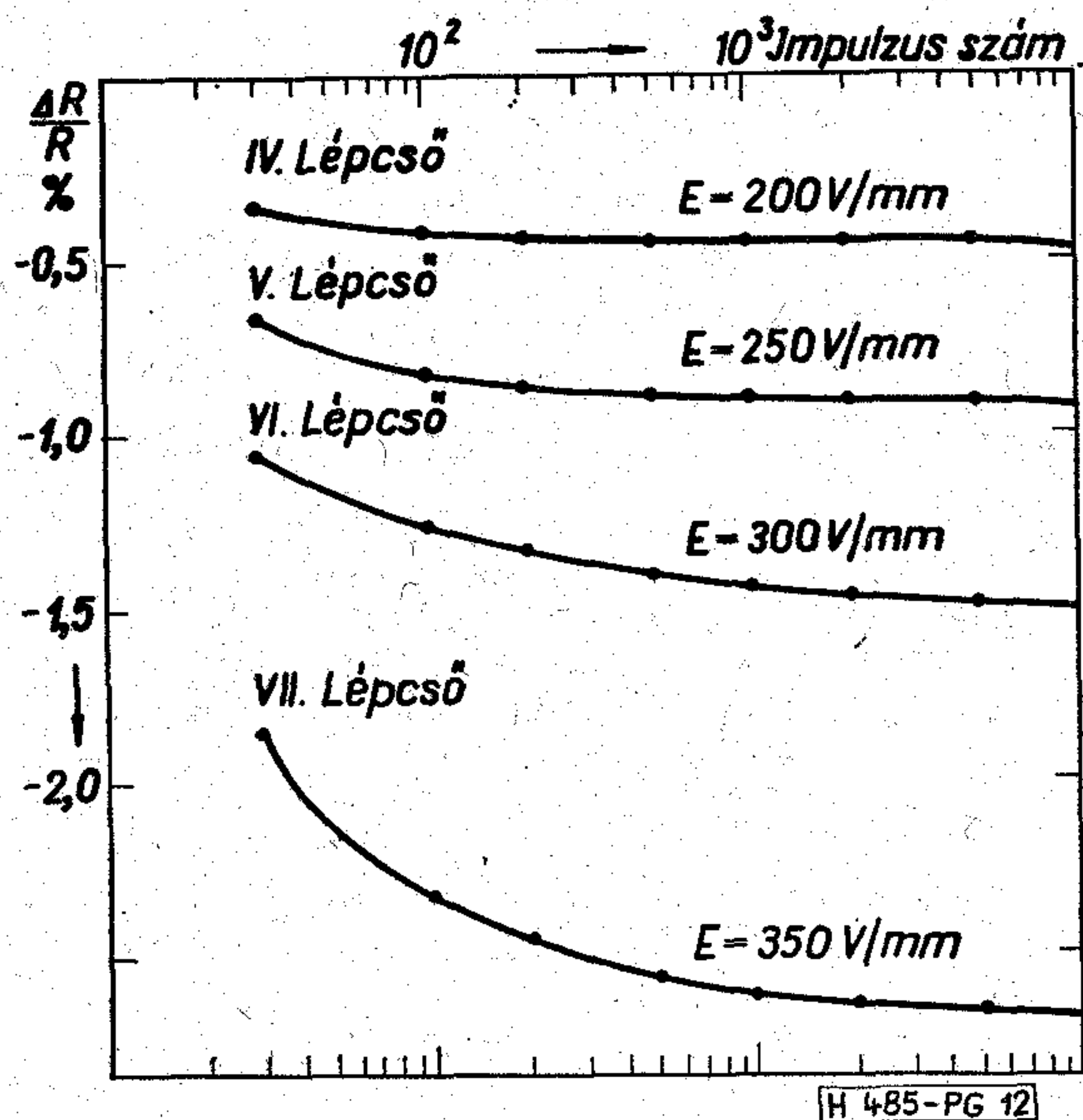
A fénoxid-üveg keverék ellenálláspaszták felnyomatásával készült ellenállások ismert tulajdonsága, hogy az egyes pasztatípusokra jellemző küszöb térerősséget (E_k) túllépve, maradandó ellenállásváltozás következik be.

Egy, a fenti jelenséget leíró modell Olivei-től [11] származik. A modell lényege az, hogy az áramvezetés alacsony térerősség esetén a rétegben kezdettől fogva található vezetőcsatornákon keresztül történik. Ha azonban a térerősség egy bizonyos határértéket túllép, akkor újabb csatornák kialakulása, illetve a meglevők egy részének megszűnése következik be. A modell az újonnan kialakuló, illetve megszűnő csatornák számát és egyéb jellemzőit, valamint a fellépő ellenállás-

3. táblázat

Extrém mértékben trimmelt vastagréteg ellenállások részleges meghibásodása

Hiba kritérium $\Delta R/R\%$ nagyobb mint	A hiba kritériumot túllépő példányok százalékos aránya a tételben belül	
	100 óránál	6000 óránál
-0,5%	57%	100%
-1,0%	24%	100%
-2,0%	+	51%
-3,0%	—	6%
-4,0%	—	3%
-5,0%	—	—



12. ábra. Impulzus igénybevétel hatására bekövetkezett ellenállásváltozás

változás mértékét matematikai-statisztikai módszerekkel közelíti.

A küszöb térerősség meghatározására szolgáló vizsgálatokat lépcsős (step-stress) igénybevétellel — impulzus üzemmódban — végezzük. Az impulzus üzemmód alkalmazására az ellenállások tartós felmelegedésének elkerülése miatt kerül sor. Az 1 Hz ismétlődési frekvenciájú impulzusokat tirisztoros impulzus generátor állítja elő.

Az ellenállásrétegben uralkodó E térerősséget $E = 50 \text{ V/mm}$ -ről indulva (I. lépcső), minden 10^4 impulzus után 50 V/mm -re emeljük.

A vizsgálatokhoz olyan tesztábrák készültek, amelyek elrendezése biztosította, hogy a szomszédos rétegek között átütés nem jöhetett létre.

A hazai gyártású áramkörökben gyakran alkalmazott DP 1131 típusú $1 \text{ kohm}/\square$ ellenállású pasztával készült, $2,0 \times 1,1 \text{ mm}$ méretű, szalag alakú ellenállások szignifikáns ellenállás változása a IV. igénybevételi lépcsőben ($E = 200 \text{ V/mm}$) következett be. Az azt megelőző III. lépcső ($E = 150 \text{ V/mm}$) után egyértelmű változás még nem volt észlelhető, így: $150 \text{ V/mm} < E_k < 200 \text{ V/mm}$. A továbbiakban még három igénybevételi lépcsőt alkalmaztunk (V...VII. lépcsők). A IV. és az ezt követő lépcsőkön belüli $\Delta R/R\%$ változást az impulzusszám függvényében a 12. ábra mutatja. Kísérleteink szerint a bekövetkező ellenállás-változás mértékét és jellegét az impulzus jelalak és kitöltési tényező viszonylag tágabb határok között történő változtatása nem befolyásolja.

Megemlítjük, hogy a szóbanforgó DP 1131 típusú ellenálláspasztát a $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ rendszer egyik jellegzetes képviselője. Súlyszázalékban kifejezett összetétele [9]: Bi_2O_3 26%; RuO_2 14%; PbO 29%; SiO_2 13%; B_2O_3 10%; Al_2O_3 4%; CdO 0,1%.

Olyan különleges ellenálláspaszták is forgalomban vannak, amelyek küszöb-térerőssége a vizsgált típusnál lényegesen nagyobb, így segítségükkel kimondottan stabil, nagyfeszültségű ellenállások, illetve nagyfeszültségű osztók előállítása is lehetséges.

Következtetések

- A vastagréteg ellenállások stabilitási diagramjainak a megszerkesztése korántsem olyan egyszerű feladat, mint az a Ni—Cr rétegellenállások esetében tehető. Amíg a Ni—Cr ellenállásoknál — ideális gyártást feltételezve — az oxidáció az egyetlen számottevő ellenállásváltozást létrehozó folyamat, addig a vastagréteg ellenállások esetén megfigyelhető értékváltozás több, összetett folyamat eredőjeként jelentkezik.
- A $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ alapanyagú paszták felhasználásával készült trimmeletlen vastagréteg ellenállások kezdeti ellenállásváltozását a hőtágulás következtében fellépő mechanizmusok váltják ki, a villamos igénybevétel csak közvetve, hőhatásán keresztül, érvényesül.
- Amennyiben fokozott stabilitású ellenállásokra merül fel igény, úgy a (8) összefüggés szerinti kezdeti szakasz megemelt hőmérsékleten végzett, kb. 200 órás tárolással, vagy előégetéssel (burn-in) küszöbölhető ki.
- Az extrém mértékben elszűkített ellenállások vizsgálata során észlelt ellenállásváltozás minden esetben negatív előjelű volt. A 4.2.4 pontban ismertetett vizsgálat szeit az alkalmazott DP 1131 típusú ellenállás pasztával készített ellenállások küszöb térerőssége $\sim 150 \text{ V/mm}$, amelyet túllépve negatív előjelű értékváltozás következik be. Az extrém mértékben elszűkített ellenállások esetében a szűkületben kialakult térerősség kb. 50 V/mm értékű volt, ami önmagában a negatív előjelű változást nem indokolja. Ez arra utal, hogy a trimmeléssel kialakított $0,2 \times 0,4 \text{ mm}$ -es réteg szakasz — extrém kis mérete miatt — anomális viselkedést mutat.
- Ugyancsak az extrém mértékben elszűkített ellenállások vizsgálata során kapott eredmények

a vastagréteg ellenállások nagyfokú túlterheléssel szembeni ellenállóképességét eklatánsan bizonyítják. Felhasználó szempontból ez azt jelenti, hogy vastagréteg ellenállásokat feltétlenül célszerű azokban a berendezésekben alkalmazni, amelyeknél a katasztrofális jellegű meghibásodások fellépése nem megengedhető, így például biztosító berendezésekben, valamint a számítástechnika- és automatizálás területén.

I R O D A L O M

- [1] Remke, L. R.; Burdick, G. A.: Spiral inductors for hybrid and microwave applications. Proc. 24th Electronic Components Conf. 1974. p: 152-161.
- [2] Sato, K.; Harada, S.: A novel planar multilevel interconnection technology utilizing polyimide. Proc. 23rd Electronic Components Conf. 1973. p: 15-20.
- [3] Harper, Ch.: Handbook of Thick Film Hybrid Microelectronics. Mc Graw—Hill, New York, 1975.
- [4] Bráda, F.; Petrikovits, L.: Felületi hőmérsékletmérés infravörös mikroszkóppal. A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet Jubileumi Évkönyve, Budapest, 1973. p: 305-317.
- [5] Rauche, M. L.; Randall, H. E.: Infrared as a thermal analysis tool. Solid State Technology, March 1970. p: 67-72; 87.
- [6] Martin, J. H.; Guntlov, V. T.; Burks, D. P.: Thermal analysis of ceramic-based microcircuits. Electronic Components, June 1970. p: 761-680.
- [7] Taketa, Y.; Haradome, M.: Stability and deterioration mechanism of thick film resistors. Microelectronics and Reliability, 13. k. 4. sz. 1974. p: 281.
- [8] Du Pont Electronic Materials (Katalógus kiadvány): Laser trimming techniques for thick film resistors.
- [9] Coleman, M. V.: Evaluation methods for the examination of thick film materials. IERE Conf. Hybrid Microel. 1973. p: 121.
- [10] Taketa, Y.; Haradome, M.: Thick film resistors with improved voltage stability. IEEE Trans of Parts, Hybrids and Packaging, PHP—10. 21. sz. 1974. p: 74-81.
- [11] Olivei, A.: On the sensitivity to high voltages of thick-film resistors. Proc. 23rd Electronic Components Conf. 1973. p: 140-152.

S Z E M L E

Összeállította: BALOGH PÁL*

A Szovjetunióban eddig fejlesztés alatt állt ES—1050 számítógép gyártásra való előkészítésének programját leállították, és helyette egy másodpercenként 1,5 millió műveletet elvégző új gépet, az ES—1060-at fejlesztik (az ES—1050 teljesítménye 500 000 művelet/mp volt). A lipcsei vásáron közöltekre hivatkozó hír szerint jövőre egy új RJAD sorozatot fognak bemutatni a KGST országok, amely nagyjából az IBM 370 sorozathoz hasonlítható.

A sorozat legnagyobb gépe a Robotron ES—1040 továbbfejlesztésével kialakított ES—1055 lenne. Ez a gép (ES—1040) volt az előző sorozat legsikeresebb darabja, bár abból csak mintegy 100 darabot adtak el, fele arányban exportra. Ugyancsak sikeresnek tartják a Videoton ES—1010 számítógépet, amely a CII Mitra 15 csökkentett teljesítményű változata (IBM kompatibilitás biztosítása érdekében).

A KGST országok számítógépgyártásának kerékkötőjeként hiányt látnak a magasszínvonalú alkatrész- és szerelvény tömeggyártás területén. (Computer Weekly, 1976. júl. 15. [261])

* Válogatás a KGM-TMTI információs anyagából

A legtöbb, mikroprocesszoron alapuló ellenőrzési rendszerben, ha a mérnök figyelembe veszi a software és a hardware hasonlóságait, nincs szüksége programozóra. Épp olyan jól és hatékonyan tudja követni a program végrehajtási menetét, mint a huzalozást. Egyszerűen megjegyezhető kódok vagy mnemotechnikai rövidítések könnyítik meg mind a fejlesztő, mind a felhasználó mérnök munkáját. Az Intel 4004-es mikroprocesszorához kifejlesztett technika jól bevált az évek folyamán. Az ott megírt program 3200 utasításból áll és 600 emberórát sem vesz igénybe.

Lényegében a hardware és a software egy-egy funkcióját egy-egy szimbólummal látja el. A szimbólumok áttekinthetők és könnyen csoportosíthatók a feladatnak megfelelően. Más színekkel jelölve a ki- és bemeneti részeket, a hibajavítást, adódik a hardware blokkdiagram. A software folyamatára alapján megoldható a mnemonikai kódolás. A cikk egy ilyen módon felépített és lefutott programot mutat be (ez figyelembe veszi a hardware-logikát is). (Electronics, 1976. júl. 8. [262])

(Folytatás a 116. oldalon).

Elektronikai alkatrészek megbízhatósági jellemzőinek előírása

ETO 621.38:019.3

Az elektronikai alkatrészekkel szemben támasztott egyre szigorúbb megbízhatósági követelmények szükségessé tették, hogy az alkatrész megbízhatóságára vonatkozó számszerű jellemzőket az alkatrészek szabványaiban, műszaki feltételeiben vagy műszaki adatlapjain szerepeltessék. Az ezekben az előírásokban — következőkben összefoglalóan műszaki előírásokban — meghatározandó mennyiségi megbízhatósági követelmények rögzítése összetett műszaki-gazdaságossági döntések eredményeként jön létre. A megbízhatósági előírások elkészítése során ugyanis nemcsak az alkatrész műszaki tulajdonságait kell figyelembe venni, hanem többek között olyan szempontokat is, hogy milyen jellegű az alkatrész gyártása (egyedi tételekben állítják elő vagy sorozatban gyártják), milyen vizsgálati feltételek között várható az alkatrész megbízhatósági adatainak leggazdaságosabb meghatározása, milyen vizsgálati berendezéskapacitás szükséges a megbízhatósági jellemzők statisztikailag megalapozott meghatározásához vagy ellenőrzéséhez. Ezeknek a sokoldalú szempontoknak együttes számbavétele, illetve a legfontosabb hatótényezőknek megválasztása a műszaki előírások elkészítői számára bonyolult feladatot jelent.

A Magyar Szabványügyi Hivatal ennek a tevékenységnek elősegítésére az általános minőségjavítási és minőségbiztosítási program keretében útmutatót dolgozott ki az elektronikai alkatrészek megbízhatósági előírásainak készítéséhez. Az MI—11 011 [1] műszaki irányelvet, amely a megbízhatósági előírások megválasztásának legfontosabb szempontjait és módszereit tartalmazza, az IEC (International Electrotechnical Committee) 409 Publikációjának [2] alapján készítették el, figyelembe véve a Publikáció felülvizsgálatára vonatkozó IEC anyagot [3] is. A műszaki irányelv összeállításában a magyar megbízhatósági szakértők is részt vettek.

A jelen közleményben az MI—11 011 [1] műszaki irányelv felépítését követve tájékoztatást adunk a megbízhatósági előírások elkészítése során figyelembe veendő legfontosabb elvi és gyakorlati szempontokról.

1. A vizsgálati eljárás megválasztása

Az elektronikai alkatrészek megbízhatósági követelményeinek előírásakor elsősorban a vizsgálati eljárás jellegének meghatározása a legfontosabb szempont. A vizsgálati eljárást két tényező függvényében célszerű megválasztani:

— milyen az alkatrész gyártásának jellege;

— milyen céllal végezzük a megbízhatósági vizsgálatot.

Az alkatrész gyártásának jellegétől függően megkülönböztetünk: egyedi tétel vizsgálatot és sorozat-tétel vizsgálatot.

Tételnek a következőkben azoknak az alkatrészeknek az összességét nevezzük, amelyből a vizsgálati mintát ki kell választani és amelyet abból a szempontból kell vizsgálni, hogy megfelel-e vagy sem az előírt megbízhatósági követelményeknek. Ez különbözik azoknak az alkatrészeknek az összességétől, amelyet más esetekben (például szállítás során) nevezünk tételnek. Minden tételnek, ha ez gyakorlatilag keresztülvihető, azonos típusú, méretű, osztályú és összetételű alkatrészekből kell állnia, amelyeket azonos feltételek között és azonos időben gyártottak.

A sorozat-tételek esetében a gyártás folyamatosan történik, így időszakosan állnak rendelkezésre az ellenőrizendő vizsgálati tételek. Az egyedi tétel esetében, mivel csak egy adott időpontra vonatkozó és nem folyamatos gyártásról van szó, csak egy adott tételből választható ki a vizsgálati minta.

Az egyedi tétel vizsgálata során tehát nagyobb statisztikai biztonság szükséges, mivel a vizsgálat nem ismételhető meg. Ez a követelmény, mint a későbbiekben látni fogjuk, nagyobb darabszámú vizsgálati mintát tesz szükségessé, mint sorozat-tétel vizsgálat esetében. Az egyedi tétel vizsgálatakor az alkatrészek megbízhatóságára vonatkozó valamennyi információ egy vizsgálat eredményéből származik, így ennek a vizsgálatnak eredményeiből kell jellemezni a vizsgált alkatrésztípus megbízhatósági tulajdonságait. Az egyedi tétel vizsgálat ugyan műszaki szempontból előnyös, mivel a megbízhatósági adatok származtatása és vonatkoztatása egyértelműen meghatározott tételhez tartozik, azonban gazdasági szempontokat is figyelembe véve csak akkor alkalmazható, ha

- a gyártás nem folyamatos;
- az előírt megbízhatósági jellemző számértékek olyanok, hogy a vizsgálatok a nagyobb mintanagyság ellenére is gazdaságosan elvégezhetők.

A sorozat-tétel vizsgálat esetében kisebb statisztikai biztonság is megengedhető, mivel a vizsgálatok időszakos megismétlése folyamatos információszerezést tesz lehetővé. Ezért ebben az esetben a vizsgálati mintanagyság is kisebbnek adódik, mint egyedi tétel vizsgálat elvégzésekor. A sorozat-tétel vizsgálat lehetővé teszi, hogy az alkatrészek megbízhatóságára vonatkozó adatokat több tételre folyamatosan gyűjtjük össze, ekkor azonban feltételezzük, hogy az alkatrészek gyártása azonos technológiai körülmények között gyakorlatilag folyamatosan történik, a gyárt-

mány konstrukciójának megváltoztatása nélkül. Ebben az esetben a gyártási eljárást ellenőrzik a megbízhatóság állandóságának biztosítása céljából. Figyelembe kell vennünk azonban, hogy ebben a vonatkozásban a „gyártási eljárás” fogalomkörébe beletartozik a gyártás, a vizsgálat, a minőségellenőrzés valamennyi tevékenysége. A kisebb mintanagyság következtében a sorozat-tétel vizsgálat kevésbé költséges, mint az egyedi tétel vizsgálat.

A vizsgálati eljárás megválasztásának másik szempontja az, hogy milyen céllal végezzük a vizsgálatot. Ez kétféle lehet: a megbízhatósági jellemzők meghatározása, illetve azok ellenőrzése.

A megbízhatóság ellenőrző vizsgálatot annak megállapítása céljából végzik el, hogy az alkatrész megbízhatósági jellemzője megfelel-e az előírt megbízhatósági követelménynek.

Általában a gyártó (szállító) feladata, annak igazolása, hogy az előállított alkatrész az előírt megbízhatósági jellemző értéknek, adott konfidencia szinten megfelel. Ennek megfelelően a vizsgálati előírást úgy kell összeállítani, hogy abban szerepeljen:

- az előírt megbízhatósági jellemző és annak előírt számértéke;
- az előírt konfidencia szint (az a statisztikai biztonság, amellyel az ellenőrzést elvégezték);
- az előírt megbízhatósági jellemző értékből és konfidencia szintből származtatott vizsgálati mintanagyság és időtartam;
- az átvételi kritérium (rendszerint vagy a vizsgálat során bekövetkezett meghibásodások maximálisan megengedett száma, vagy az alkatrészekben megfigyelt összes működési idő előírt értéke).

Előírt megbízhatósági jellemzőként rendszerint a meghibásodási rátát szokták választani és szokásosan feltételezik, hogy a működési idő eloszlása exponenciális, azaz a meghibásodási ráta állandó. A továbbiakban — a műszaki irányelvben is alkalmazott feltetéssel egyezően — az állandó meghibásodási rátára vonatkozó előírásokkal foglalkozunk.

Az ellenőrző vizsgálat alkalmazható mind sorozat-tételek, mind pedig egyedi tételek vizsgálata esetében. Egyedi tétel vizsgálata esetében elsősorban átadás-átvételi vizsgálatok alkalmával szokták felhasználni, sorozat-tétel vizsgálatok esetében időszakosan alkalmazzák a gyártási megbízhatóság ellenőrzésére. Az ellenőrző vizsgálat során elegendő adatot kell összegyűjteni annak igazolására, hogy a tétel adott megbízhatósági követelménynek megfelel-e vagy sem. Mivel a nagymegbízhatóság igazolása jelentős vizsgálati darabszámot és nagy időtartamot követel meg, nagymegbízhatóságú alkatrészek esetében a vizsgálat költséges és hosszadalmas.

A megbízhatósági ellenőrző vizsgálat az alkatrészek megbízhatóság szempontjából történő minősítésének alapjául szolgál. A minősítés, amely annak igazolására szolgál, hogy a gyártó által előállított alkatrész megfelel a műszaki előírás követelményének, lehet ún. kezdeti minősítés, amely új fejlesztésű gyártmányok első vizsgálati eredményei alapján értékeli a megbízhatóságot; lehet minősítés fenntartási eljárás, amely a már minősített alkatrészek megbízhatósági szintjének időszakosan ismételt igazolására

szolgál; lehet a minősítés kiterjesztése, azaz annak igazolása, hogy a gyártó által előállított alkatrész megbízhatósági jellemzője jobb, mint a már minősítéssel megállapított érték. A minősítési eljárás egyik lehetséges döntése még a minősítés visszavonása, azaz a korábban már igazolt megbízhatósági szintet az ismételt vizsgálatok során nem teljesítő tételek megbízhatósági szempontból történő visszautasítása.

A megbízhatóság meghatározó vizsgálatok célja az, hogy az alkatrészek megbízhatósági jellemzőjét megállapítsák. Ezeket a vizsgálatokat rendszerint vagy új fejlesztésű alkatrészek esetében, vagy a már régebben gyártott alkatrészek gyártmány konstrukciójának, illetve gyártástechnológiájának módosítása esetén végzik el. Ennek az eljárásnak alkalmazása akkor szükséges, ha az elsődleges cél az alkatrészek megbízhatóságának számszerű értékelése. Ekkor a gyártó (szállító) feladata a vizsgálat előírás szerinti elvégzése és a vizsgálati eredmények közlése. Mivel ebben az esetben a megbízhatósági jellemzőre nincs számszerű követelmény, ezért előírt mintanagyság és vizsgálati időtartam sem szerepel a műszaki előírásokban.

Azonban a megbízhatósági meghatározó vizsgálatok esetében a műszaki előírásokban kell közölni az eredmények értékelési módszereit és az eredmények közlési módját. A meghatározó megbízhatósági vizsgálatok értékelését rendszerint a meghibásodási ráta megfigyelt értékével és adott konfidencia szintű felső konfidencia határával szokták megadni. Az így meghatározott meghibásodási ráta már összehasonlítható más vizsgálatok eredményeivel is. Az eredmények közlését az MSZ 11 010 [4] szabvány szerint célszerű elvégezni, megadva a meghatározó vizsgálat időtartamát és mintanagyságát is.

A megbízhatóság meghatározó vizsgálatok is alkalmazhatók mind egyedi, mind sorozat-tételek vizsgálata esetében. Az egyedi tételek számszerű megbízhatósági adatainak megállapítása azért igen fontos, mivel az ellenőrző jellegű vizsgálatok esetében csak korlátozott jellegű megállapítások tehetők (adott megbízhatóságú-e a tétel vagy sem), ugyanakkor a meghatározó vizsgálatok esetében lehetőség nyílik annak megállapítására is, hogy mennyire megbízható a tétel, illetve hogyan változik megbízhatósága az üzemeltetési feltételek hatására. A sorozat-tételek vizsgálata esetében a meghatározó vizsgálat azért nagy jelentőségű, mert általa lehetővé válik a különböző vizsgálatok eredményeinek összevonása is és ezáltal nagyobb adatmennyiségen alapuló, magasabb megbízhatósági szintet reprezentáló megbízhatósági jellemzők is meghatározhatók nagyobb konfidencia szinten. Meghatározó vizsgálatok esetében ugyanis a már korábbi vizsgálatokból származó adatok is felhasználhatók az újabb vizsgálati eredményekkel összevonva az értékelés elvégzésére, de ekkor az összevonás tényét az adatközlésben fel kell tüntetni.

A megbízhatósági meghatározó vizsgálatok tehát több esetben nagyobb információmennyiséget szolgáltatnak az alkatrészek megbízhatóságára, azonban minősítő vizsgálatként nem alkalmazhatók, ha több adatforrás összevonásán alapulnak. A műszaki előírásban a megbízhatóság meghatározó vizsgálat ese-

tében meg kell adni az alaktrészóra adatmennyiséget és azt az időszakot, amelyre az adatok vonatkoznak.

2. A vizsgálati körülmények és a meghibásodási kritériumok előírása

A vizsgálat típusának előírása után meg kell határozni a vizsgálati körülményeket és a meghibásodási kritériumokat.

Az elektronikai alkatrészek megbízhatóságának ellenőrzésére vagy meghatározására irányuló vizsgálatok rendszerint tartós terhelés vizsgálatok. Ezekre a vizsgálatokra vonatkozóan a legfontosabb vizsgálati feltételek megválasztása elsősorban a vizsgálat során alkalmazott villamos igénybevétel és a vizsgálat környezeti hőmérsékletének meghatározását jelenti. A vizsgálati körülményeket általában az alkatrészekre előírt maximálisan megengedett villamos igénybevételben és környezeti hőmérsékletben írják elő. Ezeket az előírásokat az alkatrészek műszaki előírásai tartalmazzák és általában névleges vizsgálati feltételeknek szokták nevezni.

Ha azonban ismeretes, hogy az alkatrész megbízhatósága hogyan változik az igénybevételi szintek függvényében, azaz ismert a szigorúbb igénybevételi szintekhez (gyorsított vizsgálati feltételekhez) tartozó meghibásodási ráta és a névleges vizsgálati feltételekhez tartozó meghibásodási ráta hányadosa, akkor ennek az ún. gyorsítási tényezőnek a felhasználásával a vizsgálatok a maximálisan megengedett igénybevételi szinten túlmenő vizsgálati feltételek között is elvégezhetők. Ezeket a gyorsított vizsgálatokat csak akkor lehet műszaki előírásban rögzíteni, ha a gyorsítási tényező számszerű értéke ismert és igazolt. Ebben az esetben előírható az a vizsgálat is, amely a gyorsítási tényező helyességének ellenőrzésére szolgál.

Ha a gyorsítási tényező ugyan ismert, de előírást nem adnak meg az értékére, akkor kiforrott alkatrész-típusok esetében a vizsgálati eredményekből származtatott, a gyártó és a felhasználó között egyeztetett érték is megadható.

Ha a gyorsítási tényező számértéke nem ismert, akkor az alkatrész műszaki előírásában csak információs adatok közölhetők a gyorsítási tényező alkalmazásának szabályairól (például, hogyan kell statisztikai módszerekkel összehasonlítani a különböző vizsgálati körülmények között elvégzett vizsgálatok eredményeit), valamint azokról a vizsgálatokról, amelyeket az egyes alkatrésztípusokra vonatkozóan el kell végezni a gyorsítási tényező számértékének megállapítására. Megjegyzendő, hogy ezeket a vizsgálatokat az átadás (szállítás) megkezdése előtt célszerű elvégezni. Ha az átvétel nem a gyorsított vizsgálatok alapján történik, akkor még megengedhető, hogy azokat az átadás (szállítás) során végezzék el.

Az alkatrészek megbízhatósági követelményének meghatározott meghibásodási kritériumra kell vonatkoznia. Ez azt jelenti, hogy az alkatrész műszaki előírásában egyértelműen meg kell adni, hogy mikor minősítik az alkatrészt meghibásodottnak. A meghibásodási kritérium lehet az alkatrész teljes meghibásodása, vagy valamely kiválasztott paraméterének

(paramétereinek) meg nem engedett, nagymértékű változása. Meghibásodási kritériumot csak olyan alkatrész-paraméterekre célszerű előírni, amelyek az alkatrész működését jelentős mértékben befolyásolják, és amelyek fontosak az alkatrész jellemző felhasználási feltételei között.

Egyes esetekben egynél több meghibásodási kritérium is előírható az alkatrész valamely paraméterére. Például az egyik kritérium enyhe, a másik közepes, a harmadik szigorú követelményt jelent az alkatrész működésére. Ha több meghibásodási kritériumot írnak elő, akkor azok közül az egyiknek az alkatrész teljes meghibásodására kell vonatkoznia. A teljes meghibásodást ekkor degradációs meghibásodásként is számításba kell venni a szigorúbb meghibásodási kritériumok szerinti értékelés során. A meghibásodások számát az egyes meghibásodási kritériumok esetében úgy kell meghatározni, hogy figyelembe vesszük azokat a meghibásodásokat is, amelyeket az adott meghibásodási kritériumnál enyhébb kritériumok szerint állapítottunk meg. Például egy fémréteg-ellenállás meghibásodási kritériumai legyenek a következők:

0,5%, 2%, 4% és a teljes meghibásodás. Ha a vizsgálat során két teljes meghibásodás, 3 darab 4%-ot meghaladó ellenállás-változás, 4 darab 2–4% közötti ellenállás-változás és 6 darab 0,5–2% közötti ellenállás-változás fordult elő, akkor az egyes meghibásodási kritériumokhoz a következő meghibásodási számok tartoznak:

teljes meghibásodás: 2, 4%-nál nagyobb ellenállás-változás: 5, 2%-nál nagyobb ellenállás-változás: 9, 0,5%-nál nagyobb ellenállás-változás: 15.

Megemlítendő, hogy ha az alkatrész az előírt meghibásodási kritérium alapján a vizsgálat egyik adott időpontjában meghibásodottnak bizonyult, akkor ezt az alkatrészt a vizsgálat további szakaszában már meghibásodottnak kell tekinteni, függetlenül attól, hogy az alkatrész esetleg később a megengedettnél kisebb változást fog mutatni, azaz paramétere nem lépi túl már az előírt tűréshatárt.

Egyes esetekben szükséges lehet, hogy azokra az alkatrészekre, amelyeknek több paramétere van, a megbízhatósági jellemzőnek több értékét írják elő az egyes paramétereknek megfelelő meghibásodási kritériumok szerint.

A megbízhatósági vizsgálatok során általában egy alkatrész esetében az egynél több paraméterre vagy kritériumra vonatkozóan megállapított meghibásodást egyetlen meghibásodásnak kell tekinteni és így ez csak egy meghibásodott alkatrészt jelent.

3. A vizsgálatok elvégzésével, az adatok feldolgozásával és az eredmények közzétételével kapcsolatos előírások

Az alkatrészekre vonatkozó előírásokban meg kell határozni, hogy milyen időközönként kell a vizsgálatokat elvégezni. Egyedi tételek esetében ez egyszeri vizsgálatot jelent, folyamatos gyártású sorozattételek esetében a vizsgálat időszakos elvégzése szükséges. A műszaki előírás vagy tételenkénti ellenőrzést követel meg, vagy meghatározott időközönként

(például félévente) megismételt vizsgálatot, vagy pedig meghatározott gyártási mennyiség előállítása után végzendő vizsgálatot irányoz elő.

A vizsgálati adatok feldolgozásának megkezdése előtt meg kell határozni, hogy az alkatrész működési idejének valószínűségi eloszlása milyen eloszlásfüggvénnyel közelíthető. Az MI 11 011 [1] műszaki irányelv az állandó meghibásodási ráta esetével, azaz az exponenciális eloszlással foglalkozik. Exponenciális eloszlás esetében is lehetséges, hogy a korai meghibásodások szakasza és az elhasználódási meghibásodások szakasza megfigyelhető az alkatrész működése során. Ezért, ha erre lehetőség van, ezeknek a szakaszoknak kezdő- és végpontját a műszaki előírásban meg kell határozni (az elhasználódási meghibásodások szakaszának a kezdőpontját lehet csak megadni).

A vizsgálati adatok összegyűjtése csak folyamatos gyártású sorozat-tételek esetében végezhető el. Erre az esetre vonatkozóan a műszaki előírásban rögzíteni kell, hogy milyen adatokat kell összegyűjteni, az adatgyűjtés milyen időszakokra vonatkozzék és melyek az adatgyűjtés célkitűzései.

A vizsgálati eredmények összegyűjtése általában a következő célokkal történik:

- a meghibásodási ráta adott konfidencia szintű felső határának kiszámítása;
- az alkatrészek legfontosabb jellemzőiben bekövetkezett változások értékelése (az alkatrész-jellemzők adatfeldolgozását az MSZ 11 010-ben [4] közölt grafikus és numerikus módszerek egyikével kell elvégezni).

Az egyes vizsgálati eredmények összevonása esetében meg kell állapítani, hogy milyen esetben hagyhatók el egyes kiugró adatok. Ha a vizsgálat már megkezdődött, akkor a folyamatos gyártásból származó sorozat-tételeken végzett vizsgálatok összes eredményét fel kell venni az adatok összesítésébe. Kivételt képez az olyan eset, amikor a tételt ugyan nem megfelelőnek minősítették, de azt is megállapították, hogy a folyamatos gyártásra ennek a tételnek a vizsgálati adatai nem jellemzőek. Ha kimutatható és igazolható, hogy olyan meghibásodási mechanizmus lépett fel ennél a tételnél, amely eddig még nem fordult elő és újbóli bekövetkezése a jövőbeli gyártásban már nem lehetséges, akkor az erre a tételre vonatkozó adatok az összesítésből kizárhatók. Az adatok összesített értékelésében azonban meg kell adni az így kizárt tételeket.

A megbízhatósági előírásokban kell megadni a vizsgálati eredmények közlési módját is.

A megbízhatóságot ellenőrző vizsgálatok eredményeit a meghibásodási ráta előírt értékével a konfidencia szinttel és a meghibásodások maximálisan megengedett számával (az átvételi számmal) kell megadni, valamint közölni kell a vizsgálatok során bekövetkezett tényleges meghibásodási számot, amelyet az átvételi számmal összehasonlítva megállapítható, hogy a vizsgált tétel megfelelő-e vagy sem. A meghibásodási ráta ellenőrzése általában egyoldali konfidencia intervallum felső határának meghatározásával történik, a konfidencia szint kezdeti minősítés esetében 60% vagy 90%, ismételt vizsgálatok (minősítés fenntartás) esetében azonban ezen a két szinten

túlmenően a 10%-os szint is megengedhető egyes esetekben.

A megbízhatóságot meghatározó vizsgálatok esetében az eredmények közlésekor meg kell adni a vizsgálati mintanagyságot, a vizsgálati időtartamot és a megfigyelt meghibásodások számát. Az adatközlésnek tartalmaznia kell az összegyűjtött vizsgálati eredményekből számított, becsült meghibásodási rátát. Ezt egyoldali konfidencia intervallum felső határával határozzák meg, a konfidencia szint meghatározó vizsgálatok esetében 60% vagy 90%. A megbízhatósági meghatározó vizsgálatok eredményeit célszerű 6 hónapos vagy ennél hosszabb időszakokra közölni. Az adatközlés vonatkozhat például 3 éves időtartam alatt összegyűjtött eredményekre is.

4. A minősítő eljárás megválasztása és a mintanagyság meghatározása

Az alkatrészek minősítő eljárása során figyelembe kell vennünk, hogy a minősítő eljárás a műszaki előírásban rögzített megbízhatósági követelményekre vonatkozik-e, vagy pedig az összes többi, nem a megbízhatóságra vonatkozó követelmények ellenőrzésére szolgál. A további megfontolások — az MI 11 011-ben [1] követett eljáráshoz hasonlóan — kizárólag a megbízhatósági követelmények szerinti minősítésre vonatkoznak. Természetesen a fentiek szerint megkülönböztetett kétféle minősítés egyetlen vizsgálat sorozat alapján is megtörténhet egyes esetekben.

A megbízhatóság szerinti minősítés során elő kell írni, hogy a vizsgálati minta kivétele egyetlen vagy több ellenőrzési tételből történjék. Több ellenőrzési tétel esetében a műszaki előírásban meg kell adni, hogy ezek a tételek egymást követőek legyenek vagy meghatározott szabály szerint kiválaszthatók legyenek egy adott időszakban.

A minősítés, ahogy ezt már az előzőekben ismertettük, lehet kezdeti minősítés, amely rendszerint adott meghibásodási ráta érték ellenőrzésére szolgál 60%-os vagy 90%-os konfidencia szinten. A kezdeti minősítést, ha az a tétel megfelelő minősítését eredményezte, követheti a minősítés fenntartásának ellenőrzésére szolgáló vizsgálati eljárás, amelyet azonos szabályok szerint kell elvégezni, mint a kezdeti minősítést. Ennek eredménye vagy a minősítés fenntartása, vagy a minősítés visszautasítása. A minősítés fenntartásának ellenőrzésére irányuló vizsgálat során rendszeresen ismétlődő sorozat-tétel vizsgálatok esetében 10%-os konfidencia szint is megengedhető egyes esetekben. A kezdeti minősítésen és a minősítés fenntartásán túlmenően szokásos eljárás a minősítés kiterjesztése szigorúbb megbízhatósági követelményre, azaz alacsonyabb meghibásodási ráta értékre. Ez szokásosan nagyobb statisztikai biztonságot és így nagyobb mintanagyságot követel meg.

A minősítési eljárás előírása során egyik legfontosabb tényező a mintanagyság meghatározása. Az alkatrész műszaki előírásában vagy számszerűen megadják a vizsgálandó mintanagyságot, vagy pedig csak hivatkoznak az alkalmazandó mintavételi terveket közlő szabványokra, műszaki irányelvekre, amelyekből a mintanagyság meghatározható. A meg-

bízhatósági vizsgálatok mintanagyságának megállapítására a következő szabványok, illetve műszaki irányelvek használhatók fel:

- MSZ 247 [5] Tömegcikk matematikai-statisztikai minősítése;
- MI 17 099 [6] Megbízhatósági vizsgálatok exponenciális eloszláson alapuló próbavételi tervei;
- MI 17 098 [7] Megbízhatósági vizsgálatok Weibull eloszláson alapuló próbavételi tervei.

A mintanagyság és a vizsgálati időtartam a következő tényezőktől függ:

- a konfidencia szinttől;
- az előírt meghibásodási ráta értéktől;
- a megengedett meghibásodási számtól (átvételi számtól).

Átadás-átvétel vizsgálatok során a gyártó és felhasználó kockázatait írják elő a konfidencia szint helyett, az előírt meghibásodási ráta és az átvételi szám helyett pedig a meghibásodási rátának ezekhez az értékekhez tartozó átvételi és visszautasítási értéket adják meg.

Az exponenciális működési eloszlás esetében a meghibásodási ráta értéke időben állandó, ekkor elegendő a vizsgálati mintanagyság és vizsgálati időtartam szorzatát megadni alkatrészórákban, ugyanis exponenciális eloszlás esetében egyenértékű, hogy például 100 alkatrészt vizsgálunk 1000 óráig, vagy 1000 alkatrészt 100 óráig (az alkatrészórák száma mindkét esetben 100 000). Az exponenciális eloszlásra vonatkozó mintanagyságokat az MI 17 099 [6] műszaki irányelv tartalmazza. A vizsgálati időtartamot és a mintanagyságot a következőképpen kell meghatározni exponenciális működési eloszlás alapján:

$$nt = \frac{\chi^2_{1-\beta}(2c+2)}{2\lambda}, \quad (1)$$

ahol: n a vizsgálati mintanagyság,
 t a vizsgálati időtartam,

$\chi^2_{1-\beta}(2c+2)$ a $(2c+2)$ -szabadságfokú χ^2 -eloszlás $(1-\beta) \times 100\%$ -os szignifikancia pontja, amelyre teljesül, hogy

$$P[\chi^2(2c+2) \geq \chi^2_{1-\beta}(2c+2)] = 1 - \beta,$$

$\beta \times 100\%$ az előzőekben említett konfidencia szint, azaz $\beta = 0,9$, illetve $0,6$, ha a konfidencia szint értéke: 90% , illetve 60% ;

c az átvételi szám;

λ a meghibásodási ráta előírt értéke.

Ezeknek az adatoknak a függvényében állítottuk össze az 1. táblázatot, amely megadja az alkatrészórák számát $\lambda = 10^{-6}$ /óra meghibásodási ráta értékre, 10% , 60% és 90% konfidencia szintre, $c = 0, 1, \dots, 5$ átvételi számra.

Ha a vizsgálati időtartamot előírjuk, akkor a vizsgálandó mintanagyságot úgy kapjuk meg, hogy az alkatrészórák számát a vizsgálati időtartammal elosztjuk. A vizsgálati időtartam előírására az MSZ 11 010-ben [4] megadott időtartamokat kell figyelembe venni. Ezek közül a következő időtartamok kiválasztása célszerű: $500, 1000, 2000, 5000$ és $10\,000$ óra.

A meghibásodási ráta $1/\text{óra}$ egység helyett megadható más alkalmas egységben is, például a ciklus-szám reciprokának egységében.

Az előírt összes alkatrészórák száma vagy egyetlen tétel vizsgálatából, vagy sorozat-tételek vizsgálati eredményeinek összevonásából kapható meg a műszaki előírásban meghatározott időszakaszra.

A mintanagyságot — főként megbízhatóság meghatározó vizsgálatok esetében — nemcsak a már említett műszaki irányelvekből lehet megválasztani, hanem a gyártott mennyiség függvényében való változtatása esetén az MSZ—247 [5] szabványból, amely a névleges hibaszázalék (AQL-érték) ellenőrzésére szolgál. Ekkor az előírt időszakaszban összegyűjtött alkatrészórák T számából és a meghibásodások megfigyelt d számából a meghibásodási ráta adott konfidencia szintű λ_f felső határát kell kiszámítani a következő képlet szerint:

$$\lambda_f = \frac{\chi^2_{1-\beta}(2d+2)}{2T}, \quad (2)$$

ahol:

$$\chi^2_{1-\beta}(2d+2) = d + A$$

alakban írható fel és az (1) képletben már meghatároztuk jelentését. Az A szám értéke a meghibásodások d számának függvénye.

Értékét 10% , 60% és 90% -os konfidencia szintre, $d = 0, 1, 2, \dots, 5$ értékekre a 2. táblázatban adjuk meg.

A fentiekben részletezetteken túlmenően időszakosan ismétlődő vizsgálatok esetében — főként megbízhatóságot meghatározó vizsgálatoknál — előfordulhat, hogy előre rögzítik a mintanagyságot. Ez az eset azonban ritkán fordul elő a gyakorlatban.

1. táblázat

Az alkatrész-órák száma 10^{-6} /óra előírt meghibásodási ráta értékre 10% , 60% és 90% -os konfidenciaszinten

Átvételi szám (c)	Konfidenciaszint		
	10%	60%	90%
	Alkatrész-órák száma $\times 1000$		
0	110	917	2300
1	530	2030	3890
2	1100	3110	5320
3	1750	4180	6630
4	2450	5240	8000
5	3150	6300	9280

2. táblázat

„A” értéke a konfidenciaszint és a meghibásodási szám függvényében

A megfigyelt meghibásodások száma (d)	Konfidenciaszint		
	10%	60%	90%
	A értéke		
0	0,11	0,917	2,30
1	— 0,47	1,03	2,89
2	— 0,90	1,11	3,32
3	— 1,25	1,18	3,63
4	— 1,85	1,24	4,00
5	— 1,85	1,30	4,28

A mintanagyság természetesen megváltozik, ha alacsonyabb meghibásodási ráta értékre akarjuk a minősítést kiterjeszteni. Ekkor a mintanagyságot az előírt új λ -értéktől függően az (1) képletből vagy a mintavételi tervből kell meghatározni. Ha a mintanagyságot a névleges hibaszázalék alapján választjuk meg az MSZ 247-szabványból [5], akkor a minősítés kiterjesztése esetén célszerű szigorúbb ellenőrzési szintet megadni, hogy így nagyobb alkatrészóra adatmennyiség álljon rendelkezésre a jobb meghibásodási ráta érték igazolására. Ha a mintanagyság rögzített, akkor célszerű a vizsgálat időtartamát növelni a minősítés kiterjesztése esetén.

A minősítés fenntartása vagy visszavonása esetén elő kell írni, hogy milyen okok vezetnek a minősítés visszavonásához, illetve milyen feltételek teljesülése szükséges a minősítés fenntartásához. A műszaki előírásban meg kell adni azt az időszakaszt, amelyben a minősítés fenntartására vonatkozó követelményeknek teljesülniük kell. Az előírt szakasz végpontja előtt a minősítő vizsgálatnak pozitív eredménnyel (megfelelő minősítéssel) kell befejeződnie, ellenkező esetben a minősítést vissza kell vonni. A javasolt időszakaszok a meghibásodási ráta függvényében a 3. táblázatban láthatók.

3. táblázat

Minősítő vizsgálat időtartama

Meghibásodási ráta (1/óra)	Előírt időszakasz hónapban	
	Alsó határa	Felső határa
10^{-4}	3	3
10^{-5}	3	6
10^{-6}	6	12
10^{-7}	9	24
10^{-8}	18	36

A minősítést akkor is vissza kell vonni, ha az összegyűjtött adatokból számított meghibásodási ráta nagyobb, mint az a meghibásodási ráta érték, amelyet korábban minősítési értéként előírtak és amelyre a minősítés előzőleg már megtörtént.

Az MSZ 247 [5] használata esetén a minősítést vissza kell vonni, ha a szabványban előírt feltételek, amelyek a normális ellenőrzéséről a szigorított ellenőrzésre való áttérésre és az ellenőrzés megszakítására vonatkoznak, bekövetkeztek.

5. A meghibásodási ráta érték és a konfidencia szint előírása

A mintanagyság előírt értéke függ a meghibásodási ráta előírt értékétől és a megadott konfidencia szinttől.

A meghibásodási ráta előírt értékét a következő sorozatból célszerű kiválasztani:

$$1 \times 10^{-5}, 1 \times 10^{-6}, 1 \times 10^{-7} \text{ és } 1 \times 10^{-8} / \text{óra.}$$

A meghibásodási ráták csak előre rögzített időtartamokra vonatkoznak, kivéve azt az esetet, amikor a meghibásodási ráta állandó (exponenciális

működési idő eloszlás). Ha megbízhatóság ellenőrző vizsgálat esetében a fenti értéksorozaton belüli közbelső értékeket célszerű előírni, akkor például a $10^{-6} - 10^{-5} / \text{óra}$ tartományban ajánlatos a következő értékek közül választani:

$$1,5 \times 10^{-6}, 2 \times 10^{-6}, 3 \times 10^{-6}, 5 \times 10^{-6} \text{ és } 7 \times 10^{-7} / \text{óra.}$$

Egy műszaki előírásban legfeljebb öt meghibásodási ráta szintet szabad megadni. A meghibásodási rátát a következő időtartamra ajánlatos előírni:

$$500, 1000, 2000, 5000 \text{ és } 10\,000 \text{ óra.}$$

A fentiek szerint előírt meghibásodási rátákat berendezések tervezése során csak kellő óvatossággal célszerű alkalmazni, mivel ezek a meghibásodási ráta adott konfidencia szintű felső határai (ez azt jelenti, hogy az esetek nagy többségében a konfidencia szint nagyságától függően a meghibásodási ráta értéke ennél kisebb lesz) és így a számításokat kedvezőtlenül befolyásolhatják.

A konfidencia szint — amely megadja, hogy az esetek hány százalékában lesz a meghibásodási ráta tényleges értéke kisebb, mint az előírt felső konfidencia határ — előírásra javasolt értékei: 10%, 60% és 90%. Mivel kezdeti minősítés és meghatározó vizsgálat esetén nagyobb statisztikai biztonság kívánatos, ezért ezekben az esetekben a 60% és 90% szint javasolható, 10%-os szintet csak a minősítés fenntartása esetén szokásos alkalmazni.

A megbízhatóságról hozott döntés rendszerint úgy történik, hogy adott konfidencia szinten előírt meghibásodási ráta értéket ellenőriznek adott ideig tartó vizsgálattal. A mintanagyságot a mintavételi tervből határozzák meg, hasonlóképpen a mintavételi terv adja meg azt az átvételi számot, amellyel a vizsgálat során megfigyelt meghibásodási számot összehasonlítják. Ha a megfigyelt meghibásodási szám kisebb vagy egyenlő, mint az előírt átvételi szám, akkor a tétel teljesíti az előírt megbízhatósági követelményt, ha nagyobb annál, akkor nem megfelelőnek minősítik a tételt ezen a megbízhatósági szinten.

A konfidencia szint és az átvételi szám megválasztása azonban nemcsak műszaki, hanem gazdasági döntés eredménye is. A magas konfidencia szint ugyanis nagy mintanagyságot követelhet meg szigorú megbízhatósági követelmény esetén. Az (1) képletből látható, hogy a meghibásodási ráta előírt értéke fordítottan arányos a mintanagysággal, így a meghibásodási ráta érték egy nagyságrenddel történő csökkentése a mintanagyság egy nagyságrenddel történő növelését eredményezi.

A tétel visszautasítási kockázatának csökkentésére, azaz annak a kockázatnak a csökkentésére, hogy az előírtnál nagyobb meghibásodási rátájú tételből származó mintát a vizsgálat eredményei alapján átvesszik, célszerű magas átvételi számok használata. Ekkor azonban figyelembe kell venni, hogy a nagyobb átvételi számokhoz adott konfidencia szinten nagyobb mintanagyságok tartoznak és így a vizsgálatok költsége ebben az esetben növekszik. A vizsgálati mintanagyságot és így a vizsgálati költséget befolyásoló mintavételi paraméterek hatásának szemlélteté-

4. táblázat

A mintanagyságok aránya különböző mintavételi paraméterek esetén

Állandó paraméterek	Változó paraméterek	Minta-nagyságok hányadosa
Átvételi szám: $c = 0$, A meghibásodási ráta állandó	Konfidenciaszintek: 90% és 60%	2,5
Átvételi szám: $c = 2$ A meghibásodási ráta állandó	Konfidenciaszintek: 90% és 60%	1,7
60%-os konfidenciaszint Meghibásodási ráta állandó	Átvételi számok: $c = 2$ és $c = 0$	3,4
A konfidenciaszint és az átvételi szám állandó	Meghibásodási ráták: $10^{-6}/\text{óra}$ és $10^{-5}/\text{óra}$	10,0

sére a 4. táblázatban számpéldákat adunk meg. A 4. táblázat 1. oszlopa a mintavételi terv állandó paramétereit tartalmazza, a 2. oszlop a változó paramétereket szemlélteti, a 3. oszlop pedig megadja az ezekhez a változó paraméterekhez tartozó mintanagyságok hányadosát.

A 4. táblázatban ismerttetettekhez hasonló megfontolások alapján választható meg a vizsgálatoknak az a mintanagysága, amely műszakilag és gazdaságilag egyaránt indokolt.

SZEMLE

(Folytatás a 109. oldalról).

A Nitron az első cég, amely a CMOS- és TTL-tárolókkal kompatibilis, 64×4 rendszerű, MNOS' (Metall-Nitrid-Oxid-Substrat) technológiával előállított tárolókat gyárt. Az NCM 7040 típusszámú kapcsolást 24 pólusú DIL-tokozatban helyezték el. A szükséges tápfeszültség-érték ± 15 V. CMOS- vagy TTL kapcsolásokkal való együttes alkalmazás esetén még +5 V feszültség biztosítása szükséges. A tárolt információk zavarásmentesen osztályozhatók, beírhatók és törölhetők. A dekódolt bemenet miatt a tárolt információk egyenként változtathatók. A ROM-hoz hasonlóan a tápfeszültség kikapcsolása esetén az információk az EAROM-ban tárolva maradnak. Az MNOS-kapcsolások alkalmazhatók minden olyan esetben, amikor igény az információk tápfeszültségmentes tárolása, valamint az információk változtatási lehetőségének biztosítása. (*Funktechnik*, 1976. 31. k. 12. sz. [263])

*

Az elosztott rendszerek az adatátvitel egyre szélesebb körű felhasználását teszik szükségessé. A mai fejlődés szerint olyan hálózatokat és átviteli feldolgozásokat kell létrehozni, amelyek messzemenően függetlenek a speciális feldolgozástól és a speciális berendezésektől. A Montgomery Ward az IBM 370-es központi gépéhez az NCR üzemeltetésű adatátviteli hálózaton juttatja el (négy helyi központjából) a feldolgozandó információt. A helyi központokban az információt részben feldolgozzák és az NCR 721-es processzorok juttatják a központba. Később tervezik a helyi processzorok direkt kapcsolatát is. Az NCR 721-es miniszámítógépek teljes input kezelést és átviteli ellenőrzést tudnak végezni. Az adatátvitel köteget, egy-egy

6. Összefoglalás

Az elektronikai alkatrészek megbízhatósági előírásainak elkészítésekor a következő tényezőket szükséges figyelembe venni:

- a gyártás jellege (egyedi vagy sorozat tételvizsgálat);
- a vizsgálat célja (meghatározó vagy ellenőrző vizsgálat);
- a vizsgálati körülmények (névleges vagy gyorsított vizsgálat);
- a meghibásodási kritériumok (enyhe, közepes vagy szigorú követelmény);
- a mintanagyság és a vizsgálati időtartam rögzítése az alkatrész működési idő eloszlásának ismeretében;
- a meghibásodási ráta, a konfidenciaszint és az átvételi szám meghatározása;
- a kezdeti minősítésre, a minősítés fenntartására vagy visszavonására, a minősítés kiterjesztésére vonatkozó szabályok előírása;
- a vizsgálatok ismétlődési szakaszának előírása.

IRODALOM

- [1] MI—11011: Útmutató az elektronikai alkatrészek megbízhatósági előírásainak készítéséhez (1976).
- [2] IEC—409 Publikáció: Guide for the inclusion of quantitative reliability clauses into specifications ... (1973).
- [3] IEC—456 (Secretariat 93): Revision of Publication 409 (1976)
- [4] MSZ—11010: Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése (1974).
- [5] MSZ—247: Tömegcikkek matematikai-statisztikai minősítése.
- [6] MI—17099: Megbízhatósági vizsgálatok exponenciális eloszláson alapuló próbavételi tervei (1972).
- [7] MI—17098: Megbízhatósági vizsgálatok Weibull-eloszláson alapuló próbavételi tervei (1974).

*

kötegetben legfeljebb 255 jel lehet. Az átviteli sebesség aszinkron üzemből 300...1800 jel/s, míg szinkron üzemből 4800 és 7200 jel/s. Legnagyobb sebességnek 56 kjel/s-t terveznek. A hálózat olyan kiépítésű, hogy bármilyen bővítés végrehajtható legyen. A Honeywell szerint a ponttól-pontig összeköttetések ellenőrzött adatátvitel fog előtérbe kerülni. (*EDP Analyser*, 1976. júl. [264])

1976-ban végezték el Ottawában a Bell Northern Research által kifejlesztett egyetlen morzsából álló telefonkészülékek üzemi próbáit. 200, külső megjelenésre hagyományos, azonban teljesen új áramköri felépítésű készüléket osztottak ki a Bell Canada telefon-szolgáltató vállalat előfizetői között, a félvezető készülékek természetes körülmények közötti üzemi próbái céljából. A fejlesztéssel igyekeztek kihasználni a félvezető áramkörökben mutató folyamatos csökkenési tendenciát. A készülékek egész belső áramköri rendszere egyetlen nyomtatott áramköri kártyából áll, amely magában foglalja a számhívó rendszert is. Ez a megoldás a készülék későbbi külső kialakításában a tervezőknek az eddiginél sokkal nagyobb szabadságot biztosít, miközben korlátozás nélkül lehet figyelembe venni az ergonómiai szempontokat. Feltételezik, hogy ezek a készülékek a közeljövőben rendkívül éles piaci versenyben fognak forgalomba kerülni. A chip-eket a BNR ottawai laboratóriumában gyártják, és a feltételezések szerint azok szilikon kapus CMOS technológiával készülnek. (*Elektronics Weekly*, 1976. jún. 9. [265])

(Folytatás a 126. oldalon).

Matematikai modell az ismételt hívás- kísérletek hatásának közelítő számítására

ETO 621.295.74

Az utóbbi 10–15 évben a forgalomelméleti kutatásokban nagy súllyal szerepeltek a hívások megismétlésére vonatkozó vizsgálatok. Céljuk volt azt meghatározni, hogy a forgalmi számításokban miképpen lehet figyelembe venni a valamilyen ok miatt nem sikerült, de újra jelentkező hívásokat.

A vizsgálatok eredményeiről beszámoló számos közleményben [1...19] a szerzők sokféle javaslatot adnak a feladat megoldására. Olyan módszer azonban még nem született, amely a távbeszélőtechnika területén átlagos műszaki színvonalat képviselő ország mérnökét a tervezési munkában megfelelően támogatná. A postaigazgatóságok közül ugyanis csak igen kevés rendelkezik olyan mérőeszközökkel, amelyekkel az eddig kidolgozott számítási módszerekhez szükséges forgalmi paramétereket meghatározhatnák.

Ilyen gyakorlati szempontok figyelembevételével kezdtük meg a PKI-ben a kérdés vizsgálatát. Az első eredményekről — néhány egyszerű forgalomtechnikai modelltől — a [20] irodalomban számoltunk be. Jelen cikkben ezek továbbfejlesztésével nyert olyan matematikai modellt mutatunk be, amely elegendő tesz a vizsgálatok kezdetekor megszabott követelményeknek: kiindulási adatai egyszerűen mérhetők és főbb paraméterei számítástechnikailag könnyen kezelhetők. Először a hívásismétlések folyamatának néhány, a modell kialakítása szempontjából lényeges jellemzőjét tárgyaljuk. Ezt követi a modell bemutatása paramétereivel és azok összefüggéseivel. A paraméterek kiszámítására módszert adunk, majd e módszer felhasználásával nyert eredmények alapján jellemezzük a modellt. Végül vázoljuk az eljárás továbbfejlesztési lehetőségeit.

1. A forgalomkezelési folyamat jellemzői

A valóságos forgalmi folyamat hívó és hívott előfizetők sokasága, valamint a távbeszélő-rendszer egymásrahatásának eredményeként jön létre. A hívásismétlések szempontjából lényeges mozzanatokat úgy vizsgálhatjuk a legegyszerűbben, ha kiragadunk egy hívó—hívott előfizetőpárt (A , B), és csak egyetlen híváskezelési folyamatot szemlélünk.

Tegyük fel, hogy A előfizető elhatározza, hogy felhívja B -t. A végső kimenetel kétféle lehet (1. ábra):

- létrejön a beszélgetés, vagy
- nem jön létre a beszélgetés, és a hívó nem kísérelte tovább.

Bármelyik eredmény sok híváskísérletet és különböző időket foglalhat magában. Ahogy azt az 1. ábra is mutatja, a hívás sikertelenné válhat a hívó, a hívott és a kiszolgáló rendszer miatt. A sikertelenség mértéke sok körülménytől függ (bővebben lásd a [21] és [22] összefoglaló jellegű cikkeket).

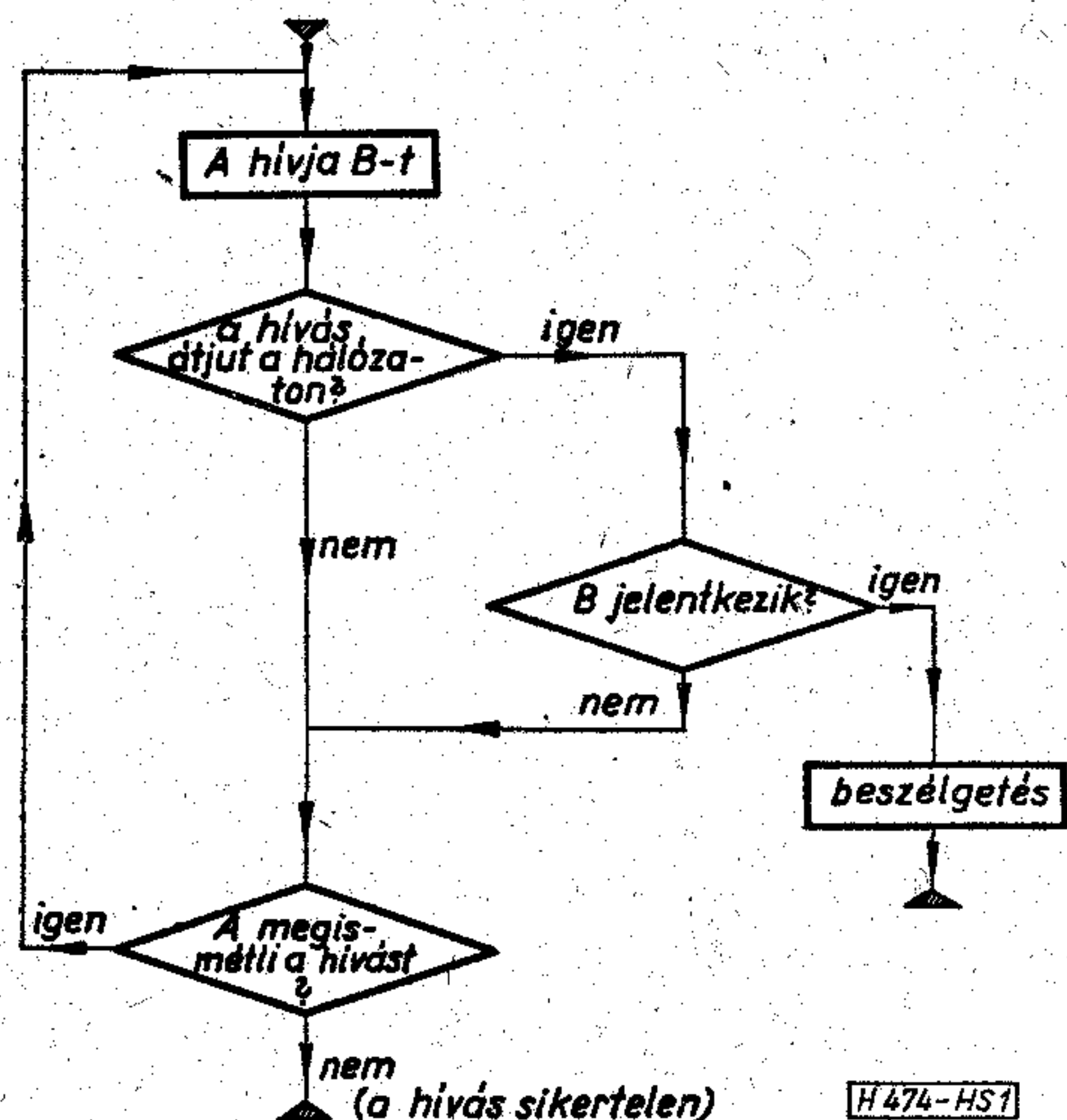
A sikertelen hívás megismétlésében viszont alapvetően csak két jellemző játszik fontos szerepet, ezek a következők:

I. Döntés arról, hogy a kísérletet megismétli-e az A előfizető. Ezt a döntést sok tényező befolyásolja, melyek közül a legfontosabbak:

- mennyire kíván A beszélni B -vel (információ fontossága),
- A hányszor kísérelte már,
- A elképzelése az eddigi sikertelenség okáról (a hívó feltétlen másként dönt, ha tudatában van annak, hogy rosszul tárcsázott, ha foglaltsági hangot kap, vagy ha csengetési visszhangot kap),
- A tapasztalata a távbeszélő-rendszerről és B távbeszélő-szokásairól.

Valamennyi jellemzőt együttesen egy H függvény-nel vehetjük figyelembe. Ezt a függvényt hívjuk kitarási függvénynek, és az újrahívás valószínűségét adja meg.

II. A hívás megismétlése a visszautasítás után mennyi idő múlva jön létre. Három lényeges esetet különböztethetünk meg: rögtön ($T_{sz1} \approx \Delta t$), rövid idő múlva ($\Delta t < T_{sz2} < 1$ ó, és mindkét esetben a $\Delta t < 1$ perc), csak sokkal később ($T_{sz3} > 1$ ó). Az ismétlések a forgalmi jellemzők számítására az első két esetben gyakorolnak jelentős hatást. Az első a beérkezési folyamat jellegét — a Poisson-jelleget — is nagy valószínűséggel módosíthatja.



1. ábra. Hívásfolyamat két előfizető (A és B) között

A második eset azt jelenti, hogy a megismételt kísérlet a vizsgált (1 órás) időintervallumban érkezik. A visszautasítás és a hívás megismétlése közötti időt T_{sz} -szel jelöljük és egy függvénnyel vehetjük figyelembe. E függvény értékei a fent felsorolt, a kitartási függvényt is befolyásoló tényezőkön kívül a napszaktól is függnének.

A hívásismétlési folyamatok leírásából kiderül, hogy tárgyalásuknál a lehető legpontosabban figyelembe kell venni:

- az előfizető viselkedésének hatását a kitartási függvényre és az ismétlési időköz eloszlására,
- a távközlő-rendszer viselkedését a hívásintenzitás és az átlagos foglaltsági tartam megnövekedése esetén.

Valamennyi hatás figyelembevétele egy matematikai modellben természetesen nem lehetséges. Módszerünk kialakításánál — a korábban említett gyakorlati szempontokon túlmenően — igyekeztünk csak olyan egyszerűsítéseket alkalmazni, amelyek jogosságát az eddigi mérési adatok részben vagy teljesen igazolták (pl. Poisson-bemenet feltételezése, lásd később a 2.2 pontban).

2. A modell kialakítása

A modell bemutatását célszerű három lépésben elvégezni: először bizonyos egyszerűsítő feltételekkel egy hívásfolyamat jellemzőinek matematikai megfogalmazását adjuk meg, majd — további feltételeket felállítva — a teljes forgalmi folyamat jellemzőinek analitikus összefüggéseit vezetjük le egy fokozatra, s végül a valóságot legjobban megközelítő két veszteséges fokozatra állítunk fel matematikai modellt.

2.1. A híváskísérletek arányainak meghatározása

Vizsgáljuk a hívásfolyamatot a következő feltevések esetén (lásd még [3]):

I. Feltevések a hívások elveszésére:

— a sikertelenség valamennyi okát egy közös P sikertelenségi valószínűségben fejezzük ki. P megmutatja, hogy egy hívás bármely okból milyen valószínűséggel vész el,

- P független az időtől,
- P független attól, hogy a hívásigény hányadik kísérletéről van szó.

II. Feltevések a kitartásfüggvényre:

- nem függ az időtől (napszaktól, évektől stb.),
- nem függ az előző híváskísérlet sikertelenségének valódi vagy feltételezett okától,
- függ attól, hogy az azonos igényhez tartozó hányadik kísérletről van szó. Jelölje az egy igényhez tartozó kísérletek számát i ($i > 0$), akkor $H(i)$ megadja, hogy az előfizető mekkora valószínűséggel végez el egy újabb kísérletet, ha a megelőző i kísérlet sikertelen volt.

Az $i=0$ esetre $H(0)=1$ értéket definiálunk és fennáll, hogy $H(1) \neq H(2) \neq \dots \neq H(n)$, amely értékek mérések alapján határozhatók meg [21].

Ilyen feltevések mellett a hívások valószínűségértékeit és jelöléseiket az alábbiak szerint foglaljuk össze (l. bővebben [3]).

Annak valószínűsége, hogy

- az első kísérlet sikertelen lesz: P ,
- az első kísérlet sikeres lesz: $S_1=1-P$,
- az első, sikertelen hívás után a hívó újra kísérletezik: $P \cdot H(1)$,
- az első, sikertelen hívás után a második kísérlet sikeres lesz: $S_2=P \cdot H(1) \cdot (1-P)$,
- éppen a j -edik kísérletnél valósul meg a beszélgetés:

$$S_j = P^{j-1}(1-P) \prod_{i=1}^{j-1} H(i). \quad (1)$$

Vezessük be a következő jelölését:

$$H_j = \prod_{i=1}^j H(i), \quad (2)$$

és $H_0=1$ definíciószerűen.

Az új jelöléssel az (1) összefüggés:

$$S_j = P^{j-1}H_{j-1}(1-P) = P^{j-1}H_{j-1} - P^jH_{j-1}.$$

A hívások további két valószínűségi jellemzője:

- annak valószínűsége, hogy az egy igényhez tartozó híváskísérlet sorozat éppen a j -edik kísérleténél ér véget sikertelenül:

$$Q_j = P^j \cdot H_{j-1} [1 - H(j)] = P^j (H_{j-1} - H_j), \quad (3)$$

- annak valószínűsége, hogy egy hívássorozat éppen a j -edik kísérletnél ér véget (sikeresen vagy sikertelenül):

$$R_j = S_j + Q_j = P^{j-1}H_{j-1} - P^j \cdot H_j \quad (4)$$

(természetesen mindenhol $j \geq 1$).

Ezek alapján meghatározható valamely hívássorozat végső kimenetelének valószínűségi értéke. Egy hívássorozat sikeres befejeződésének valószínűsége:

$$S = \sum_{j=1}^{\infty} S_j = (1-P) \sum_{j=1}^{\infty} P^{j-1} \cdot H_{j-1}. \quad (5)$$

Annak valószínűsége, hogy egy hívássorozat sikertelenül fejeződik be:

$$Q = \sum_{j=1}^{\infty} Q_j = \sum_{j=1}^{\infty} P^j (H_{j-1} - H_j). \quad (6)$$

Természetesen $R = \sum_{j=1}^{\infty} R_j = 1$, ugyanis a sorozat mindenképpen befejeződik valahogy.

Az átlagos kísérletszámok a valószínűségi változók várható értékei.

Az egy igényhez tartozó átlagos kísérletszám:

$$\beta = \sum_{j=1}^{\infty} j \cdot R_j = \sum_{j=0}^{\infty} P^j \cdot H_j, \quad (7)$$

ahol felhasználtuk a (4) összefüggést.

A létrejött beszélgetés előtti kísérletek átlagos száma (feltételes átlag):

$$\beta(S) = \sum_{j=1}^{\infty} j \cdot \frac{S_j}{S}. \quad (8)$$

A kísérletezés feladása előtti hívások átlagos száma (feltételes átlag):

$$\beta(Q) = \sum_{j=1}^{\infty} j \frac{Q_j}{Q}. \quad (9)$$

Az időegység alatt keletkező hívásszámokra (a hívásintenzitásokra) a fő viszonyszámok felhasználásával kaphatunk összefüggéseket. Ehhez tegyük fel, hogy az első híváskísérletek (a továbbiakban elsődleges hívások) a hívásismétlésekkel együtt a következőképpen értelmezett stacionárius folyamatot alkotnak: a vizsgált időtartam (1 óra) előtt jelentkező hívásigényekhez tartozó hívásismétlések közül annyi jut a vizsgált időtartamra, mint amennyi az abban jelentkező igények megismételt kísérletei közül egy következő időszakra esik.

E feltevés figyelembevételével az egységnyi időszakban fellépő és kimenetelük szempontjából különböző hívások között egyszerű összefüggések találhatók. Legyen az egységnyi időben fellépő igények, az elsődleges hívások száma c_0 , akkor — felhasználva az (5), (6) és (7) összefüggéseket — ebben az időszakban az összes híváskísérletek átlagos száma:

$$c = c_0 \cdot \beta, \quad (10)$$

a sikeres hívások számának átlaga:

$$c_s = c_0 \cdot S = c_0 \cdot \beta(1-P) = c(1-P), \quad (11)$$

az elvesző, nem megvalósuló igények átlagos száma:

$$c_q = c_0 \cdot Q = c_0 \cdot [1 - \beta(1-P)], \quad (12)$$

a visszautasított, nem sikerült híváskísérletek száma:

$$c_n = c \cdot P. \quad (13)$$

2.2 A forgalmi jellemzők meghatározása

A forgalmi jellemzők számításához néhány további feltevés szükséges. Ezek:

— nem változik a bemeneti folyamat (mérési adatok ezt Poisson-folyamatnál igazolják is, lásd [16] irodalmat),

— a társidők eloszlása sem változik meg,

— nem változik meg az átlagos beszélgetési idő, t_b .

Tekintsünk ezek után egy teljes elérhetőségű, N tagú kapcsolófokozatot, amelyre $m \cong \infty$ forrásból Poisson-jellegű forgalom érkezik. Tegyük fel, hogy az elvesző hívások nem terhelik a fokozatot.

Az elsődleges forgalmi kínálat:

$$A_0 = c_0 \cdot t_s, \quad (14)$$

ahol: $t_s = t_b + t_k$, a sikeres hívások átlagos tartásideje,

t_b = az átlagos beszélgetési idő,

t_k = az átlagos kapcsolási idő és a beszélgetés előtti csengetési idő összege (valamennyi idő órában értendő).

A „visszacsatolás” miatt látszólag

$$A = c \cdot t_s \quad (15)$$

forgalmi kínálat jelentkezik a bemeneten.

A (7), (10) és (14) összefüggések felhasználásával

$$A = c_0 \cdot \beta \cdot t_s = A_0 \sum_{j=0}^{\infty} P^j \cdot H_j. \quad (16)$$

Korábban tett feltevéseinkkel $P = B_N(A)$, ahol $B_N(A)$ az Erlang-B veszteségi képlet N vonalszámra és A forgalmi kínálatra. A látszólagos kínálat tehát implicit alakban kifejezhető:

$$A = A_0 \sum_{j=0}^{\infty} B_N(A)^j \cdot H_j \quad (17)$$

A hívásszámoknál leírtakhoz hasonlóan a nem ismétléses forgalomtechnikai modellekhez képest itt is szükséges új fogalmak, elnevezések bevezetése.

Ezeket célszerűen a hívásszámok és a tartásidők segítségével definiáltuk, és a (10)–(17) kifejezések felhasználásával megadtuk a közöttük levő összefüggéseket is az alábbiak szerint.

A lebonyolított forgalom:

$$Y_s = c_s \cdot t_s = A[1 - B_N(A)], \quad (18)$$

a beszédforgalom:

$$Y_b = c_s \cdot t_b = \frac{t_b}{t_s} Y_s \quad (19)$$

a meddő forgalom:

$$Y_m = c_s \cdot t_k = Y_s - Y_b, \quad (20)$$

a látszólag elvesző forgalom:

$$A_n = c_n \cdot t_s = A \cdot B_N(A), \quad (21)$$

a kielégítetlen igények forgalma:

$$A_q = c_q \cdot t_s = A_0 \{1 - \beta[1 - B_N(A)]\}. \quad (22)$$

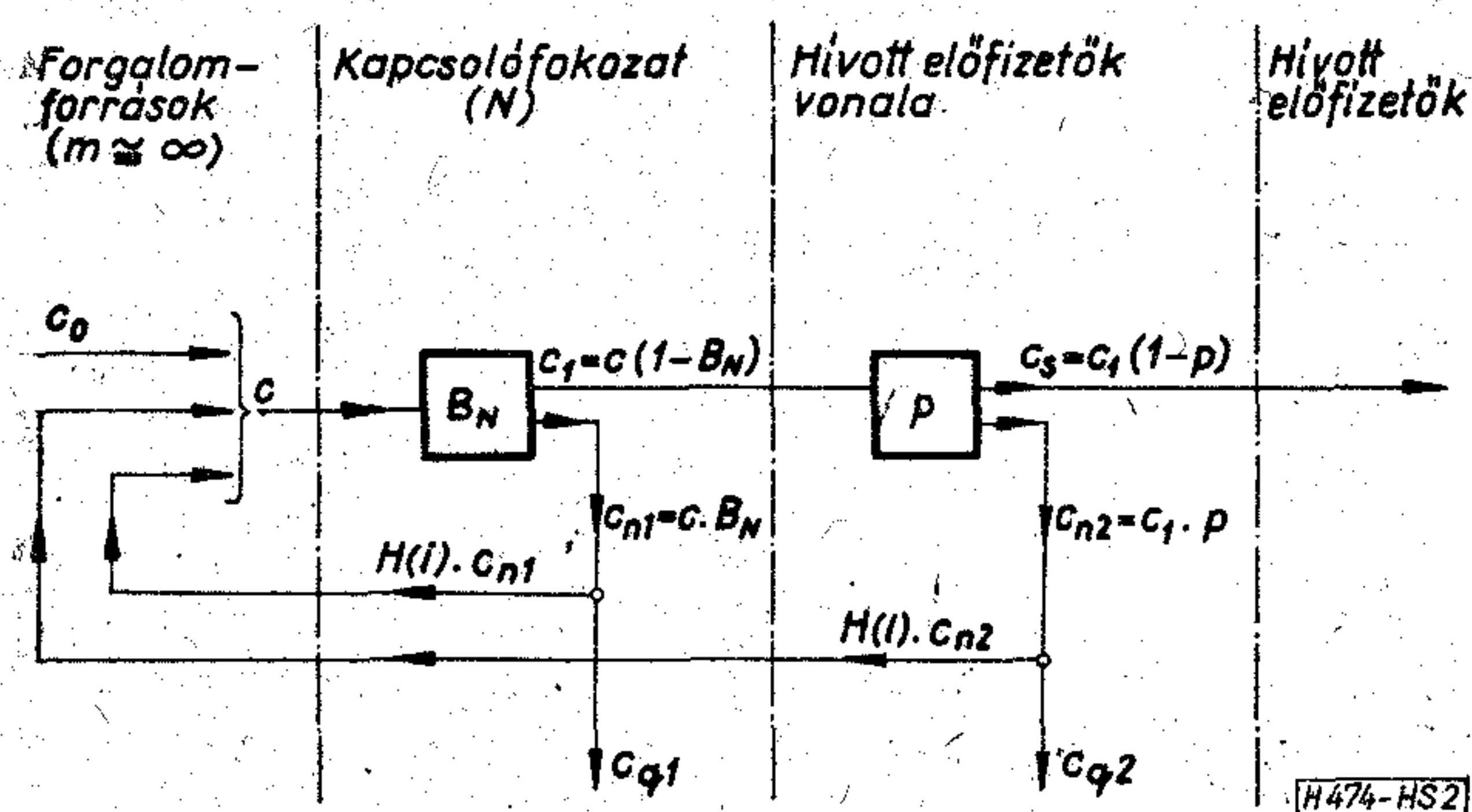
Az így kidolgozott modell hibája, hogy nem veszi figyelembe a további fokozatok veszteségét. Márpedig minden esetben létezik további veszteség, amely azután a visszahatás következtében a vizsgált fokozat forgalmi tulajdonságait befolyásolja. Ezt a hibát küszöböljük ki egy kétfokozatú modell alkotásával.

2.3 Az eljárás kiterjesztése két veszteséges fokozatra

A gyakorlatban előforduló esetek egy részében olyan elrendezéssel állunk szemben, amelyben a két veszteségforrás a kapcsolófokozat vagy vonalcsoport és a hívott előfizető. Ez utóbbi a mérési adatok szerint mindig az egyik legnagyobb veszteségforrást képviseli [21]. Az esetek egy másik csoportjában az elrendezés úgy egyszerűsíthető, hogy a számítás visszavezethető erre az elrendezésre. Mindezek azt indokolják, hogy modellünket kétfokozatú rendszerre alkossuk meg.

Vizsgáljunk egy ilyen elrendezést. Az előzőekkel megegyezésben az első veszteségforrás egy N tagú, teljes elérhetőségű kapcsolófokozat, amelyre $m \cong \infty$ forrásból Poisson-jellegű forgalom érkezik c_0 elsődleges és c összesített hívásintenzitás-paraméterrel (2. ábra). Az összes hívás egy B_N része már itt sikertelen lesz (c_{n1}).

A kapcsolófokozaton túljutó hívások további $p =$ konstans valószínűséggel elvesznek a hívott előfizető miatt (c_{n2}). p értékére a mérési eredmények azt mutatják, hogy az a vizsgált hálózat jellemzője, hosszú időre nézve változatlan értékű.



2. ábra. Hívásfolyamat egy kapcsolófokozatból és a hívott előfizetőből álló rendszerben

A kapcsolófokozatnál a hívások átlagos tartásideje háromféle lehet:

- a kapcsolófokozatnál elvesző hívások tartásideje nulla (nem terhelik a fokozatot),
- a hívott előfizető miatt elvesző hívások átlagos tartásideje:

$$t_{nf} = t_{k1} + t_{k2},$$

- ahol: t_{k1} = a fokozat kapcsolási idejének átlaga,
 t_{k2} = a hívott előfizetői vonal kapcsolása és a hívó bontása között eltelt időátlag (csengetés, illetve foglaltsági hang),
- a sikeres hívások átlagos tartásideje:

$$t_s = t_{k1} + t_{cs} + t_b,$$

- ahol t_{cs} = a csengetési átlagidő a sikeres hívásoknál.
 A kapcsolófokozat Y_1 terhelése két részből tevődik össze:

$$Y_1 = Y_{nf} + Y_s, \quad (23)$$

- ahol $Y_{nf} = c_{n2} \cdot t_{nf}$ a hívott miatt nem sikerült,
 $Y_s = c_s \cdot t_s$ a sikeres hívások terhelése.

A kapcsolófokozaton túljutó összes hívás (c_1) átlagos t_m tartásidejére igaz, hogy $t_m < t_s$.
 Ezen t_m felhasználásával:

$$Y_1 = c_1 \cdot t_m. \quad (24)$$

A korábbiakban is alkalmazott Erlang-féle veszteségi formula tulajdonsága, hogy a kínálatot mindig ugyanolyan átlagos tartásidővel tételezi fel, mint az átvitt forgalmat. A veszteséget már nem a (15) egyenlet szerinti látszólagos kínálat határozza meg, hanem egy olyan jellemző, amely a t_m -től függ. Erre vezessük be a fiktív kínálat fogalmát. Definíció-szerűen:

$$A^* = c \cdot t_m = \frac{Y_1}{1 - B_N(A^*)}, \quad (25)$$

ahol tehát $B_N(A^*)$ az Erlang-veszteségi képlet N vonalszámra és A^* kínálatra.

Bevezetve a $\Theta = \frac{t_{nf}}{t_s}$ időhányadost, a kétféle kínálat közötti összefüggés:

$$A^* = A[1 - p(1 - \Theta)]. \quad (26)$$

A rendszer teljes vesztesége:

$$P = 1 - [1 - B_N(A^*)](1 - p). \quad (27)$$

Az egy elsődleges hívásra eső kísérletek átlagos száma a (7) és (27) összefüggések felhasználásával:

$$\beta = \sum_{j=0}^{\infty} \{1 - [1 - B_N(A^*)](1 - p)\}^j \prod_{i=0}^j H(i). \quad (28)$$

Most is fennáll, hogy

$$A = A_0 \cdot \beta, \quad (29)$$

továbbá a (26) felhasználásával:

$$A^* = A_0[1 - p(1 - \Theta)]\beta. \quad (30)$$

Ezek után valamennyi forgalmi jellemző A^* -gal, illetve A -val kifejezhető, hasonlóan a (18)–(22) összefüggésekhez.

A sikeres hívások terhelése a kapcsolófokozaton:

$$Y_s = A(1 - P), \quad (31)$$

a beszédforgalom:

$$Y_b = Y_s \frac{t_b}{t_s}, \quad (32)$$

a meddő forgalom:

$$Y_m = Y_1 - Y_b, \quad (33)$$

ahol Y_1 -et a (25) kifejezés adja meg, és így tovább.

3. A jellemzők meghatározása és az eredmények bemutatása

Látható, hogy a független paraméterek (Θ , p , A_0 , N és $H(i)$) a fiktív kínálaton, A^* -on keresztül fejtik ki hatásukat a többi forgalmi jellemzőre. Elsődleges feladat tehát minden esetben az adott független paraméterhez tartozó A^* meghatározása. Ennek ismeretében számítható azután a többi forgalmi jellemző.

3.1 A fiktív kínálat (A^*) meghatározása

A β -ra kapott (28) kifejezést a (30) egyenletben felhasználva, a következő — A^* -ra nézve implicit — egyenlet adódik:

$$A^* = A_0[1 - p(1 - \Theta)].$$

$$\cdot \sum_{j=0}^{\infty} \{1 - [1 - B_N(A^*)](1 - p)\}^j \prod_{i=0}^j H(i), \quad (34)$$

ahol $A_0 > 0$, N természetes szám,

$$0 \leq p < 1, 0 \leq \Theta \leq 1,$$

$$H(0) = 1, 0 \leq H(i) \leq \delta < i (i = 1, 2, \dots),$$

és

$$B_N(A^*) = \frac{\frac{A^{*N}}{N!}}{\sum_{k=0}^N \frac{A^{*k}}{k!}}.$$

Ennek megoldását keressük az $A^* \geq 0$ halmazon, rögzített A_0 , N , p , Θ és $\{H(i)\}_{i=0}^{\infty}$ esetén.

Megjegyezzük, hogy $p=0$ esetén (34) éppen a (17) egyenlettel azonos, így az itt ismertetett módszer az

utóbbi megoldásra is alkalmazható. Továbbá látható, hogy ha $p=1$, akkor $A^*=A_0 \cdot \Theta$.

Vezessük be a $q(A^*)=1-[1-B_N(A^*)](1-p)$ jelölést. Belátható, hogy $B_N(A^*)$ monoton növekvő, a $(0, \infty)$ intervallumot a $(0, 1)$ intervallumra leképező függvény. Ebből következik, hogy $q(A^*)$ is monoton növekvő és $p \leq q(A^*) < 1$ minden $A^* \geq 0$ esetén. Így a (34) egyenlet jobb oldalán szereplő végtelen sor egyenletesen konvergens, hiszen

$$1 \leq \sum_{j=0}^{\infty} q^j(A^*) \cdot \prod_{i=0}^j H(i) < 1 + \sum_{j=1}^{\infty} \prod_{i=1}^j H(i) \leq \sum_{j=0}^{\infty} \delta^j = \frac{1}{1-\delta}. \quad (35)$$

A (34) egyenlet jobb oldalát jelöljük $\varphi(A^*)$ -gal. A $\varphi(A^*)$ függvény — mivel folytonos függvények egyenletesen konvergens sora — folytonos. Továbbá, a fentiek alapján nyilvánvaló, hogy $\varphi(A^*)$ monoton növekvő. Legyen $B=A_0[1-p(1-\Theta)]$. Ekkor a (35) egyenlőtlenség alapján

$$\varphi(B) = B \cdot \sum_{j=0}^{\infty} q^j(B) \prod_{i=0}^j H(i) \geq B. \quad (36)$$

Hasonlóan $C = \frac{B}{1-\delta}$ esetén

$$\varphi(C) < C. \quad (37)$$

A (35) egyenlőtlenségből kiolvasható az is, hogy

$$B \leq \varphi(A^*) < C \text{ (minden } A^* \geq 0 \text{-ra)}. \quad (38)$$

A (36) és (37) egyenlőtlenségekből folytonosságuk miatt következik, hogy a (34) egyenletnek van megoldása a (B, C) intervallumban, továbbá (38)-ból adódik, hogy azonkívül nincs.

Most definiáljuk a következő számsorozatot:

$$X_0 = B, \quad (39)$$

$$X_n = \varphi(X_{n-1}),$$

amely a (38) egyenlőtlenség miatt korlátos. Másrészt a (36) egyenlőtlenség alapján

$$X_0 = B \leq \varphi(B) = \varphi(X_0) = X_1,$$

amiből teljes indukcióval, φ monotonitása miatt adódik, hogy

$$X_n = \varphi(X_{n-1}) \leq \varphi(X_n) = X_{n+1}.$$

A (39) definícióval megadott $\{X_n\}_{n=0}^{\infty}$ számsorozat tehát korlátos és monoton növekvő, így szükségképpen konvergens.

A φ függvény folytonossága biztosítja, hogy az $\{X_n\}_{n=0}^{\infty}$ sorozat határértéke a (34) egyenlet megoldása, hiszen:

$$\xi_0 = \lim_{n \rightarrow \infty} X_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \varphi(X_{n-1}) = \varphi(\lim_{n \rightarrow \infty} X_{n-1}) = \varphi(\xi_0).$$

A (34) egyenletet megvizsgálva megmutattuk, hogy a $B=A_0[1-p(1-\Theta)]$ pontból induló iteráció alkalmas módszer ennek megoldására. A számítás tehát számítógéppel könnyen elvégezhető. Ez még egyszerűsíthető annak alapján, hogy a

$$\frac{\varphi(A^*)}{B}$$

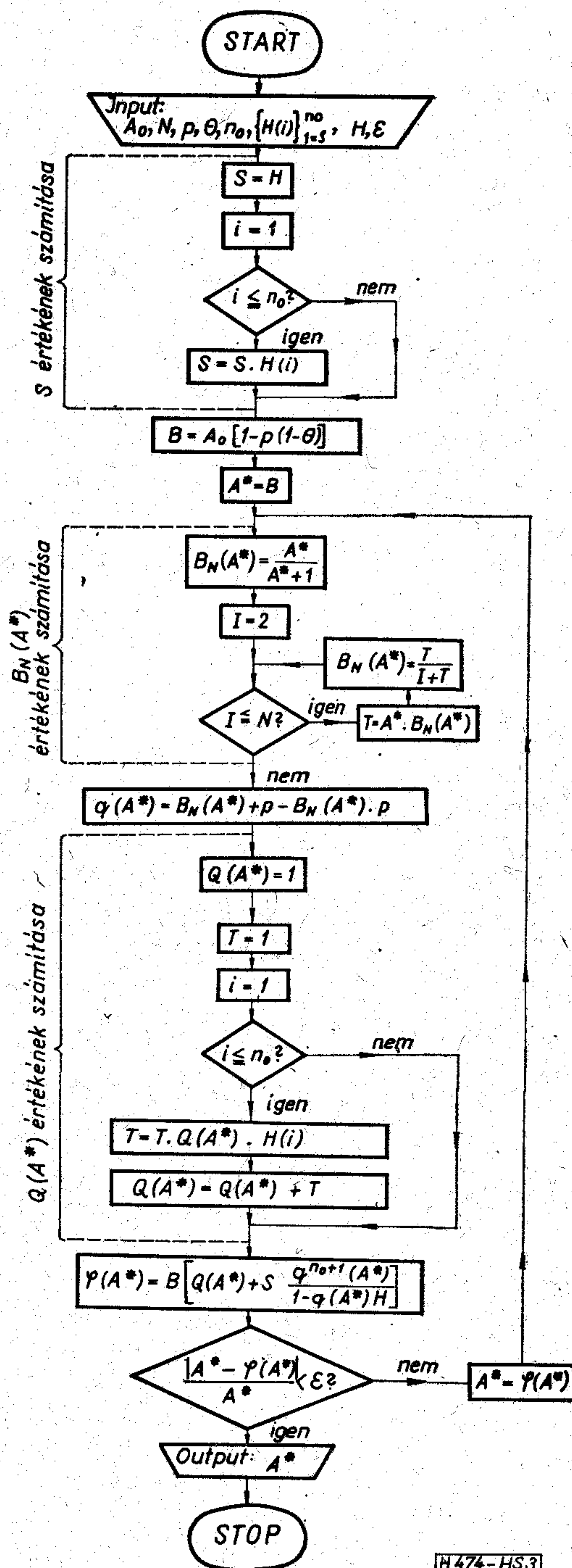
végtelen sor a gyakorlatban szóba jövő esetekben zárt alakra hozható.

Az eddigi mérési eredmények alapján (lásd [16]) nyert $H(i)$ függvények mindig a következő tulajdonságúak:

$$H(i) \neq H(j), \text{ ha } i \neq j \text{ és } i, j \leq n_0$$

és $H(n_0+k)=H$ (konstans) minden k természetes számra.

Ez más szóval azt jelenti, hogy a $\{H(i)\}$ sorozatnak csak az első n_0 eleme különböző, az (n_0+1) -edikről kezdve valamennyi egyenlő.



3. ábra. A fiktív kínálat (A^*) számításának folyamatábrája

Számítógép által készített táblázat A^* -ról ($p = 0,3$, $\Theta = 0,2$ és $H(i) \rightarrow$ Kerebel szerint) A^* -táblázat

N/A_0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1.06	2.63	4.74	7.23	9.94	12.80	15.75	18.76	21.82	24.90
3	0.97	2.16	3.74	5.74	8.06	10.60	13.31	16.12	19.01	21.96
4	0.94	1.97	3.23	4.82	6.74	8.95	11.37	13.96	16.65	19.44
5	0.94	1.90	2.98	4.29	5.87	7.75	9.87	12.20	14.69	17.29
6	0.93	1.88	2.88	4.00	5.38	6.91	8.75	10.81	13.07	15.48
7	0.93	1.87	2.83	3.86	5.01	6.36	7.93	9.74	11.76	13.96
8	0.93	1.87	2.81	3.79	4.84	6.02	7.38	8.95	10.73	12.71
9	0.93	1.87	2.80	3.76	4.75	5.83	7.03	8.40	9.96	11.72
10	0.93	1.87	2.80	3.74	4.71	5.72	6.81	8.03	9.41	10.96
11	0.93	1.87	2.80	3.74	4.68	5.66	6.68	7.79	9.03	10.41
12	0.93	1.87	2.80	3.74	4.68	5.63	6.61	7.56	8.78	10.02
13	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.61	6.57	7.57	8.62	9.76
14	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.61	6.55	7.52	8.53	9.59
15	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.61	6.55	7.50	8.47	9.48
16	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.60	6.54	7.48	8.44	9.42
17	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.60	6.54	7.48	8.42	9.33
18	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.60	6.54	7.47	8.41	9.36
19	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.60	6.54	7.47	8.41	9.35
20	0.93	1.87	2.80	3.74	4.67	5.60	6.54	7.47	8.41	9.35

Ekkor $\varphi(A^*)/B$ zárt alakra hozható, amint azt a következő levezetés mutatja:

$$\frac{\varphi(A^*)}{B} = \sum_{j=0}^{\infty} q^j(A^*) \prod_{i=0}^j H(i) =$$

$$= \underbrace{\sum_{j=0}^{n_0} q^j(A^*) \prod_{i=0}^j H(i)}_{Q(A^*)} + \frac{1}{H^{n_0+1}}.$$

$$\underbrace{H \prod_{i=1}^{n_0} H(i)}_S \sum_{j=n_0+1}^{\infty} [q(A^*)H]^j = Q(A^*) + S \frac{q^{n_0+1}(A^*)}{1 - q(A^*)H}.$$

Tehát

$$\varphi(A^*) = B \left[Q(A^*) + S \frac{q^{n_0+1}(A^*)}{1 - q(A^*)H} \right],$$

ahol

$$Q(A^*) = \sum_{j=0}^{n_0} q^j(A^*) \prod_{i=0}^j H(i),$$

és

$$S = H \prod_{i=1}^{n_0} H(i).$$

A (34) egyenletet kielégítő A^* kiszámításának algoritmusát ezek után a 3. ábrán látható folyamat-ábra írja le.

A folyamatábrán a jobb áttekinthetőség érdekében megtartottuk a fentebb bevezetett jelöléseket, amelyek itt értelemszerűen változó azonosítók. Így például $\varphi(A^*)$ a folyamatábrában annak a változónak a neve, amely a φ függvény aktuális értékét hordozza. Az előző pontban nem szereplő I és T segédváltozók, ε pedig az alkalmazott számítógép pontosságának figyelembevételével választandó pozitív szám, amely az algoritmust beállítja, ha az aktuális A^* és $\varphi(A^*)$ eltérésének abszolút értéke ε . A^* -nál kisebbé válik.

PDP 8/E típusú számítógépre olyan FOCAL nyelvű programot készítettünk, amely különböző

A_0 , N , p , Θ , n_0 , $\{H(i)\}_{i=1}^{n_0}$ és H értékek esetén, az itt ismertetett eljárással kiszámítja A^* értékeit. Ezeket és a többi forgalmi jellemzőket táblázatos formában szolgáltatja (l. az 1. táblázatot).

3.2 A modell tulajdonságainak bemutatása a számítási eredmények alapján

Az ismertetett módszerrel végeztünk számításokat az A^* , A , β , $B_N(A^*)$, Y_1 és Y_s jellemzőkre, kétféle

2. táblázat

A számításokhoz felhasznált, mérési adatok alapján kapott kitartásfüggvények

Az egy igényhez tartozó kísérletek sorszáma (i)	A kitartásfüggvény értéke	
	Kerebel szerint ($H(i)_k$)	Myskja – Walmann szerint ($H(i)_{M-W}$)
1	0,60	0,45
2	0,70	0,63
3	0,75	0,68
4	0,80	0,72
5	0,82	0,75
6	0,83	0,77
7	0,84	0,80
8	0,85	0,89
9	0,86	0,80
10	0,87	.
11	0,88	.
12	0,89	.
13	0,90	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
20	0,90	.

Megjegyzés: a $H(i)_{M-W}$ értéke nagy kísérletszámok esetén a kis mintavétel miatti mérési bizonytalanság következtében ingadozik.

mérési adatokból nyert kitartási függvényekkel (melyeket a 2. táblázat ad meg), Θ és p 0,1, 0,2 és 0,3 értékeinél $N=2 \div 20$ és $A_0=1 \div 10$ esetében.

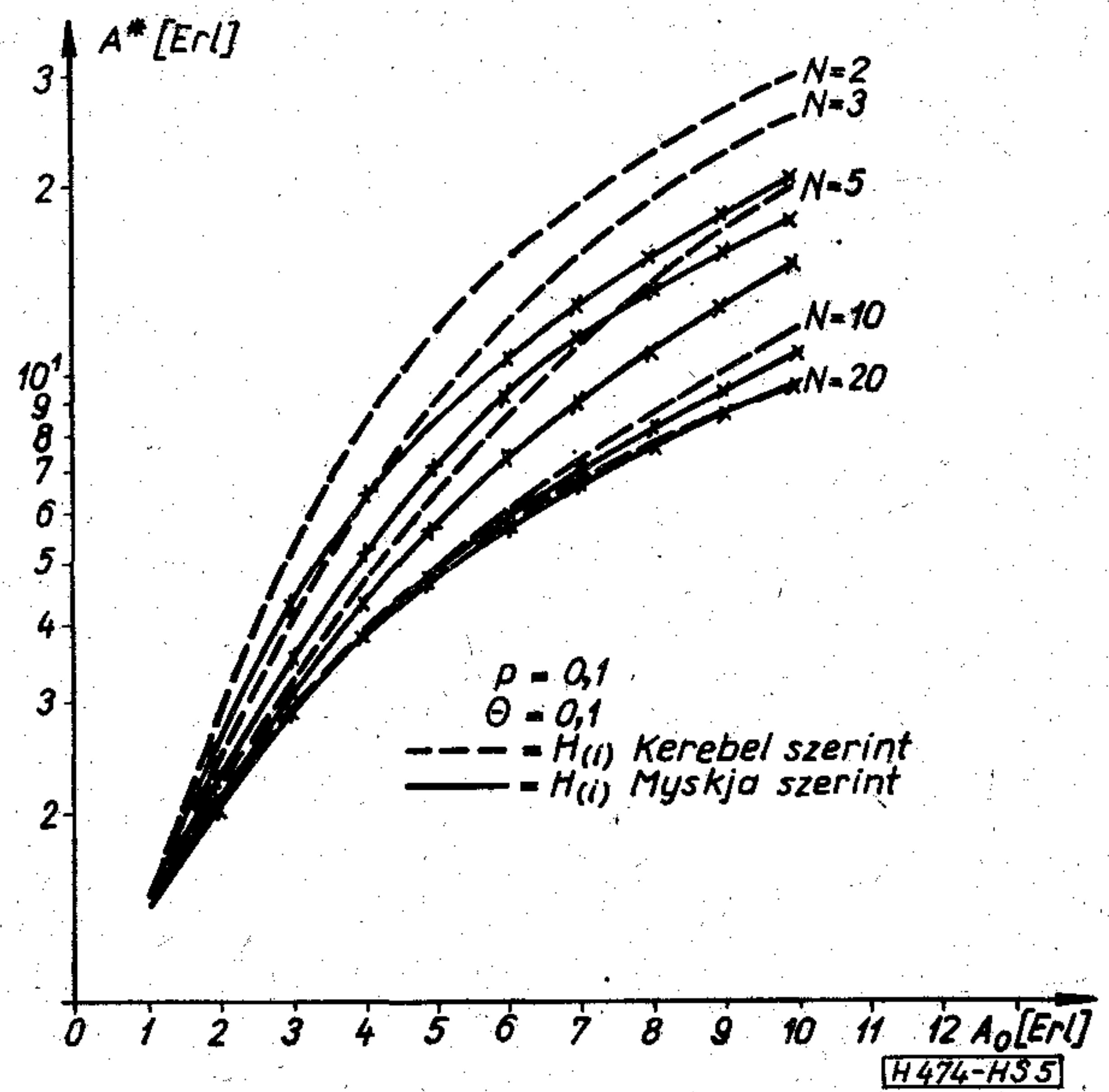
Az eredményekből a következő lényeges tulajdonságok olvashatók ki:

— a vizsgált tartományban A_0 növekedésével, N =konstans esetén valamennyi jellemző monoton nő (l. 4. ábra) úgy, hogy az A_0 -val szembeni érzékenység egyre csökken (megjegyezzük, hogy elképzelhető olyan Θ — p számpár, amelynél Y_s görbéje egy ideig növekvő, majd csökkenő jellegű (ld. [21]);

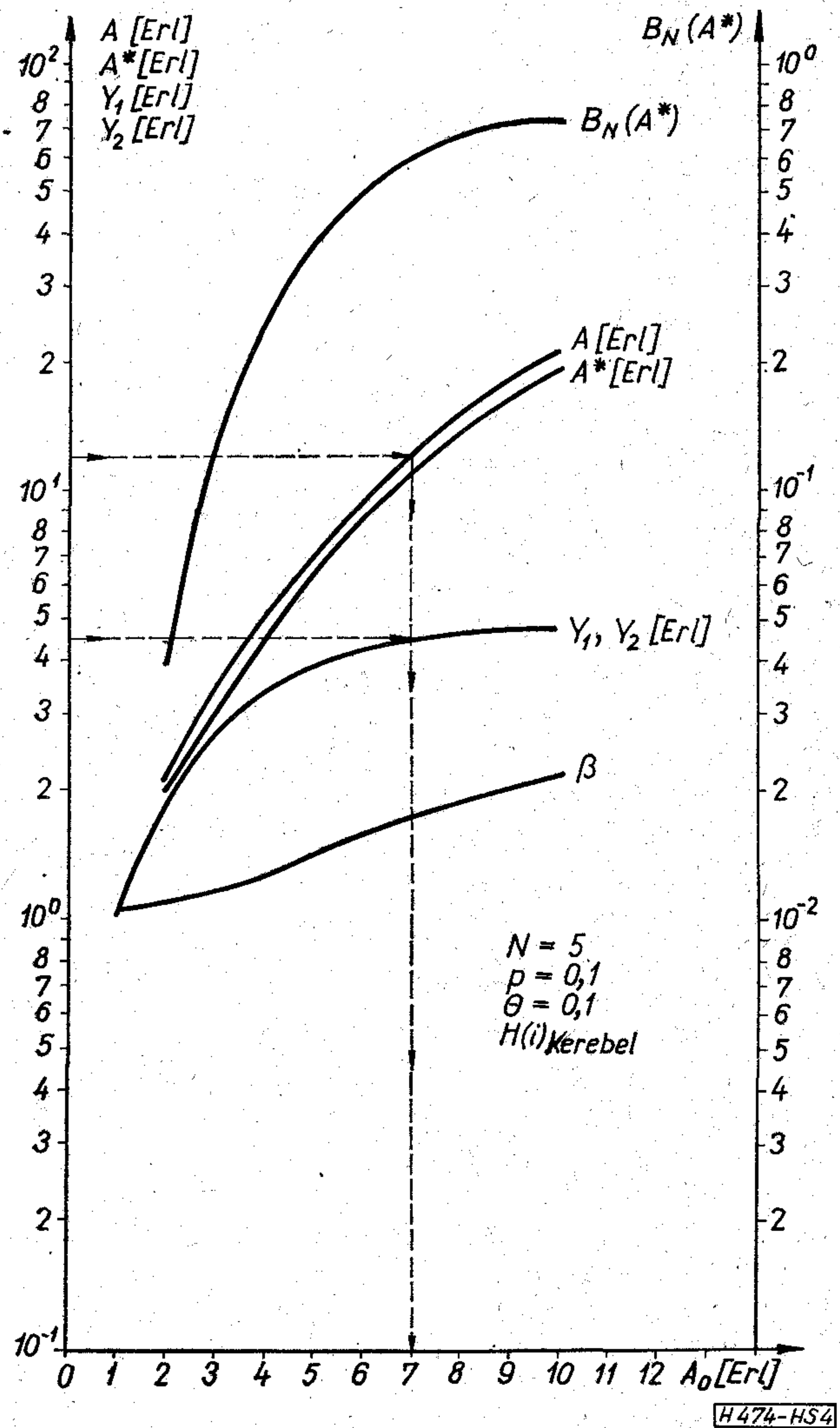
— kis veszteségeknél (kb. 5% alatt) $A^* < A_0$, amiből következik, hogy $B_N(A^*) < B_N(A_0)$, tehát a hívott előfizető okozta veszteségek miatt csökken a kapcsolófokozat vesztesége (ld. az 5. és 6. ábrákat, valamint az 1. táblázatot);

— a hívott által okozott veszteség (p) erősebben hat a jellemzők értékeire, mint az így elvesztett hívások átlagos tartásideje (melynek Θ a mértéke). p hatása a 7. ábrán jól megfigyelhető;

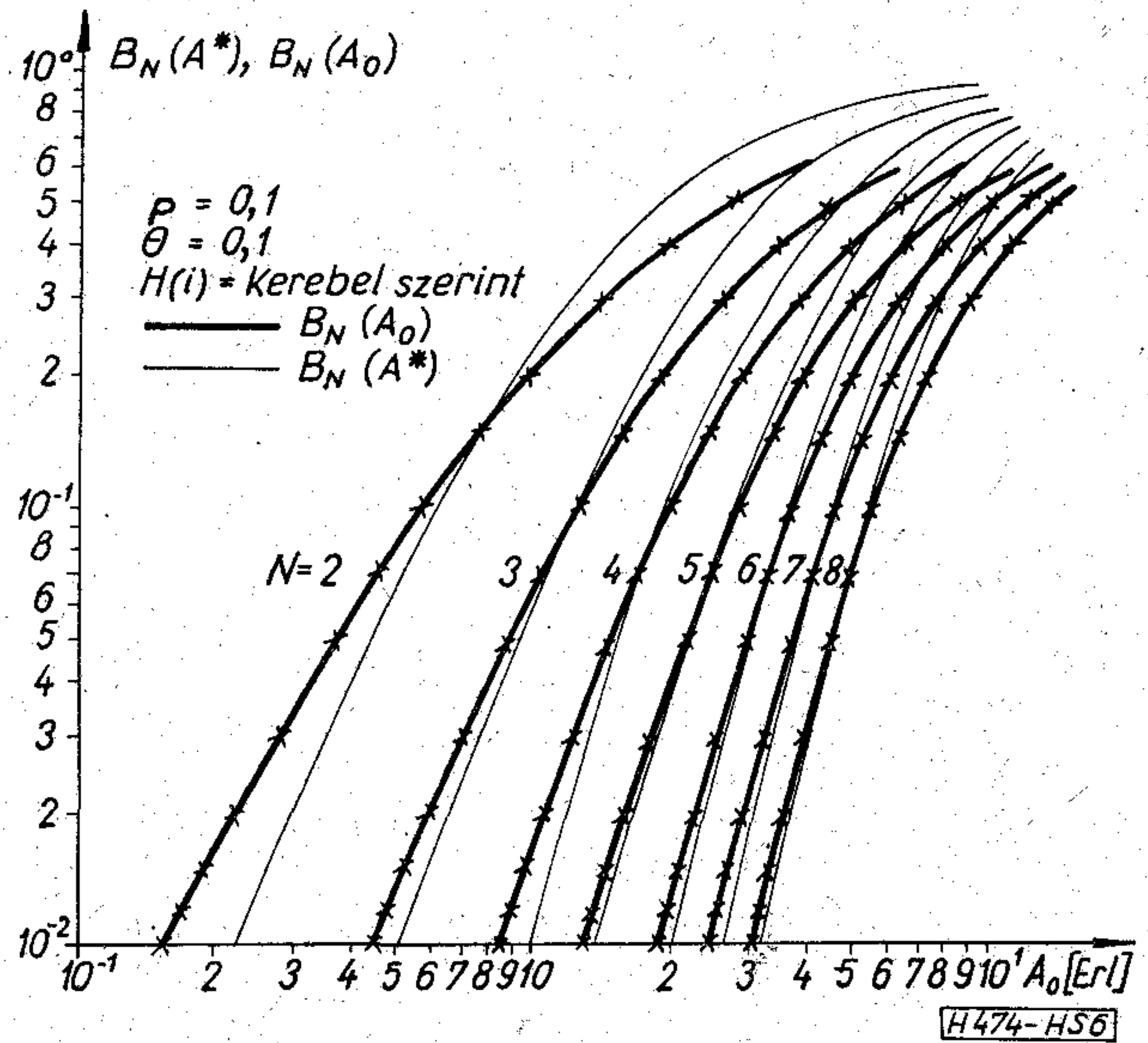
— valamennyi jellemző — kivéve A -t — A_0 -val szembeni érzékenysége csökken akár p , akár Θ értékei növekednek;



5. ábra. A fiktív kínálat (A^*) függése a tényleges kínálattól (A_0) kétfajta kitartási függvényről



4. ábra. A vizsgált forgalmi jellemzők változása A_0 függvényében



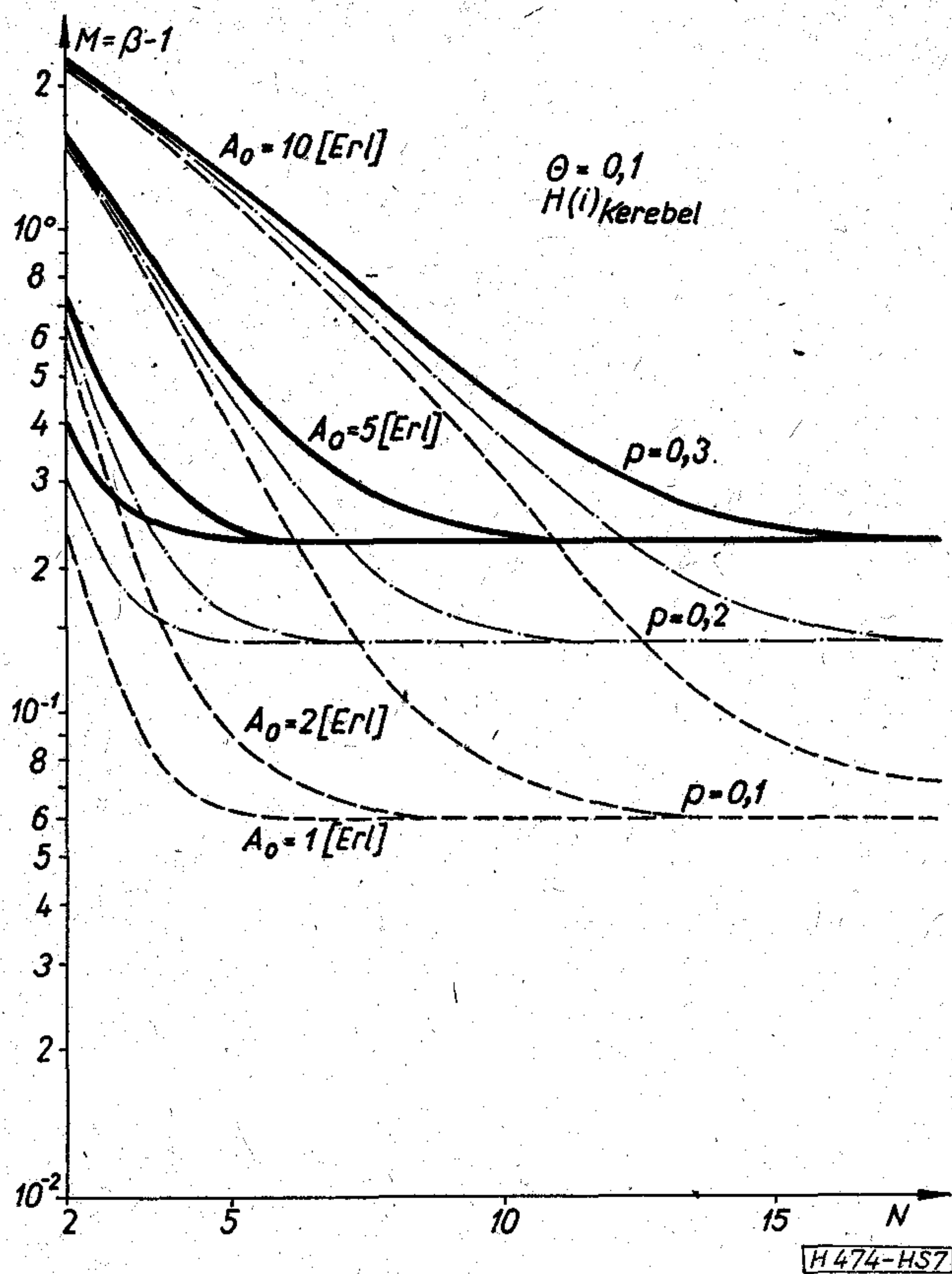
6. ábra. A kapcsolófokozat veszteségének ($B_N(A^*)$) változása A_0 függvényében, összehasonlítva a nem ismétléses modell alapján számított veszteségértékekkel ($B_N(A_0)$)

— a kitartás csökkenése esetén — ha a független paraméterek változatlanok — csökken minden jellemző értéke, közülük A^* , A és β jelentős mértékben (5. ábra);

— a kapcsolófokozat veszteségét ($B_N(A^*)$) rögzített N -nél A_0 -n kívül lényegesen semmi sem befolyásolja, A_0 hatása viszont sokkal nagyobb, mint az ismétlés nélküli modellben (6. ábra).

4. A modell felhasználása és továbbfejlesztési lehetőségei

Célkitűzésünk egy olyan forgalomtechnikai modell alkotása volt, amely a valóságot a gyakorlat számára megfelelő pontossággal közelíti, mérhető jellemzőket



7. ábra. Az egy igényhez átlagosan tartozó többlet kísérletszám (M) függése a tényleges kínálattól (A_0) és a hívott előfizető okozta veszteségektől (p)

használ alapfogalmaknak, és a méretezéshez könnyen kezelhető módszert ad. A 2.3 pontban bemutatott modell jellemzőinek egy része mérhető, s a számítási módszer felhasználásával nyert táblázatokból és görbeseregekből a többi paraméter is meghatározható. A méretezés módja a modell alkalmazásával igen egyszerű: a P , és $H(i)$ értékeit, valamint Y_1 , Y_2 vagy A közül valamelyiket a mérési adatokból kiszámítjuk (1.: 2. fejezet), s a megfelelő Y_1 , Y_2 vagy A függvényt megadó görbesereg, vagy táblázat alapján, $N_{\text{régi}}$ ismeretében meghatározzuk A_0 -át (ld. pl. a 4. ábra szaggatott vonalait), A_0 -val mint forgalomigénnyel ezután már a hagyományos módon végezhetjük el az áramkörösámítást ($N_{\text{új}}$).

Ami a modell pontosságát illeti, arról még korai volna egyértelműen nyilatkozni. A feladat megoldása során ugyanis egyszerűsítéseket hajtottunk végre amelyek azután befolyásolhatják a pontosságot. Ennek szimulációs vizsgálata jelenleg is tart a BHG-ban, egy BHG—PKI közös kutatási terv keretein belül. Az eddigi eredmények biztatóak, de a modell alkalmazási területének behatárolására még további vizsgálatokat folytatunk.

Bár az elmélet — a fentiek szerint — még néhány szempontból igazolást vár, ennek ellenére már látszik a továbbfejlesztés lehetőségei, amelyekkel egyrészt a valósághoz jobban közelíthetjük a modellt, másrészt felhasználási körét terjeszthetjük ki. A valóság jobb megközelítésének irányába hat, ha a hívott miatti veszteségeknél külön kezeljük a hívott nem válaszol és a hívott foglalt eseteket. A mé-

rések szerint a p veszteségi valószínűség értékében ugyanis ezek más-más súllyal szerepelnek, s ugyanakkor a hívó előfizető reakciója is különböző a két jelenség észlelése esetén, tehát különböző a kitartási függvény is ([21], [22]). A modell felhasználási területét bővíthetjük, ha az itt alkalmazott „visszacsatolási elvet” másfajta bemeneti folyamatra és kapcsolási elrendezésre is adaptáljuk. A továbbfejlesztés lehetőségeit a modell magában rejti, a megbízható szinten való kidolgozáshoz azonban még további mérési eredményekre és számos vizsgálatra van szükség.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is kifejezzük köszönetünket dr. Lajtha Györgynek, dr. Gosztony Gézának és Mazgon Sándornak, akik munkánkat kezdettől fogva támogatták és sok hasznos tanáccsal segítettek, valamint Gránásy Sándornak és dr. Körmendi Istvánnak, akik a kézirat gondos átnézésével nyújtottak hathatós segítséget.

I R O D A L O M

- [1] Horváth Gy.: Sorozatos vonalcsoporthoz méretezése. Híradástechnika, 2. 1969. 7—8. pp. 261—281.
- [2] Cohen, J.: Basic problems of telephone traffic theory and the influence of repeated calls. Philips Telecommunication Review, 1957. aug.
- [3] Elldin, A.: Approach to the Theoretical Description of Repeated Call Attempts. Ericsson Technics, 1967. 3.
- [4] Le Gall, P.: Sur l'écoulement dirigé du trafic dans les grands réseaux téléphoniques interurbains. Commutation et Electronique, Janvier 1968. p. 61—68.
- [5] Le Gall, P.: On a theory repetition of telephone calls. Annales des Telecommunications, Paris Vol. 24. No. 7—8. July—August, 1969.
- [6] Le Gall, P.: Sur le modèle du trafic téléphonique avec répétitions d'appels. Commutation et Electronique, No. 28. Janvier 1970. pp. 66—88.
- [7] Le Gall, P.: Sur l'influence des répétitions d'appels dans l'écoulement du trafic téléphonique. VI. ITC, pp. 432/1 és Annales des Telecommunication, No. 25. 9—10. 1970.
- [8] Le Gall, P.: Sur la qualité d'écoulement de trafic des réseaux téléphoniques. Commutation et Electronique, No. 31. October 1970.
- [9] Le Gall, P.: Sur le taux d'efficacité et la stationnativité du trafic téléphonique. Commutation et Electronique, No. 35. Octobre 1971. pp. 7—36.
- [10] Le Gall, P.: Sur l'utilisation et l'observation du taux d'efficacité du trafic téléphonique. Commutation et Electronique, No. 42. Juillet 1973. pp. 7—19 és ITC 7, pp. 134/1—8.
- [11] Jonin, G. M.—Sedol, J. J.: Telephone systems with repeated calls. VI. ITC, Genf, pp. 435/1—5.
- [12] Ионин, Г. М.—Седол Я. Я.: Таблицы Вероятностных характеристик почнодоступного пука при повторных вызовах. Издательство «Наука», Москва, 1970 г.
- [13] Jonin, G. M.—Sedol, J. J.: Fully-availability groups with repeated calls and time of advanced service. VII, ITC, Stockholm, pp. 137/1—4.
- [14] Shneps, M.—Shneppe: The effect of repeated Calls on Communication system. VI. ITC, Genf, pp. 433/1—5.
- [15] Bretschneider, G.: Repeated Calls with Limited Repetition Probability. VI. ITC, pp. 434/1—5.
- [16] Bretschneider, G.: Repeated Calls with Limited Repetition Probability. AEÜ, Band 25. (1971) H. 9/10.
- [17] Корньшев, Ю. Н.: Расчет полнодоступной коммутационной системы с повторными вызовами. Электросвязь № II. 1969 г.
- [18] Корньшев, Ю. Н.: Повторные вызовы при междугородной связи. Электросвязь, № 1 1974 г.

- [19] Кореньев, Ю. Н. Комплекты ожидания для перегруженных направлений. Электросвязь, № 7, 1974 г.
 [20] Honi, G.: Some Macro-Models for Discussing Repeated Call Attempts. Budavox Telecommunication Review, 1975/2, pp. 21—39.
 [21] Ágostházi M.—Dr. Gosztanyi G.: A megismételt telefon-

- hívások jellemző vonásai. Híradástechnika, XXVI. évf. 4. sz. pp. 109—119.
 [22] Henneberg, P.: Die Wiederholung von Aufrufersuchen als besondere Form der Wechselwirkung zwischen Fernsprechteilnehmer und Fernmeldenetz. Der Fernmelde Ingenieur, 28. 1974. 7. pp. 1—38.

A kvadrofónia Lengyelországban és Magyarországon

A kvadrofónia iránti érdeklődés Lengyelországban 1971-től, a kvadro-technika külföldön való megjelenésével kezdődött. 1973-ban döntés született, hogy a fejlesztési erőket az SQ mátrix rendszerre koncentrálják.

A „Fonica” Művekben az SQ rendszerű dekóderek több generációját fejlesztették ki; emellett fejlesztettek egy SQ kódert SQ rendszerű hanglemezfelvétel készítése céljából.

Az első kvadro-hanglemezt már 1972-ben előállították. Ez idő óta csak néhány mérőhanglemezt és kutatási célokat szolgáló kvadro lemezt állítottak elő. A „Polskie Nagrania” nevű cég azonban készen áll az SQ rendszerű kvadro-lemezek sorozatgyártására.

A „Diora” Művekben (vevőkészülék-gyártás) a következő készülékeket fejlesztették ki:

— A „Meluzyna” sztereó vevőkészülékhez csatlakoztatható kiegészítő egység, amely a két hátsó hangszórót meghajtó végerősítőpárt tartalmazza.

— Új kiváló minőségű kvadro-rádióvevő „Cezar” néven.

— SQ rendszerű kvadrofón adás vételére alkalmas vevőkészülék dekóder.

A „Kasprzak” Rádióművekben a következő készülékeket fejlesztették ki:

— Kvadro-magnó, M 2406 QD típuszámmal (orsós négysávós kivitel). E magnót 1974 óta sorozatban gyártják.

— Új típusú magnó kvadrofón felvételre és lejátszásra (négysávós, kazettás kivitel); a japán Tokyo-Sanyo cég szabadalma alapján készül.

A Távközlési Intézetben a következő munkát végezték el:

— Dorren-rendszerű kvadrofón kódér fejlesztése és elkészítése URH sztereó adókhoz.

— Kvadrofón mérődekóder fejlesztése és kivitelezése az UKW kvadrofón adó műszaki paramétereinek mérésére és ellenőrzésére.

A Lengyel Rádió és TV rádiós munkabizottságban már 1971-től kísérleti felvételeket készítettek kvadro-technikával. 1972-ben a „Varsói Ősz” keretében első ízben vették fel kvadro változatban is a 123 fős Nemzeti Filharmónia varsói nagyzenekari koncertjét, hogy a későbbi kvadrofón adáshoz kellő tapasztalat és felvételi anyag álljon rendelkezésre.

— A kvadro-felvételek optikai ellenőrzéséhez „Quadroscop” elnevezésű goniométert fejlesztettek ki.

A wroclawi URH adó 1976. január óta rendszeresen közvetít kísérleti zenei programot SQ kvadro-rendszerben. Ezeket az adásokat főleg vevőkészülékgyártók számára vezették be.

A Lengyelországban végzett kvadrofóniás kutató-fejlesztő munka figyelemre és elismerésre méltó. Hazánkban ennek a sokoldalú és széles körű munkának egyes részeit végeztük csak el. Így került sor, mint az bizonyára közismert, 1975 áprilisában a 4—3—4 rendszerű kísérleti adásra, amelyben adóoldalon 4—3—4-es kódér és mérődekóder működött, a kísérleti adás vétele pedig az SQ dekóderrel is felszerelt kvadrofón vevővel történt. Jelenleg a Dorren-rendszerű kísérleti adáshoz készül kódér és mérődekóder, illetve 5 db tuner (a Posta Rádió- és Televízió műszaki Igazgatóságnál) és várhatóan ez évben lezajlik a kísérleti adás is.

Sajnálatos módon azonban a vevőkészülék-ipar a kvadro-készülékek fejlesztésétől és gyártásától elzárkózik, holott 4—2—4 rendszerben a meglevő sztereó adókkal kvadro-műsor lenne sugározható. Vevő oldalon a meglevő sztereó vevőkészülékhez csatlakoztatható, 2 csatornás hangvégfokot és SQ dekóder tartalmazó kiegészítő egységgel megoldható a négycsatornás vétel. Az így kiegészített készülék alkalmas egyúttal SQ rendszerű kvadro-lemezek lejátszására is, sztereó lemezejátszó felhasználásával. A világpiacon kapható SQ lemezek megfelelő mennyiségi és minőségi háttérrel biztosítanak egy ilyen készülék gyártásához.

Hasonlóképpen áll a helyzet a hanglemezgyártással is: az SQ rendszerű lemezek kompatibilisak a sztereó lemezekkel, ezért az érdeklődők már most komoly piacot jelentenek, az exportlehetőségek pedig még inkább. Természetesen a készülék háttérmegvalósulása komoly mértékben befolyásolná a hanglemezipar hajlandóságát.

A fentiekben ismertetett információk közzétételének célja az, hogy az érdekeltek tájékozottak legyenek a téma állásáról és az összevetés nyomán olyan döntések szülessenek, amelyek a jövőt szolgálják.

Antal László

a Kvadrofón Munkabizottság vezetője

SZEMLE

(Folytatás a 116. oldalról).

Az integrált áramkörök rohamos fejlődése merész hipotézisekre ösztönöz. Mai feltételezés szerint 1980-ra egy morzsányi szilíciumban 1 millió alkatrész kialakítása is lehetséges lesz. A tárolóelemek kapacitásának fejlődése:

1976-ban 16 Kbit
1978-ban 64 Kbit
1980-ban 256 Kbit

Termék, kereskedelmi forgalomban	Év
16 Kbit-es RAM tárolók	1976—77
8-bites mikroprocesszor 4K × 8 ROM tárolóval 1K × 8 RAM tárolóval (alkatrészsűrűség 20 sor egy morzsán)	1976—77
16-bites mikroprocesszor 4K × 16 ROM tárolóval 1K × 16 RAM tárolóval (alkatrészsűrűség 20 sor egy morzsán)	1977—78
16-bites mikroprocesszor 16K × 16 ROM tárolóval 8K × 16 ROM tárolóval (alkatrészsűrűség 40 sor egy morzsán)	1979—80
16-bites mikroprocesszor 32K × 16 ROM tárolóval 32K × 16 RAM tárolóval (alkatrészsűrűség 40 sor egy morzsán)	1981—82

Valamennyi termékre vonatkozóan: 1980-ra a működési sebesség várhatóan eléri a 100 MHz-et. (*Electronique et Microelectronique Industrielles*, 1976. jún. 16. [266])

*

Zöld utat adtak azoknak az ún. hibrid-autóbuszoknak, amelyek mind villamos akkumulátor-teleppel, mind Diesel-motorral működtethetők. (Hosszabb, valamint városok közötti utakon a Diesel-motor, városokon belüli forgalomban pedig a környezet védelem szempontjából semleges villamos akkumulátor hajtja a buszokat.) Az NSZK kormányának adatai szerint 20 hibrid-autóbusz próbáját 5 évre tervezik Stuttgartban, Mannheimben és Baden-Badenben. Ez alatt az időszak alatt az autóbuszok üzemközbéli viselkedéséről, a forgalomban való részvételükről, valamint a gazdaságosságáról akarnak adatokat nyerni. (*Umweltmagazin*, 1976. 2. sz. [267])

*

A széndioxid lézerrel végzett vágások simák és szinte kivétel nélkül sorjamentesek, ami szükségtelenné teszi az utólagos megmunkálást. Az érintésnélküli vágás miatt természetesen forgácsok sem keletkeznek. Az esetenként csak 0,1 mm-es vágási hézag következtében az anyagvesztés minimális. A lézer vezetését fotoelektronikus vagy numerikus vezérlésű koordináta berendezés végzi. A lézert gyártó Messer Griesheim a legbonyolultabb alakzatok vágásánál is garantálta a vágás pontosságát. A kivágandó alakzatnak a munkadarabra történő előzetes felrajzolása szükségtelen, mert a vezérlő berendezés az előrajzolt mintát letapogatja és ennek megfelelően vezeti — 1:1 méretarányban — a lézersugarat. Bármilyen anyag vágásánál elérhető a 13 m/perc vágási sebesség. A lézerrel bármilyen fajta lemezek, műanyagok, akrilüvegek, max. 20 mm vastag különleges filcek és tömítőanyagok vághatók. (*Elektro Anzeiger*, 1976. 29. k. 11. sz. [268])

*

A párizsi Mesucora kiállításon mutatta be az angol Gould Advances vállalat „Beta” nevű hordozható, folyadékkristályos kijelzővel felszerelt, 3,5 számjegyes digitális multiméterét. A műszert már sorozatban gyártják, ára 99 angol font. A készülék elektronikus áramköreinek többségét — analóg és digitális áramköröket egyaránt — egyetlen CMOS integrált áramkör, a Motorola vállalat MC14433 típusú eszköze tartalmazza. A műszer 10 mm karaktermagasságú, folyadékkristályos kijelzővel van felszerelve. Teljes fogyasztása 50 mW. A beépített alkatrészek száma kicsiny, harmincnál kevesebb. A műszer mérete 264 × 180 × 72 mm, súlya 1,4 kg.

A multiméternek 29 mérési tartománya van, közöttük 10 A-es egyen-, illetve váltakozó áram mérési tartomány. Kiegészítő egységként hőmérséklet mérőfejet, nagyfrekvenciás és nagyfeszültségű mérőfejet is szállít a gyártó. (*Electron*, 1976. jún. 15. [269])

*

A jó hatásfokú kapcsolóüzemű tápegységek elterjedésének egyik akadálya a vezérlőáramkörök bonyolultsága. A Silicon General (USA) vállalat most egyetlen LSI áramkörbe integrálta egy kapcsolóüzemű tápegység valamennyi kisszintű áramkörét. A 16 kivezetésű, kerámia DIP tokba szerelt monolit chip referenciafeszültség-forrást, hibajel erősítőt, állandó frekvenciájú oszcillátort, impulzusszélesség modulátort formáló és kapcsolóáramkört, valamint áramkorlátozó fokozatot tartalmaz. Az SG 3524 típusú áramkör ára 6,75 dollár. Két másik vállalat is megjelent a piacon, hasonló funkciójú áramkörökkel. A Plessey Semiconductors cég SL 442 típusú integrált áramköre 6,60 dolláros áron, a Texas Instruments vállalat TL 497 jelű egysége 2,18 dolláros áron kapható. (*Electronic Design*, 1976. jún. 21. [270])

*

Abban az esetben, ha egy vak személy központi látószerve működőképes, akkor annak ellenére, hogy akár a szem, akár a közvetítő idegek hibái miatt nem lát, villamos úton vizuális kép felfogását lehet vele érzékelteni. Mióta 1968-ban az alapjelenség bizonyítást nyert, több kutatócsoport foglalkozik érzékszervi fogyatékosokban szenvedő személyek agyi funkciói vizsgálatával. Részben a már állatokon végzett kísérletekkel nyert tapasztalatok alapján megfelelően beoperált platína elektródákon meghatározott szintű villamos jeleket közölnék az agy megfelelő érzékszervi központjával, látás, illetve sükettség esetén hallás érzetét keltve a betegben. A kutatómunka jelenlegi állásában már sikerült pontosított ábrákat érzékelteni. A számítógép felhasználásával működő vizsgálóberendezésekkel feltérképezhetik az érzékszervi központot olyan részletességgel, amely talán lehetővé teszi majd az érzékszervi funkció működtetését bonyolult elektronikus rendszer közbeiktatásával. (*Biomedical Engineering*, 1976. 23. k. 4. sz. [271])

*

Az angliai Racal-Redac Limited vállalat által ajánlott „Redac Mini PCB Designer” rendszer évi 50 új nyomtatott huzalozású lap tervezése esetén már gazdaságos megoldást jelent, a tervezési idő 70%-kal, a költségek 35%-kal csökkenthetők használatával. A rendszer kisszámítógépből és perifériaegységekből áll, helyszükséglete 10 m². A berendezéssel maximálisan 23 × 25 in (584 × 635 mm) méretű, egy vagy kétoldalas nyomtatott huzalozású lapok tervezhetők. A lapon maximálisan 400 alkatrész és 700 összeköttetés lehet. A rendszer a tervezés folyamán egyaránt használja saját „intelligenciáját” és a tervező ismereteit, amelyek „fényceruza” vagy billentyűzet közvetítésével egészítik ki a gép munkáját.

A megtervezett nyomtatott huzalozású lapról a rendszer egy mesterrajzot készít az alkatrészelhelyezéshez és a furatozáshoz. Ezen túl, NC fúrógép részére, lyukszalagon szolgáltatja a rendszer a fúrás programját.

A berendezés ára — szállítással és üzembeállítással együtt — 66 000 angol font. (*Electron*, 1976. jún. 17. [272])

*

ETO 621.395.741:665.6/7

Halász M.:

A szénhidrogénipar hírközlő hálózata

HÍRADÁSTECHNIKA XXVIII. (1977) 4. sz.

A szénhidrogén iparág egészének információközlési igényét kiterjedt országos kábeles hírközlő rendszer szolgálja ki, a megfelelő vonali és végződő-berendezésekkel.

A rendszer az igényekhez rugalmasan alkalmazkodik. A létesítéseket — beleértve a beruházási, tervezési, kivitelezési feladatokat —, valamint az üzemvitelt az iparágban belül oldják meg, a hazai híradástechnikai ipar eszközeire támaszkodva.

ETO 621.3.049.772.1:621.3.019.3

Petrikovits, L. — Göblös, I.:

Vastagréteg modell áramkörök segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok

HÍRADÁSTECHNIKA XXVIII. (1977) 4. sz.

A szerzők a cikk első részében a vastagréteg integrált áramkörök megbízhatósági modelljét tárgyalják. Az egyes áramköri alkatrészek, úgymint: ellenállások, kondenzátorok, vezetőréteg keresztvezetések, aktív- és passzív chip elemek stb. meghibásodási rátáinak a meghatározása a konkrét „megrendelői igény” szerint készített áramkörök esetében nehézségekbe ütközik, mivel az alkatrészek az áramkörön belül elektromosan össze vannak kötve. Ezek a nehézségek kimon-
dottan a megbízhatósági vizsgálatok céljára készített modell áramkörök segítségével küszöbölhető ki. A kísérleti rész című fejezetben a modell áramkörök segítségével végzett megbízhatósági vizsgálatok eredményeinek ismertetésére kerül sor.

ETO 621.38.019.3

Balogh A. — Bocskay I.:

Elektronikai alkatrészek megbízhatósági jellemzőinek előírása

HÍRADÁSTECHNIKA XXVIII. (1977) 4. sz.

A tanulmány az elektronikai alkatrészek megbízhatósági jellemzőinek előírására ad meg általános módszereket az MI 11011 műszaki irányelv alapján. A megbízhatósági követelmények előírását a szerzők meghatározó és ellenőrző megbízhatósági vizsgálatok esetében ismertetik. A mintanagyságot befolyásoló műszaki és gazdasági tényezők hatását számpéldákkal szemléltetik.

ДК 621.395.741:665.6/7

Халас, М.:

Сеть связи углеводородной промышленности

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVIII. (1977) № 4.

Запросы передачи информации углеводородной отрасли в целом обслуживаются распространенной, общегосударственной, кабельной системой связи, соответствующими линейными и оконечными устройствами. Система гибко следует запросов. Сооружения — включая и задачи инвестирования, проектирования, построения — и эксплуатация организуется внутри отрасли, опираясь на средства отечественной промышленности связи.

ДК 621.3.049.772.1:621.3.019.3

Петрикович, Л. — Геблеш, И.:

Испытания надежности с помощью толстоплочных модельных схем.

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVIII. (1977) № 4.

В первой части статьи авторы излагают модель надежности толстоплочных интегральных схем. Определение интенсивности отказов одиночных схемных элементов, то есть сопротивлений конденсаторов, пересечений проводящих слоев, активных и пассивных подложек, в схемах, изготовленных по конкретным условиям заказчика представляет трудность, поскольку они электрически соединены внутри схемы. Указанные трудности исключаются именно при помощи модельных схем, изготовленных для испытания надежности. В главе — экспериментальная часть — авторы знакомят с результатами испытаний на модельных схемах.

ДК 621.38.019.3

Балогх, А. — Бочкаи, И.:

Предписание характеристик надежности деталей электроники

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVIII. (1977) № 4.

В статье даются обобщенные методы для предписаний характеристик надежности деталей электроники на основе технической рекомендации MI 11011. Авторы знакомят с предписанием требований надежности в случае определительных и контрольных испытаний надежности. Влияния технических и экономических факторов на объем выборки показываются с помощью цифровых примеров.

FELHÍVÁS

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Alapanyag és Alkatrész Szakosztálya idén is megrendezi alkatrész konferenciáját, amelynek célkitűzése a hazai műszaki-fejlesztési eredmények széles körű ismertetése mellett az alkatrészipar problémáinak megvitatása és az alkalmazástechnikai tapasztalatok kicserélése. A konferenciát Székesfehérvárott rendezzük előreláthatólag szeptember 12-vel kezdődő hét két napján, amit később határozunk meg.

Kérjük előadók jelentkezését június 30-ig 20-40 perces előadásokra a következő témakörökben;

- Aktív alkatrészek és hibrid építőelemek konstrukciós, gyártástechnológiai és alkalmazási tapasztalatai.
- Passzív építőelemek és alapanyagok fejlesztési és gyártástechnológiai eredményei, alkalmazási tapasztalatok.
- Rendszertervezés, megbízhatóság (számítástechnika, hírközlés stb.), alkalmazási problémák.
- Az elektronikai ipar fejlődési problémái hazánkban.

A kétnapos konferenciára minél több szakember jelentkezését várjuk.

A HTE Titkársága

ETO 621.295.74

Honi G.—Szentirmai Zs.:

Matematikai modell az ismételt híváskísérletek hatásának közelítő számítására

HÍRADÁSTECHNIKA XXVIII. (1977) 4. sz.

A szerzők egy olyan távbeszélő forgalomtechnikai modellt mutatnak be, amelynek segítségével a megismételt hívások jellemzői egyszerűen számíthatók. Ismertetik a modell paramétereinek összefüggéseit, azok számítógépes megoldási módszerét. Az ennek felhasználásával nyert eredmények alapján jellemzik a modellt. Végül az elmélet továbbfejlesztési lehetőségeit tárgyalják.

Zusammenfassungen

DK 621.395.741:665.6/7

Halász, M.:

Nachrichtenübermittlungsnetzwerk der Kohlenwasserstoffindustrie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) Nr. 4.

Die informationsbeanspruchung des ganzen Kohlenwasserstoffindustriezweiges wird durch das Landeskabelnachrichtensystem mit den entsprechenden Leitung und Auslaufeinrichtungen, bedient. Das System passt elastisch den Anforderungen an. Die Realisierung — die Investitionen —, Entwurfs und Ausführungsaufgaben und die Betriebsführung inbegriffen — werden innerhalb des Betriebszweiges mit den Mitteln der ungarischen Fernmeldebetriebszweig, gelöst.

DK 621.3.049.772.1:621.3.019.3

Petrikovits, L.—Göblös, I.:

Zuverlässigkeitsprüfungen mit Dickschicht—Muster—Schaltkreisen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) Nr. 4.

In dem ersten Teil des Aufsatzes wird das Zuverlässigkeitsmuster der Dickschicht-integrierten Schaltkreise diskutiert. Die Bestimmung von Ausfallrate bezüglich der einzelnen Schaltkreisebauelemente so wie Widerstände, Kondensatoren, Leitungskreuzungen, aktive und passive Chipbauelemente etc., stösst im Falle von Schaltkreisen die gemäss konkreter „Verbrauchersansprüche“ hergestellt wurden in Schwierigkeiten, da die Bauelemente innerhalb der Schaltkreise elektrisch verbunden sind. Diese Schwierigkeiten können mit Muster-schaltkreisen die ausgesprochen zum Zweck der Zuverlässigkeitsprüfungen gefertigt werden, beseitigt werden. In dem Abschnitt mit dem Titel „Versuchsteil“ werden die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsprüfungen, welche mit dem Muster-Schaltkreis ausgeführt wurden, erörtert.

DK 621.38.019.3

Balogh, A.—Bocskay, I.:

Zuverlässigkeitsvorschriften von elektronischen Bauelementen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) Nr. 4.

Auf dem Grund der MI 11011 technischen Richtlinie werden in dem Aufsatz allgemeine Methoden zur Vorschrift der Zuverlässigkeitskennwerte von elektronischen Bauelementen, gegeben. Die Vorschriften der Zuverlässigkeitsforderungen werden im Falle von determinierenden und kontrollierenden Zuverlässigkeitsprüfungen, erörtert. Die Menge der Muster beeinflussenden technischen und wirtschaftlichen Faktoren werden durch numerische Beispiele illustriert.

DK 621.295.74

Honi, G.—Szentirmai, Zs.:

Matematisches Modell zur approximativen Berechnung der wiederholten Rufversuche

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) Nr. 4.

Die Verfasser erörtern solchen verkehrstechnischen Fernsprechemodell, mit welchem die Kennwerte der wiederholten Rufe einfach gerechnet werden können. Die Zusammenhänge der Parameter des Modells und deren Lösungsmethode mit Rechner werden erörtert. Auf Grund der durch die oben erwähnten Weise errungenen Ergebnisse, wird das Modell charakterisiert. Zuletzt werden die Möglichkeiten der weiteren Entwicklung der Theorie diskutiert.

DK 621.295.74

Хони Г.—Сентирмаи Ж.:

Математическая модель для приближенного расчета эффекта повторных попыток вызовов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVIII. (1977) № 4.

Авторы показывают математическую модель телефонного трафика, при помощи которой параметры повторных вызовов рассчитаются очень просто. Рассматривают зависимости параметров модели, и методов их расчета на вычислительной машине. Применяя полученные таким образом результаты характеризуют модель. В заключении излагают возможности дальнейшего развития теории.

Summaries

UDC 621.395.741:665.6/7

Halász, M.:

Telecommunication Network of the Hydrocarbon Industry

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) No. 4.

The demand of the information communication of the whole hydrocarbon industry branch is served by the national cable communication system by means of the suitable line and termination equipment. The system adapts elastically to the demands. The realization — including tasks of investment, design, implementation and service are solved within the industry branch based on the means of the telecommunication engineering industry.

UDC 621.3.049.772.1:621.3.019.3

Petrikovits, L.—Göblös, I.:

Reliability testing of thick film circuit models

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) No. 4.

In this paper a reliability model valid for thick film integrated circuits is discussed. The determination of failure rates relating to the individual circuit components such as resistors, capacitors, cross-overs, passive- and active chip elements, etc. in concrete „custom designed“ circuits is rather complicated because the components are connected to each other by inner connections. These difficulties can be removed by performing test on special circuit models. Some experimental test results for special circuit models are presented.

UDC 621.38.019.3

Balogh, A.—Bocskay, I.:

Specification of Reliability Characteristics for Electronic Components

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) No. 4.

In this paper general methods and procedures based on the Hungarian technical guide MI 11011 are given for the specification of reliability characteristics of electronic components. The specification of reliability requirements is discussed in cases of reliability determination and compliance tests. The effect of technical-economical factors influencing the sample size is shown by illustrative numerical examples.

UDC 621.295.74

Honi, G.—Szentirmai, Zs.:

Mathematical Model for the Approximate Computation of the Effects of Repeated Call Tests

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) No. 4.

The authors present such a traffic simulation telephone model, by means of which the parameters of the repeated calls can be simply computed. The relations of the parameters of the model and their solutions by computer are described. The model is characterized on the basis of the results obtained by these methods. Finally the possibilities of the extension of this theory are discussed.

CDU 621.395.741:665.6/7

Halász M.:

Réseau de télécommunication de l'industrie carbure d'hydrogène

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) N° 4.

Les exigences de la communication des informations de l'industrie totale du carbure d'hydrogène sont servies par un système national de liaison à câbles fourni des installations de ligne et de termination. Le système a une flexibilité adaptable aux exigences. Les établissements, y compris les tâches d'investissement, de projet et d'exécution ainsi que du trafic sont solues par le groupe d'industrie basant sur les moyens de l'industrie des télécommunications nationale.

CDU 621.3.049.772.1:621.3.019.3

Petrikovits, L. — Göblös, I.:

Examens de fiabilité exécutés par des circuits de modèle a couche épaisse

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) N° 4.

Les auteurs traite dans la première partie de l'article le modèle de fiabilité des circuits intégrés à couche épaisse. Le calcul des taux de défaillance des composants des circuits comme les résistances, les conducteurs, les croisés des couches conducteuses, les éléments de chip actifs et passifs se heurte aux difficultés en cas des circuits exécutés aux exigences concrètes car les composants sont connectés électriquement à l'intérieur des circuits. Les difficultés peuvent être éliminées en préparant des circuits modèles pour des examens de fiabilité. Le chapitre „essais” contient les résultats des examens de fiabilité obtenus à l'aide des circuits modèles.

CDU 621.38.019.3

Balogh, A. — Bocskay, I.:

Prescription des caractéristiques de fiabilité des composants électroniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) N° 4.

L'étude donne des méthodes générales de prescription des caractéristiques de fiabilité des composants électroniques basés sur la directive technique MI 11011. L'exigence de fiabilité est exposée par les auteurs au cas des essais de conformité, de détermination de la fiabilité. L'effet des facteurs techniques influençant la taille de l'échantillon est illustré par des exemples numériques.

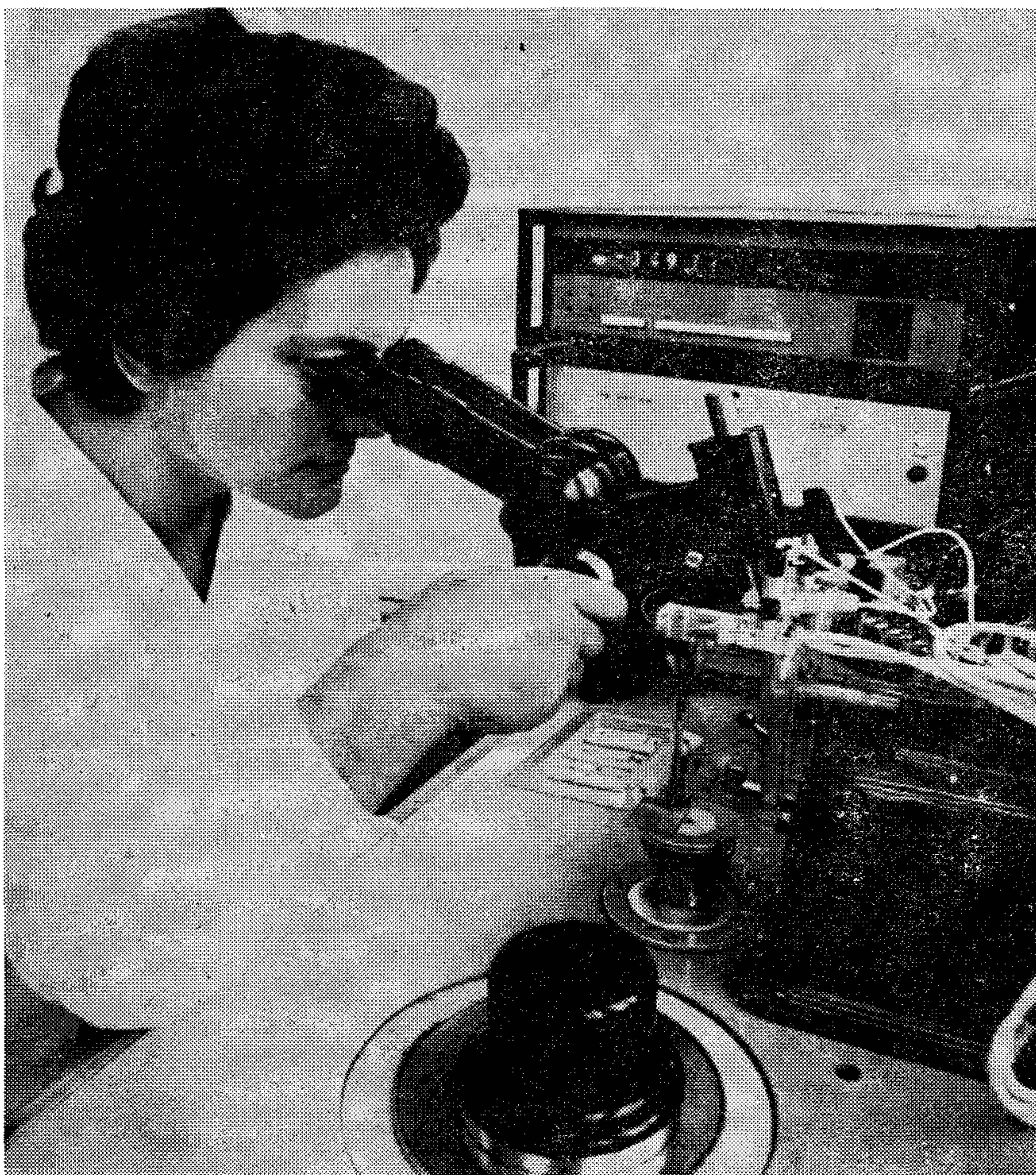
CDU 621.295.74

Honi, G. — Szentirmai Z.:

Modèle mathématique pour le calcul approché des appels d'essai réitérés

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVIII. (1977) N° 4.

Un modèle du trafic téléphonique est présenté par les auteurs à l'aide duquel les paramètres des appels réitérés peuvent être simplement calculer. Puis les relations des paramètres du modèle et leurs méthodes de solution par des ordinateurs sont exposées. Le modèle est caractérisé à la base des résultats obtenus. Enfin les possibilités du développement suivant de la théorie sont traitées.



**TERVEZŐ
KAPACITÁST
TAKARÍT MEG**

INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKKEL

Az integrált áramkört felhasználni kívánó megrendelő által megadott pontos műszaki adatokat feldolgozva, a gazdaságos konstrukció kialakítása érdekében az Intézet munkatársai már a rendszertervezésnél hasznos tanácsokkal szolgálnak. A hagyományos alkatrészekre épülő elgondolás vagy a kereskedelmi forgalomban kapható integrált áramkörökhöz való ragaszkodás megnehezíti a műszakilag ideálisabb, ugyanakkor gazdaságos megoldás elérését.

A műszeripari és híradástechnikai berendezések igényesebb részeinél gyakran van szükség azonos tulajdonságú ellenállásokra. Ilyen esetekben és közös ponthoz csatlakozó több ellenállás beépítésénél nagyon előnyös a vékonyréteg-, vagy a vastagréteg ellenállás-hálózatok alkalmazása. A krómnikkel és a tantáltechnika, továbbá a különböző tulajdonságú ellenálláspaszták széles választékot nyújtanak a hőmérséklettényező tekintetében. Ezenkívül a sorozatnagyságot és a tűréseket is figyelembe véve a termék gazdaságos előállítási módját lehet kiválasztani.



**Mikroelektronikai alkatrészek megrendelésével forduljon a
HÍRADÁSTECHNIKAI IPARI KUTATÓ INTÉZET
Műszaki Kereskedelmi Osztályához
1393 Budapest, Pf: 348.**